



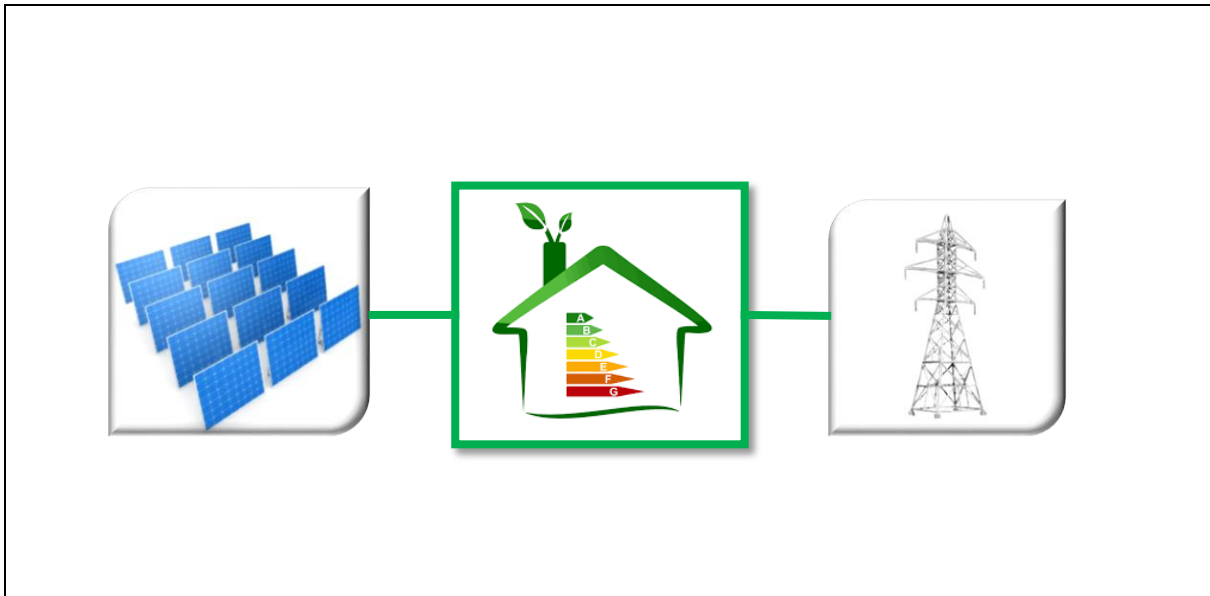
ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Μελέτη και σχεδίαση ενεργειακά ευφυούς κατοικίας»



Του φοιτητή
Κούδας Ελευθέριος
Αρ. Μητρώου: 517063

Επιβλέπων
Ιορδάνης Κιοσκερίδης
Βαθμίδα: Καθηγητής

Ημερομηνία Μάιος 2022

Τίτλος Π.Ε. Μελέτη και σχεδίαση ενεργειακά ευφυούς κατοικίας
Κωδικός Π.Ε. 21406
Ονοματεπώνυμο φοιτητή Κούδας Ελευθέριος
Ονοματεπώνυμο εισηγητή Κιοσκερίδης Ιορδάνης
Ημερομηνία ανάληψης Π.Ε. 25/12/21
Ημερομηνία περάτωσης Π.Ε. ...

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως πτυχιακή εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Κούδα Ελευθέριου που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

«Στην οικογένεια μου»

Περίληψη

Η συγκεκριμένη εργασία επικεντρώνεται στην μελέτη ενεργειακά ευφυούς κατοικίας. Μία κατοικία η οποία θα εκμεταλλεύεστε την ηλιακή ενέργεια με την βοήθεια ενός φωτοβολταϊκού συστήματος και σε συνδυασμό με το δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο θα καλύψει της ενεργειακές τις ανάγκες. Αρχικά, θα γίνει αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με σκοπό να αναδείξει την ηλιακή ενέργεια την οποία εκμεταλλεύονται τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Έπειτα θα μελετηθεί γενικά η δομή των φωτοβολταϊκών και οι κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων. Τέλος θα διεξαχθούν δύο μελέτες η πρώτη αφορά ένα φωτοβολταϊκό σύστημα το οποίο θα τροφοδοτήσει μία κατοικία μονοφασικής παροχής και η δεύτερη μελέτη θα αφορά ένα φωτοβολταϊκό σύστημα που θα τροφοδοτήσει μία κατοικία τριφασικής παροχής.

« Research and design of energy smart home »

«Koudas Eleftherios»

Abstract

This work focuses on the study of energy intelligent housing. A house that will take advantage of solar energy with the help of a photovoltaic system and in combination with the public electricity network will meet its energy needs. Initially, we will refer to renewable energy sources in order to highlight the solar energy that is exploited by photovoltaic systems. Then the structure of photovoltaics and the categories of photovoltaic systems will be studied in general. Finally, two studies will be carried out, the first one concerns a photovoltaic system that will supply a single-phase supply house and the second study will concern a photovoltaic system that will supply a three-phase supply house.

Περιεχόμενα

Περίληψη	i
Abstract	ii
Περιεχόμενα	iii
Κατάλογος Σχημάτων	v
Κατάλογος Πινάκων	vii
Συντομογραφίες.....	viii
Κεφάλαιο 1ο: Περί Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας	1
1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Αιολική ενέργεια	1
1.2.1 Ανεμόμυλος	2
1.2.2 Ανεμογεννήτριες	3
1.2.3 Αιολικά πάρκα	6
1.3 Ηλιακή ενέργεια	8
1.3.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα.....	8
1.3.2 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα	9
1.3.3 Φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα.....	9
1.4 Υδροηλεκτρική ενέργεια	11
1.4.1 Υδροηλεκτρική σταθμοί.....	11
1.4.2 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα υδροηλεκτρικής ενέργειας	12
1.5 Βιομάζα.....	13
1.5.1 Μετατροπή και η χρήση της βιομάζας	14
1.5.2 Πλεονεκτήματα -μειονεκτήματα βιομάζας	14
1.6 Γεωθερμική ενέργεια	14
1.6.1 Περιγραφή τυπικού γεωθερμικού συστήματος	15
1.6.2 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα γεωθερμικής ενέργειας.....	16
1.7 Θαλάσσια ενέργεια	16
1.7.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την θάλασσα.....	16
1.7.2 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα θαλάσσιας ενέργειας	18
1.8 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	19
1.9 Ενεργειακή κατάσταση της Ευρώπης.....	19
Κεφάλαιο 2ο: Περί Φωτοβολταϊκών	21
2.1 Εισαγωγή	21

2.2	Περιγραφή φωτοβολταϊκών πλαισίων	21
2.3	Τεχνολογίες φωτοβολταϊκών πλαισίων	22
2.4	Πιθανές βλάβες σε φωτοβολταϊκά πλαίσια	25
2.5	Βάσεις στήριξης Φωτοβολταϊκών πλαισίων	28
2.6	Κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων	31
2.7	Μετατροπείς φωτοβολταϊκών πλαισίων	32
2.8	Συσσωρευτές Φωτοβολταϊκών συστημάτων	34
2.9	Ρυθμιστές Φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	35
2.10	Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων	36
Κεφάλαιο 3ο: Σχεδιασμός και μελέτη φωτοβολταϊκού συστήματος για την παροχή ενέργειας σε κατοικία μονοφασικής παροχής 5KW		37
3.1	Εισαγωγή.....	37
3.2	Καταγραφή ηλεκτρικών αναγκών.....	37
3.3	Μελέτη φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.....	38
3.4	Συμπεράσματα	48
Κεφάλαιο 4ο: Σχεδιασμός και μελέτη φωτοβολταϊκού συστήματος για την παροχή ενέργειας σε κατοικία τριφασικής παροχής 10KW		49
4.1	Εισαγωγή.....	49
4.2	Καταγραφή ηλεκτρικών αναγκών.....	49
4.3	Μελέτη φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.....	50
4.4	Συμπεράσματα	60
Κεφάλαιο 5ο: Λογισμικό Sunny Design		61
5.1	Εισαγωγή	61
5.2	Περιγραφή λογισμικού	61
Κεφάλαιο 6ο: Συμπεράσματα-προοπτικές.....		62
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		63

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.1: Ελληνικός ανεμόμυλος	2
Σχήμα 1.2: Εσωτερικό ανεμόμυλου.....	3
Σχήμα 1.3: Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα.....	4
Σχήμα 1.4: Εσωτερικό γεννήτριας.....	5
Σχήμα 1.5: Συντήρηση ανεμογεννήτριας	5
Σχήμα 1.6: Ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα.....	6
Σχήμα 1.7: Χερσαίο αιολικό πάρκο	7
Σχήμα 1.8: Θαλάσσιο αιολικό πάρκο.....	7
Σχήμα 1.9: Παθητικό ηλιακό σύστημα.....	8
Σχήμα 1.10: Θερμικό ηλιακό ενεργητικό σύστημα.....	9
Σχήμα 1.11: Φωτοβολταϊκό πάρκο.....	10
Σχήμα 1.12: Φωτοβολταϊκά στέγης.....	10
Σχήμα 1.13: Παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργεια.....	11
Σχήμα 1.14: Υδροηλεκτρικός σταθμός.....	12
Σχήμα 1.15: Ενέργεια από βιομάζα.....	13
Σχήμα 1.16: Αξιοποίηση γεωθερμικής ενέργειας.....	15
Σχήμα 1.17: Τυπικό γεωθερμικό σύστημα.....	15
Σχήμα 1.18: Πλωτό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.....	17
Σχήμα 1.19: Σύστημα ταλαντευόμενης στήλης.....	17
Σχήμα 1.20: Σύστημα οριζόντιας κατεύθυνσης.....	18
Σχήμα 1.21: Ποσοστά ενεργειακής κάλυψης από ανανεώσιμες πηγές στην Ευρώπη.....	20
Σχήμα 2.1: Φωτοβολταϊκή κυψέλη.....	21
Σχήμα 2.2: Φωτοβολταϊκό πλαίσιο.....	22
Σχήμα 2.3: Μονοκρυσταλλικό πλαίσιο.....	23
Σχήμα 2.4: Πολυκρυσταλλικό πλαίσιο.....	23
Σχήμα 2.5: Πλαίσιο λεπτού υμενίου.....	24
Σχήμα 2.6: Υβριδικό φωτοβολταϊκό πλαίσιο.....	24
Σχήμα 2.7: Μερική σκίαση φωτοβολταϊκών πλαισίων.....	25
Σχήμα 2.8: Λειτουργία της διόδου παράκαμψης σε μερικώς σκιασμένη κυψέλη.....	26
Σχήμα 2.9: Αλλοίωση φωτοβολταϊκού πλαισίου λόγω υγρασίας.....	26
Σχήμα 2.10: Εξέταση φωτοβολταϊκού πλαισίου με την τεχνική της ηλεκτροφωταύγειας.....	27

Σχήμα 2.11:Εξέταση φωτοβολταϊκού πλαισίου με την τεχνική της θερμικής εικόνας.....	27
Σχήμα 2.12: Βάση στήριξης διπλής στερέωσης.....	28
Σχήμα 2.13: Βάση στήριξης μονής στερέωσης.....	28
Σχήμα 2.15: Βάσεις τοποθέτησης φωτοβολταϊκών πλαισίων σε μεταλλική στέγη.....	29
Σχήμα 2.16 : Σταθερές βάσεις στήριξης σε μεταλλικές στέγες.....	29
Σχήμα 2.17 : Κινητές βάσεις στήριξης ιχνηλάτες.....	30
Σχήμα 2.18: Τυπική διάταξη αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος.....	31
Σχήμα 2.19: Τυπική διάταξη διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος.....	32
Σχήμα 2.20: Μονοφασικός μετατροπέας.....	33
Σχήμα 2.21: Τριφασικός μετατροπέας.....	33
Σχήμα 2.22: Συσσωρευτής ιόντων μόλυβδου.....	34
Σχήμα 2.22: Συσσωρευτής ιόντων λιθίου.....	35
Σχήμα 2.23: Ρυθμιστής φόρτισης PWM.....	35
Σχήμα 2.24: Ρυθμιστής φόρτισης MMPT.....	36
Σχήμα 3.1: Φωτοβολταϊκό πλαίσιο Frankfurt Solar FS 235.....	38
Σχήμα 3.2: Φωτοβολταϊκός μετατροπέας μελέτης.....	40
Σχήμα 3.3: Μονοπολικός διακόπτης ισχύος.....	40
Σχήμα 3.4: Απαγωγέας υπέρτασης τύπου 2.....	41
Σχήμα 3.5 : Φωτοβολταϊκή διάταξη βέλτιστης παροχής ενέργειας για κατοικία 5kwp.....	41
Σχήμα 3.6: Στοιχεία φωτοβολταϊκού συστήματος από το λογισμικό sunny design.....	42
Σχήμα 3.7: Στοιχεία σχεδιασμού φωτοβολταϊκού μετατροπέα σύμφωνα με το λογισμικό sunny design.....	43
Σχήμα 3.8: Διαστασιολογήση αγωγών σύμφωνα με το λογισμικό sunny design.....	44
Σχήμα 3.9: Αποτελέσματα και αναλύσεις ενεργειακών αποδόσεων από το φωτοβολταϊκό σύστημα..	45
Σχήμα 3.10: Διάγραμμα μηνιαίας ενεργειακής απόδοσης του φωτοβολταϊκού συστήματος.....	46
Σχήμα 3.11: Διάγραμμα μηνιαίας ιδιοκατανάλωσης	46
Σχήμα 3.12: Διάγραμμα μηνιαίας διανομής ενέργειας στο δημόσιο δίκτυο.....	47
Σχήμα 3.13: Διάγραμμα μηνιαίας συνεισφοράς ενέργειας από το δίκτυο στην κατοικία.....	47
Σχήμα 3.14: Ετήσιες αποδόσεις του φωτοβολταϊκού συστήματος	48
Σχήμα 4.1: Φωτοβολταϊκό πλαίσιο Abisolar AB285-60PHC.....	50
Σχήμα 4.2: Φωτοβολταϊκός μετατροπέας μελέτης.....	52
Σχήμα 4.3:(α) Απαγωγέας υπέρτασης (β) τριπολικός διακόπτης ισχύος.....	52
Σχήμα 4.4: Φωτοβολταϊκή διάταξη βέλτιστης παροχής ενέργειας για κατοικία με ισχύς 10kwp.....	53

Σχήμα 4.5: Υλικά-στοιχεία σχεδιασμού φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.....	54
Σχήμα 4.6: Στοιχεία σχεδιασμού φωτοβολταϊκού μετατροπέα.....	55
Σχήμα 4.7: Διαστασιολόγηση αγωγών φωτοβολταϊκού συστήματος.....	56
Σχήμα 4.8: Πληροφορίες κατανομής φωτοβολταϊκής ενέργειας	56
Σχήμα 4.9: Πίνακας αποδόσεων και κατανομής ενέργειας.....	57
Σχήμα 4.10: Απεικόνιση μηνιαίας ενεργειακής απόδοσης	58
Σχήμα 4.11: αποτελέσματα ιδιοκατανάλωσης.....	58
Σχήμα 4.12: Διάγραμμα διανομής ενέργειας στο δίκτυο.....	59
Σχήμα 4.13: Διάγραμμα μηνιαίας λήψης ενέργειας από το δίκτυο	59
Σχήμα 4.14: Ετήσιες στατιστικές αποδόσεις του φωτοβολταϊκού συστήματος	60

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1: Σύνδεση φωτοβολταϊκών στοιχείων.....	22
Πίνακας 3.1: Καταγραφή ενεργειακών απαιτήσεων.....	37
Πίνακας 3.2: Απόδοση συστήματος σύμφωνα με την κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων.....	42
Πίνακας 4.1: Καταγραφή ενεργειακών απαιτήσεων.....	49
Πίνακας 4.2: Βέλτιστη απόδοση με βάση την κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων.....	52

Συντομογραφίες

ΔΙΠΑΕ Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος

Π.Ε. Πτυχιακή Εργασία

Κεφάλαιο 1ο: Περί Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

1.1 Εισαγωγή

Η ενέργεια είναι ένα πολύτιμο αγαθό για τον άνθρωπο καθώς με την χρήση της θα μπορεί να βελτίωση την ποιότητα της ζωής του αλλά και να προβεί σε μία σειρά από διάφορες δραστηριότητες. Αρχικά η ηλεκτρική ενέργεια ήταν από τις πιο δημοφιλείς μορφές ενέργειας όπου βοήθησαν τον άνθρωπο να δραστηριοποιηθεί κυρίως στο τομέα της βιομηχανίας, μεταφοράς και επικοινωνίας. Η μέθοδος που χρησιμοποίησε για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας είναι η εξόρυξη και η καύση των ορυκτών πόρων, καθώς είναι εύκολο να επεξεργαστούν να αποθηκευτούν και να μεταφερθούν με σκοπό την κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου.

Ωστόσο στο πέρασμα του χρόνου η ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια αρχίσαν να μεγαλώνουν και διαπιστώθηκε ότι η ορυκτοί πόροι που πηγάζουν από το υπέδαφος υπάρχουν πιθανότητες να εξαντληθούν. Επίσης η παραπάνω μέθοδος δημιουργεί τεράστιες ζημιές στο περιβάλλον αλλά και στον ίδιο τον άνθρωπο. Αρχικά λόγω τις καύσης των ορυκτών πόρων παρατηρήθηκε μεγάλη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα υγείας κυρίως στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού. Επιπλέον με την αύξηση της θερμοκρασίας και την απελευθέρωση αερίων εμφανίστηκε το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η κλιματική αλλαγή οδήγησε σε δυσβάστακτα καιρικά φαινόμενα όπως παγετούς ,πλημύρες, ανεμοστρόβιλοι .

Η ανάγκη για την εξαφάνιση των παραπάνω προβλημάτων οδήγησαν στην αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας και συγκεκριμένα επικεντρώθηκε το ενδιαφέρον στη μελέτη και την χρήση των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι συνηθέστερες κατηγορίες ενέργειας είναι η ηλιακή ,αιολική, γεωθερμική, υδροηλεκτρική, θαλάσσια, υδραυλική .Το κύριο πλεονέκτημα τους είναι ότι δεν ρυπαίνουν και δεν μολύνουν το περιβάλλον, χρησιμοποιούνται προς το παρόν για μερική κάλυψη των καταναλωτικών αναγκών είναι ανεξάρτητες γεωγραφικά αυτό σημαίνει ότι μπορούν να τοποθετηθούν σε διάφορα μέρη μίας χώρας και το σημαντικότερο είναι ανεξάντλητες αυτό έχει ως αποτέλεσμα να καλύψουν και να αποθηκεύουν ενέργεια μακροχρόνια.

1.2 Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι μια από τις δημοφιλέστερες μορφές ενέργειας, δημιουργείται με τον άνεμο. Ο άνεμος είναι ένα φυσικό φαινόμενο που περικλείει την γη και βρίσκεται συνεχώς σε κατακόρυφη ή οριζόντια κίνηση. Ο άνεμος προσδιορίζετε με βάση την κατεύθυνση που μετριέται σε μοίρες και την ένταση σε μποφόρ. Για να προσδιορίσουμε την ταχύτητα του ανέμου θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε σύγχρονα όργανα μέτρησης όπως είναι τα ανεμόμετρα. Ανάλογα με τα αποτελέσματα τις μετρητής μπορούμε να διαπιστώσουμε αν ο άνεμος είναι ασθενής ,λεπτός, μέτριος , ισχυρός , σφοδρός ή θυελλώδης. Από τα αρχαία χρονιά ο άνθρωπος εκμεταλλευόταν την αιολική ενέργεια όπου την μετέτρεπε σε κινητική μέσω μιας χειροποίητης κατασκευής που λεγόταν ανεμόμυλος και είχε ως σκοπό την εξυπηρέτηση των αναγκών. Αργότερα με το πέρασμα του χρόνου και την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας υπήρξε ανάγκη για περαιτέρω εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας η ανάγκη αυτή οδήγησε στην εφεύρεση της ανεμογεννήτριας μια κατασκευή μέσω μια μηχανολογικής υποστήριξης είχε την ικανότητα να μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική. Αυτό αποτελούσε μια σημαντική ανακάλυψη θα μπορούσε να καλύψει τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό στο πλανήτη σε ένα μεγάλο βαθμό.

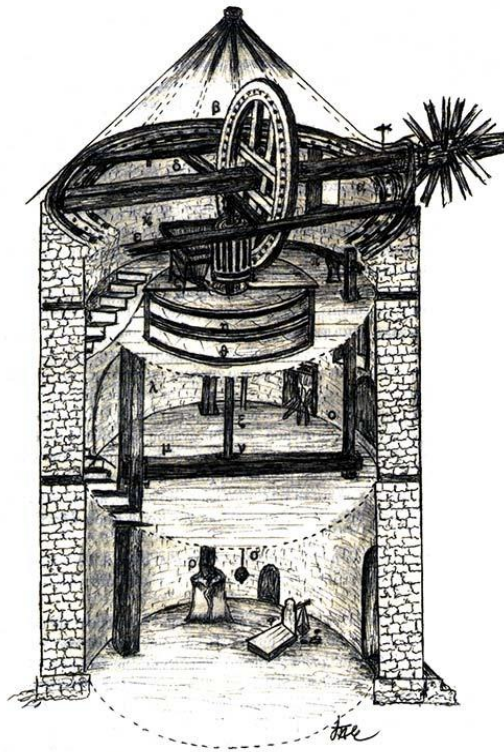
1.2.1 Ανεμόμυλος

Ο Ανεμόμυλος ήταν μία χειροποίητη κατασκευή όπου μετέτρεπε την αιολική ενέργεια σε κινητική με αυτό τον τρόπο εξυπηρετούσε τον άνθρωπο σε διάφορες δραστηριότητες όπως ήταν η άλεση σιταριού ,δημητριακών και η άντληση νερού. Ο ανεμόμυλος ήταν κατασκευασμένος εξωτερικά κυρίως από πέτρα και εσωτερικά από ξύλο χωριζόταν σε ορόφους και είχε κυλινδρικό σχήμα.



Σχήμα1.1: Ελληνικός ανεμόμυλος

Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί ο μηχανισμός του ανεμόμυλου στο εσωτερικό του είναι ο εξής. Αρχικά αποτελούνταν από μία ξύλινη σκεπή η οποία είχε σχήμα κώνου συνδέεται με τον οριζόντιο άξονα ,την ρόδα και την φτερωτή. Ο οριζόντιος άξονας έχει μήκος τουλάχιστον 7μέτρα και είναι στερεωμένος πάνω σε ειδικές υποστηρικτικές βάσεις που πατάνε πάνω στην πέτρινη τοιχοποιία. Οι αντένες είναι δοκάρια συνδεδεμένα στον οριζόντιο άξονα και το μήκος τους εξαρτάτε από το ύψος που έχει ο ανεμόμυλος αλλά και από το μέγεθος και το πλήθος των πανιών που θα τοποθετηθούν . Τα πανιά ράβονται πάνω στις αντένες με ομοιόμορφο τρόπο , το άνοιγμά τους ρυθμίζονταν ανάλογα με την ένταση που είχε ο άνεμος, με σκοπό να δημιουργηθεί η απαραίτητη ενέργεια ώστε να δοθεί ώθηση και να κινηθεί η πάνω μυλόπετρα. Ο οριζόντιος άξονας καθώς περιστρέφετε παράλληλα περιστρέφετε και η ρόδα που είναι τοποθετημένη στην μέση του άξονα, η ρόδα με την σειρά της δίνει ώθηση και περιστρέφει την ανέμη που είναι τοποθετημένη ακριβώς από κάτω αμέσως μετά η ανέμη μεταφέρει την κίνηση στην πάνω μυλόπετρα με αποτέλεσμα να περιστρέφετε, η κάτω μυλόπετρα παραμένει ακίνητη. Για την τροφοδότηση των μυλόπετρών από καρπό συμβάλει η χοάνη η οποία έχει σχήμα ανάποδης πυραμίδας από πάνω γεμίζει καρπό και αδειάζει με αργό ρυθμό στέλνοντάς τον στη ταιστή ένα στενό ξύλινο δοχείο όπου τροφοδοτεί με καρπό τις μυλόπετρες . Για το σταμάτημα του ανεμόμυλου χρησιμοποιείται το κοπέλι, ένα σχοινί συνδεδεμένο με γάντζο όπου μπορεί να γαντζωθεί στην κορυφή κάποιας αντένας, αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειώνετε η ταχύτητα του ανεμόμυλου ώσπου να ακινητοποιηθεί .



Σχήμα 1.2: Εσωτερικό ανεμόμυλου

1.2.2 Ανεμογεννήτριες

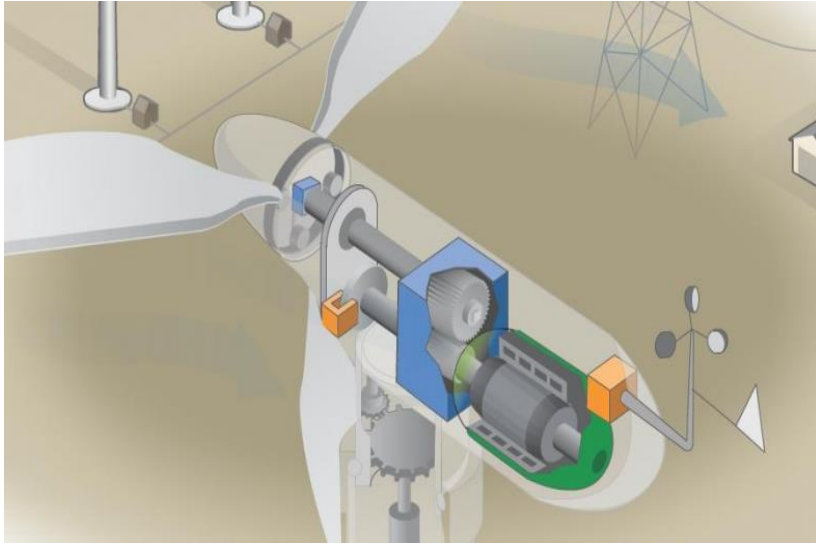
Με την πρόοδο της τεχνολογίας και ταυτόχρονα η ανάγκη για παραγωγή ανεξάντλητης ενέργεια φιλικής προς περιβάλλον οδήγησαν στην εφεύρεση της ανεμογεννήτριας. Μία μηχανή η οποία είχε την δυνατότητα μέσω μηχανολογικών διατάξεων να μετατρέψει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική . Το φορτίο ρεύματος που παράγει μια ανεμογεννήτρια είναι συνεχές και μέσα από κατάλληλες διεργασίες μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο και διοχετεύεται σε υποσταθμούς ενέργειας για την διανεμηθεί . Υπάρχουν μικρές σε ισχύει ανεμογεννήτριες οι οποίες χρησιμεύουν στην βασική κάλυψη ορισμένων αναγκών όπως για οικιακό φωτισμό, φόρτιση συσκευών. Αντίθετα υπάρχουν και μεγάλης ισχύος ανεμογεννήτριες όπου χρησιμοποιούν κυρίως εμπορικά για τροφοδότηση ρεύματος σε ηλεκτρικά δίκτυα. Υπάρχουν δύο τύποι ανεμογεννητριών αυτές του οριζόντιου άξονα και του κατακόρυφου άξονα.

Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα είναι γυρισμένες προς την κατεύθυνση την οποία διαδίδετε ο άνεμος. Συγκεκριμένα, εξωτερικά αποτελείτε από τον πύργο ο οποίος είναι εγκατεστημένος μόνιμα στο έδαφος έχει ύψος πάνω από 70 μετρά σχήμα συνήθως σωληνοειδές και πάνω σε αυτόν στηρίζετε όλη η μηχανολογική εγκατάσταση . Επίσης διαθέτει τον δρομέα που έχει σχήμα έλικα όπου εκεί είναι τοποθετημένα τα πτερύγια. Τα πτερύγια έχουν συνήθως λευκό χρώμα είναι ορατά από ιπτάμενα μέσα καθώς έχουν μήκος πάνω από 20 μέτρα στηρίζουνε στη πλήμνη που είναι ενσωματωμένη στον αργό άξονα ο οποίος περιστρέφεται με την ίδια ταχύτητα που στρέφονται και τα πτερύγια. Ωστόσο η

συγκεκριμένη ταχύτητα που έχει ο δρομέας δεν επαρκεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας , για αυτό το λόγο η γεννήτρια στο εσωτερικό της διαθέτει ένα κιβώτιο ταχυτήτων με σκοπό συμβάλει στο πολλαπλασιασμό της ταχύτητας του δρομέα , όλο το σύστημα συνδέεται σε μια ηλεκτρογεννήτρια προκειμένου να μετατραπεί η κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική. Εξωτερικά η ανεμογεννήτρια διαθέτει ανεμόμετρο το οποίο την βοηθάει να στραφεί στην κατεύθυνση του ανέμου. Ακόμη, περιλαμβάνει ειδικούς αισθητήρες με τους οποίους αντιλαμβάνεται πότε θα πρέπει να μειώσει την ταχύτητα ή να σταματήσει συνήθως όταν ανίχνευση ισχυρός άνεμος μειώνει την ταχύτητα για ασφάλεια. Παράλληλα προσανατολίζει τα πτερύγια της κατάλληλα προς την κατεύθυνση του ανέμου προκειμένου να τον εκμεταλλευτεί πλήρως και να παράγει την όσο τον δυνατόν μέγιστη ενέργεια. Ο συγκεκριμένος τύπος ανεμογεννήτριας πλαισιώνουν αιολικά πάρκα για εμπορική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 1.3: Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα



Σχήμα 1.4: Εσωτερικό γεννήτριας

Η συντήρηση της ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα θα πρέπει να γίνεται προσεκτικά καθώς είναι επικίνδυνη λόγω του ύψους, για λόγους ασφαλείας οι επαγγελματίες επιβάλετε να έχουν ειδικό εξοπλισμό όπως γάντια , προστατευτικά γυαλιά , γιλέκο , κράνος , μπότες ασφαλείας.



Σχήμα 1.5: Συντήρηση ανεμογεννήτριας

Ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα διαθέτουν πτερύγια τα οποία είναι τοποθετημένα σε κάθετο άξονα και περιστρέφονται 360 μοίρες . Τα κύριο πλεονέκτημα τους είναι ότι δεν απαιτήστε ιχνηλάτηση της πορείας του ανέμου για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης η συντήρησή της είναι πιο εύκολη καθώς τα μηχανολογικά της εξαρτήματα είναι τοποθετημένα χαμηλά σε σχέση με το έδαφος . Τέλος συμπαντική διαφορά σε σχέση με τις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα είναι ότι περιλαμβάνουν ένα ρυθμιστεί τάσης σε σκοπό την σταθεροποίηση της τάσης που παράγεται, παράγουν μικρότερες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος.



Σχήμα 1.6: Ανεμογεννήτρια κάθετου άξονα

1.2.3 Αιολικά πάρκα

Τα αιολικά πάρκα απαρτίζονται από ανεμογεννήτριες τοποθετημένες σε συγκεκριμένη θέσης και απόσταση μεταξύ τους , με στόχο την μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Τα αιολικά πάρκα χωρίζονται σε χερσαία και θαλάσσια.

Τα χερσαία αιολικά πάρκα, η εγκατάστασή τους γίνεται σε μέρος όπου πληροί της κατάλληλες προϋποθέσεις:

- ❖ Ελάχιστη απόσταση 3 χιλιόμετρα από την πλησιέστερη ακτογραμμή
- ❖ Υψηλή ένταση ανέμου
- ❖ Μεγάλο υψόμετρο

Έτσι επιτυγχάνετε η καλύτερη εκμετάλλευση του ανέμου και συνεπώς μέγιστη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο αξίζει να αναφερθεί ότι το μέρος το οποίο θα επιλεγεί δεν αλλοιώνετε ,αντίθετα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε αγροτική καλλιέργεια.



Σχήμα 1.7: Χερσαίο αιολικό πάρκο

Τα θαλάσσια αιολικά πάρκα είναι εγκατεστημένα σε θάλασσες οι οποίες απέχουν τουλάχιστον 10 χιλιόμετρα από την ακτή. Στη θάλασσα η ένταση του ανέμου είναι υψηλότερη σε σχέση με την ξηρά αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αυξημένη εκμετάλλευση του ανέμου. Αντίθετα το κόστος εγκαταστάσεις είναι πιο ακριβό σε σχέση με τα χερσαία αιολικά πάρκα, διότι η τοποθέτηση και η στήριξη ανεμογεννητριών γίνεται υποθαλάσσια αυτό είναι πιο δύσκολο και απαιτεί επιπρόσθετες μελέτες.



Σχήμα 1.8: Θαλάσσιο αιολικό πάρκο

1.3 Ηλιακή ενέργεια

Η ηλιακή ενέργεια είναι μία από τις πιο διαδεδομένες πηγές ενέργειας στην κατηγορία των Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η δημιουργία της οφείλετε στην κύρια πηγή ενέργειας της Γης που είναι ο ήλιος . Η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια της γής με αποτέλεσμα να δημιουργούνε διάφορες μορφές ενέργειας όπως η φωτεινή, θερμική, ακτινοβολίας. Η ενέργεια που λαμβάνετε από τον ήλιο είναι ανεξάντλητη χωρίς να υπάρχουν περιορισμοί στην εκμετάλλευσή της. Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται ως εξής:

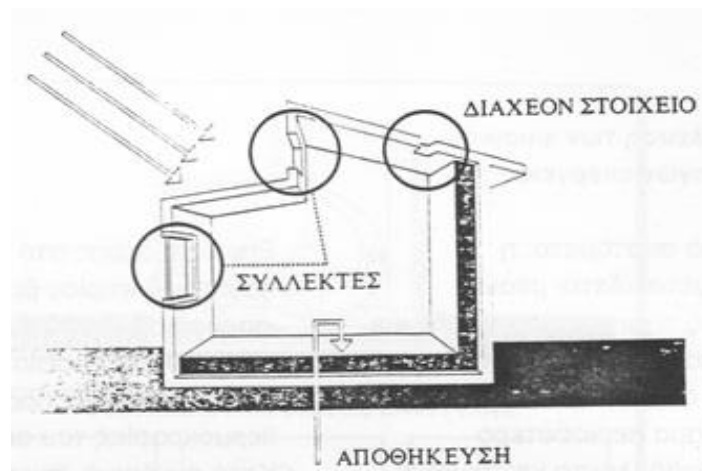
- ❖ Παθητικά ηλιακά συστήματα
- ❖ Ενεργητικά ηλιακά συστήματα
- ❖ Φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα

1.3.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα τα συναντάμε στο περίβλημα του κτιρίου και αλληλοεπιδρούν με το εξωτερικό περιβάλλον. Ο στόχος είναι να αποθηκεύουν την ηλιακή ενέργεια στα τοιχώματα και με βάση τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου την διανέμουν κατάλληλα . Τα παθητικά ηλιακά συστήματα κατηγοριοποιούν τε ως εξής:

- ❖ Αμέσου κέρδους
- ❖ Έμμεσου κέρδους

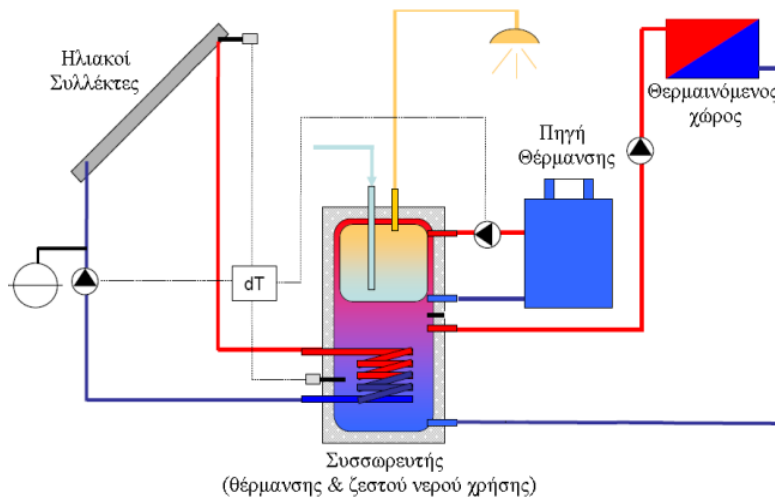
Αρχικά, τα παθητικά ηλιακά συστήματα άμεσου κέρδους περιλαμβάνουν στοιχεία όπως ειδικές μονώσεις οι οποίες προστατεύουν το κτίριο , ώστε να μην υπάρξουν ενεργειακές απώλειες στο εσωτερικό του με τις απότομες αλλαγές τις θερμοκρασίας. Επιπλέον η τεχνολογία τους στηρίζεται σε ειδικά διαμόρφωνα τζάμια που απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης διαθέτουν θερμομονωτικά δομικά υλικά για την συσσώρευση της ηλιακής ενέργειας και φροντίζουν για την διανομή της στο εσωτερικό του κτιρίου σε μορφή θερμότητας. Όλα τα παραπάνω έχουν ως συνέπεια να βελτιώνουν της συνθήκες διαβίωσης στο εσωτερικό του κτιρίου καθώς εξοικονομείτε ενέργεια και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσω θέρμανσης κυρίως τους χειμερινούς μήνες , τους θερινούς μήνες είναι αναγκαίο να υπάρχει ηλιοπροστασία. Παράλληλα, τα συστήματα έμμεσου κέρδους περιλαμβάνουν μια σειρά από στοιχεία αποθήκευσης και διανομής ηλιακής ενέργειας. Συγκεκριμένα είναι τα συστήματα τείχος μάζας και τείχος tramble.



Σχήμα 1.9: Παθητικό ηλιακό σύστημα

1.3.2 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα διαφέρουν από τα παθητικά καθώς δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια και μέσα από τα κατάλληλη επεξεργασία φροντίζουν για την παραγωγή και την διανομή ζεστού νερού σε ένα κτίριο αυτό επιτυγχάνετε μέσω ηλιακού συλλέκτη. Συγκεκριμένα , ο ηλιακός συλλέκτης διαθέτει πλάκες η οποίες έχουν την δυνατότητα να απορροφούν την ηλιακή ακτίνες που προσπίπτουν, εξωτερικά φέρουν γυάλινο περίβλημα και πλαστικό. Εσωτερικά είναι φτιαγμένα από ειδικά υλικά προκειμένου να αυξηθεί η απορροφητικότητα της πλάκας στο μέγιστο βαθμό.



Σχήμα 1.10: Θερμικό ηλιακό ενεργητικό σύστημα

1.3.3 Φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα απαρτίζονται από ένα η περισσότερα φωτοβολταϊκά πλαίσια κατάλληλα συνδεδεμένα μεταξύ τους. Χωρίζονται σε μονοκρυσταλλικά και πολυκρυσταλλικά. Είναι φτιαγμένα από ημιαγωγούς οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους. Μόλις η ηλιακή ακτινοβολία προσκρούσει πάνω στα φωτοβολταϊκά πλαίσια απορροφάτε και μετατρέπετε σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα απαρτίζονται από:

- ❖ Φωτοβολταϊκά πλαίσια
- ❖ Συσσωρευτές
- ❖ Ρυθμιστές φόρτισης
- ❖ Αντιστραφείς
- ❖ Γεννήτρια
- ❖ Σύστημα παρακολούθησης μπαταριών
- ❖ Καλώδια

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα διαιρούνται σε αυτόνομα, υβριδικά, διασυνδεδεμένα στο δίκτυο. Επίσης μπορούν να εγκατασταθούν σε ειδικές βάσεις στήριξης σε στέγες ή στο έδαφος για την συγκρότηση ενός φωτοβολταϊκού πάρκου. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι ένας εναλλακτικός τρόπος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας διότι δεν μολύνουν το περιβάλλον , δεν ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα ,

είναι κερδοφόρα , είναι αθόρυβα. Η παραγωγή ποσότητας της ηλεκτρικής ισχύος ποικίλοι. Ανάλογα την εγκατάσταση και των αριθμό των φωτοβολταϊκών πλαισίων μπορούν να παράγουν ενέργεια μεγάλης ή μικρής ισχύος. Η απόδοση τους εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως:

- ❖ Η κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων
- ❖ Η ηλικία των φωτοβολταϊκών πλαισίων
- ❖ Συστήματα ιχνηλάτηση ηλιακής ακτινοβολίας
- ❖ Έγκυρη συντήρηση αν έτος
- ❖ Σωστός προσανατολισμός των φωτοβολταϊκών πλαισίων
- ❖ Σωστή μελέτη του εδάφους για την ύπαρξη τυχόν ανωμαλιών
- ❖ Η ένταση του ανέμου
- ❖ Κατάλληλο μέγεθος των συσσωρευτών
- ❖ Θερμοκρασία



Σχήμα 1.11: Φωτοβολταϊκό πάρκο



Σχήμα 1.12: Φωτοβολταϊκά στέγης

1.4 Υδροηλεκτρική ενέργεια

Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι μία αμιγώς ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία παράγεται με την βοήθεια του νερού . Συγκεκριμένα όταν το νερό ρέει σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο αποκτάει δυναμική ενέργεια, μόλις μετακινηθεί σε περιοχές με χαμηλότερο υψόμετρο η δυναμική ενέργεια που είχε μετατρέπεται σε κινητική. Με την κατασκευή των υδροηλεκτρικών έργων όπως υδροταμιευτήρες , διώρυγες φυγής , κλειστή αγωγή, γίνεται εφικτή η μέγιστη εκμετάλλευση του νερού για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και την ενσωμάτωση της στο δημόσιο δίκτυο . Η υδροηλεκτρική ενέργεια διαιρείται σε:

- ❖ Έργα μικρής κλίμακας. Ειδικότερα η κατασκευή τέτοιων έργων είναι πιο απλή και πιο οικονομική καθώς τοποθετήστε δίπλα σε ποτάμια, κανάλια και λίμνες αυτό έχει ως συνέπεια να είναι φιλικό προς το περιβάλλον . Συνήθως μικρής κλίμακας χαρακτηρίζονται έργα κάτω των 30 MW τα οποία δεν περιλαμβάνουν μεγάλα φράγματα και ταμιευτήρες.
- ❖ Έργα μεγάλης κλίμακας. Συγκεκριμένα η δημιουργία τέτοιων υδροηλεκτρικών έργων απαιτεί προσεκτικές μελέτες από τους μηχανικούς και ακριβής διαστασιολόγηση ,περιλαμβάνει την κατασκευή μεγάλων φραγμάτων και την αποθήκευση ύδατος αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αλλοιώνει την αισθητικοί της περιοχής και έχει αργίτικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.



Σχήμα 1.13: Παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργεια

1.4.1 Υδροηλεκτρική σταθμοί

Ο υδροηλεκτρικός σταθμός έχει την δυνατότητα να μετατρέψει την κινητική ενέργεια του νερού σε μηχανική και έπειτα σε ηλεκτρική. Για την υλοποίηση ενός τυπικού υδροηλεκτρικού σταθμού χρειάζονται τα παρακάτω:

- ❖ Υδροστρόβιλος
- ❖ Φράγμα

- ❖ Εκκενωτής
- ❖ Υδροληψία
- ❖ Διώρυγα προσαρμογής νερού
- ❖ Αγωγός πτώσης νερού
- ❖ Αγωγός φυγής νερού
- ❖ Κτηριακή εγκατάσταση
- ❖ Γεννήτριες
- ❖ Πολλαπλασιαστές ταχύτητας
- ❖ Εξοπλισμός αυτόματου ελέγχου
- ❖ Ηλεκτρολογικός Πίνακας προστασίας
- ❖ Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός

Επιπρόσθετα, για την περάτωση έργου πρέπει να εκπονηθούν ορισμένες μελέτες από τους μηχανικούς να αξιολογήσουν το χώρο και το έδαφος και να λάβουν υπόψη τους τις τοπικές συνθήκες που επικρατούν . Επιπλέον , να υπολογιστούν οι δαπάνες για την υλοποίηση του έργου έτσι ώστε να υπάρξει επιτυχία.



Σχήμα 1.14: Υδροηλεκτρικός σταθμός

1.4.2 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα υδροηλεκτρικής ενέργειας

Τα πλεονεκτήματα της υδροηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι:

- ❖ Άμεση παραγωγή επιπρόσθετης παραγωγής ενέργειας και η διανομή της στο δημόσιο δίκτυο εφόσον χρειαστεί
- ❖ Δυνατότητα κάλυψης διάφορων αναγκών μέσω των υδροταμιευτηρίων.
- ❖ Είναι μία αμιγώς ανανεώσιμη πηγή ενέργειας φιλική στο περιβάλλον
- ❖ Ανεξάντλητη πηγή ενέργειας

- ❖ Εκτεταμένη γεωγραφικά
- ❖ Συμβάλει στην οικονομική ανάπτυξη μιας περιοχής
- ❖ Αθόρυβοι

Τα μειονεκτήματα είναι :

- ❖ Αυξημένο κόστος κατασκευής
- ❖ Μεγάλο χρονικό εύρος για την τελειοποίηση του έργου
- ❖ Διάβρωση του οικοσυστήματος στην περιοχή όπου θα υλοποιηθεί
- ❖ Διάβρωση χλωρίδας και πανίδας
- ❖ Αυξημένος κίνδυνος λόγω σεισμικής δόνησης

1.5 Βιομάζα

Η βιομάζα είναι από τις πιο διαδεδομένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Προέρχεται από βιολογική ύλη που περιέχει υλικά άμεσα ή έμμεσα από κάθε ζωντανό οργανισμό. Από την παλαιά εποχή η βιομάζα ήταν ευρέως γνωστή καθώς οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν οργανική ύλη για την μαγειρική ή την θέρμανσή τους. Οι κατηγορίες βιομάζας είναι:

- ❖ Ξυλώδης, προέρχεται κυρίως από τα δέντρα. Αρχικά καλλιεργούνται δενδροκομικές εκτάσεις με σκοπό την συλλογή κάθε στοιχείου όπως φύλλα, κλαδιά, κορμούς ,πριονίδια και την χρησιμοποίησή τους ως καύσιμη ύλη.
- ❖ Μη ξυλώδης, προέρχεται κυρίως από φυτά. Συγκεκριμένα, καλλιέργεια διάφορων φυτών με στόχο την παραγωγή υγρών βιολογικών καυσίμων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού.
- ❖ Βιολογικά απόβλητα, προέρχονται από απόβλητα διάφορων τροφίμων όπως φλούδες φρούτων ή λαχανικών και απόβλητα ζώων. Αυτό έχει ως την παραγωγή ενέργειας μέσω της καύσης τους.



Σχήμα 1.15: Ενέργεια από βιομάζα

1.5.1 Μετατροπή και η χρήση της βιομάζας

Η παραγωγή ενέργειας από την βιομάζα επιτυγχάνεται με μια σειρά από κατάλληλες θερμοχημικές ή βιολογικές διεργασίες . Αναλυτικότερα θερμοχημικές διεργασίες είναι:

- ❖ Απευθείας καύση
- ❖ Αεριοποίηση
- ❖ Πυρόλυση
- ❖ Υδρογονοδιάσπαση
- ❖ Ανθρακοποίηση

Η βιολογικές διεργασίες που θα υποστεί η βιομάζα είναι η ακόλουθες:

- ❖ Αερόβια διάσπαση
- ❖ Αναερόβια διάσπαση
- ❖ Αλκοολική ζύμωση

1.5.2 Πλεονεκτήματα -μειονεκτήματα βιομάζας

Η βιομάζα ως μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα αυτά είναι τα ακόλουθα:

- ❖ Εξύφανση φαινομένου του θερμοκηπίου
- ❖ Ενεργειακή ανεξαρτησία
- ❖ Φιλική στο περιβάλλον και την ατμόσφαιρα
- ❖ Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
- ❖ Ανάπτυξη της οικονομίας

Ωστόσο η αξιοποίηση της βιομάζας εκτός από τα πλεονεκτήματα παρουσιάζει και μερικά μειονεκτήματα όπως:

- ❖ Υψηλό κόστος αξιοποίησης
- ❖ Μεγάλος όγκος και υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία
- ❖ Δυσκολία στην συλλογή, μεταφορά και αποθήκευση της βιομάζας.
- ❖ Αυξημένες δαπάνες για την κατασκευή και την αγορά εξοπλισμού που χρειάζεστε για την αξιοποίηση της βιομάζας
- ❖ Μεγάλη διασπορά

1.6 Γεωθερμική ενέργεια

Η γεωθερμία είναι η ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης. Συγκεκριμένα, μετά από μελέτες και παρατηρήσεις που έχουν γίνει σε φαινόμενα της φύσης όπως θερμές πηγές νερού διαπιστώθηκε ότι στο εσωτερικό της γης επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες αυτή θερμότητα που πηγάζει από το υπέδαφος αποτελεί την γεωθερμική ενέργεια. Από την αρχαία εποχή έως και σήμερα οι άνθρωποι χρησιμοποιούν της θερμικές πηγές καθώς επιδρούν θετικά στην υγεία τους. Ένας εναλλακτικός τρόπος συλλογής και αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας είναι μέσω γεώτρησης. Η γεωθερμική ενέργεια να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές όπως:

- ❖ Οικιακή θέρμανση
- ❖ Αγροτικές εφαρμογές
- ❖ Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας



Σχήμα 1.16: Αξιοποίηση γεωθερμικής ενέργειας

1.6.1 Περιγραφή τυπικού γεωθερμικού συστήματος

Αρχικά, με την βοήθεια της γεώτρησης δημιουργείτε μια μεγάλη τρύπα αρκετών μέτρων στο υπέδαφος με σκοπό την άντληση ζεστού νερού. Επίσης τοποθετούνε ειδικά μηχανήματα για την την βέλτιστη μεταφορά της θερμότητας από το υπέδαφος τα οποία ονομάζονται θερμικές αντλίες. Τα συγκεκριμένα μηχανήματα λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο όπως τα κλιματιστικά χώρου η μοναδική διαφορά τους είναι ότι αντλούν αέρα από το υπέδαφος σε αντίθεση με τα κλιματιστικά που αντλούν εξωτερικό αέρα. Η συγκεκριμένη εγκατάσταση απαρτίζεται από μια σειρά κατακόρυφους και οριζόντιους σωλήνες μήκους άνω των 35 μέτρων οι οποίοι τοποθετούνε κάτω από το έδαφος και συνδέονται στην επιφάνεια με ένα κλειστό κύκλωμα στο οποίο μεταφέρουν το ζεστό νερό από το εσωτερικό της γης. Έπειτα μέσω της αντλίας θέρμανσης γίνεται η μεταφορά της θερμότητας στο εσωτερικό χώρο του κτιρίου.



Σχήμα 1.17: Τυπικό γεωθερμικό σύστημα

1.6.2 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα γεωθερμικής ενέργειας

Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έχει μια σειρά από ορισμένα πλεονεκτήματα όπως :

- ❖ Δεν επιβαρύνετε το περιβάλλον σε αντίθεση με άλλες πηγές ενέργειας
- ❖ Δυνατότητα συνεχόμενης ροής ενέργειας
- ❖ Ανεξάντλητη πηγή ενέργειας
- ❖ Ελάχιστο κόστος χρήσης και συντήρησης
- ❖ Εύκολη και ασφαλή μεταφορά υλικών εγκατάστασης
- ❖ Δεν καταλαμβάνει μεγάλες εκτάσεις γής
- ❖ Προσφέρει ενεργειακή ανεξαρτησία
- ❖ Αθόρυβοι πηγή ενέργειας
- ❖ Συμβάλει στον υγιεινότερο τρόπο θέρμανσης

Ωστόσο η συγκεκριμένη πηγή ενέργειας φέρει και σημαντικά μειονεκτήματα όπως:

- ❖ Συχνές θερμικές μεταβολές του εδάφους ανάλογα την εποχή
- ❖ Κίνδυνος βλάβης σωληνώσεων κατά την μεταφορά θερμότητας
- ❖ Υψηλό κόστος γεώτρησης
- ❖ Απαιτείται αυξημένες ποσότητες νερού

1.7 Θαλάσσια ενέργεια

Η θαλάσσια ενέργεια προέχεται από την εκμετάλλευση της δυναμικής ενέργειας των κυμάτων και μέσω κατάλληλων μηχανημάτων παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια. Στη ανάπτυξη αυτής της ενέργειας συμβάλει και ο άνεμος ο οποίος δημιουργεί το κυματικό δυναμικό. Η δυναμική ενέργεια των κυμάτων διαφέρει σε κάθε περιοχή. Από τα παλαιά εποχή οι άνθρωποι εκμεταλλεύονταν την κυματική ενέργεια μέσω μιας μηχανής που λέγεται νερόμυλος και έτσι κάλυπταν της ανάγκες τους. Η μορφές ενέργεια που παράγει η θάλασσα διακρίνονται σε:

- ❖ Κυματική
- ❖ Παλιρροϊκή
- ❖ Ωκεανική
- ❖ Θερμοδυναμική

1.7.1 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την θάλασσα

Στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας συμβάλουν διάφορα συστήματα που κατασκεύασε ο άνθρωπος. Αρχικά, τα πλωτά συστήματα είναι φτιαγμένα με τέτοιο τρόπο ώστε το ένα μέρος τους να είναι πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και κα το υπόλοιπο μέρος κάτω από την επιφάνεια , για να παράγουν ενέργεια χρησιμοποιούν την άνοδο και την κάθοδο των κυμάτων. Ειδικότερα, αποτελούνται από ένα ειδικό εξάρτημα στην κορυφή τους με το οποίο τους βοηθάει να συντονίζονται με την δυναμικότητα των κυμάτων με αποτέλεσμα να ανεβαίνουν και να κατεβαίνουν μαζί με τα κύματα. Έπειτα η παλμική κίνηση που δημιουργήστε προσπίπτει πάνω σε μία ηλεκτρική γεννήτρια με αποτέλεσμα να παράγετε ηλεκτρική ενέργεια και μέσα από υποβρύχια καλώδια μεταφέρετε στην στεριά .



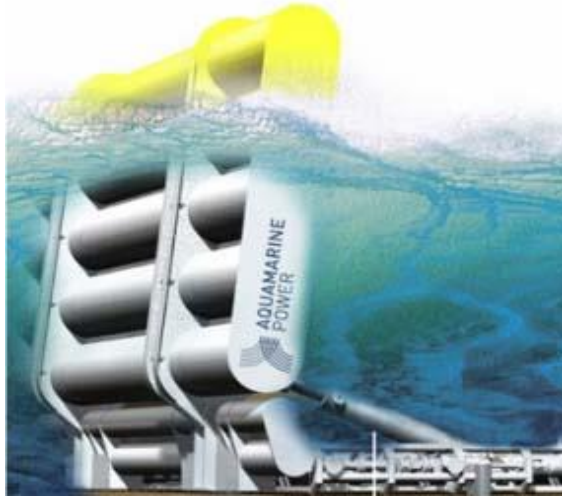
Σχήμα 1.18: Πλωτό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Επίσης, συστήματα ταλαντευόμενης στήλης. Ειδικότερα, είναι τοποθετημένα στην στεριά με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι μερικώς βυθισμένα στο νερό. Η λειτουργία τους οφείλετε στην κίνηση των κυμάτων τα οποία στο εσωτερικό δημιουργούν μια στήλη νερού, η στήλη γεμίζει με νερό με την άνοδο του κύματος και αδειάζει με την κάθοδο αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργείτε μία διαφορά πίεσης του αέρα που υπάρχει στο εσωτερικό με αποτέλεσμα να οδηγεί τον αέρα να περιστρέψει μια τουρμπίνα η οποία δημιουργεί την ηλεκτρική ενέργεια. Αμέσως μετά μεταφέρεται στο δίκτυο μέσω ειδικής καλωδίωσης.



Σχήμα 1.19: Σύστημα ταλαντευόμενης στήλης

Επιπρόσθετα, συστήματα οριζόντιας κατεύθυνσης τοποθετούνται κάθετα στην διεύθυνση της θάλασσας εξωτερικά αποτελείτε από μία βάση η οποία είναι στεριωμένη στο βυθό της θάλασσας, μία πλάκα η οποία είναι ενσωματωμένη στην βάση όπου η κορυφή της βρίσκεται έξω από το νερό. Λειτουργεί σε συντονισμό με τα κύματα και στέλνει το νερό μέσω ειδικών αγωγών στον υδροηλεκτρικό σταθμό που βρίσκετε στην στεριά με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 1.20: Σύστημα οριζόντιας κατεύθυνσης

1.7.2 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα θαλάσσιας ενέργειας

Κάθε μορφή ανανεώσιμης πηγής ενέργειας έτσι και η θαλάσσια πηγή ενέργειας διακατέχεται από πολλά πλεονεκτήματα όπως:

- ❖ Δωρεάν παραγωγή ενέργειας
- ❖ Χαμηλό κόστος συντήρησης
- ❖ Φιλική προς το περιβάλλον
- ❖ Ικανότητα παραγωγής μεγάλης ποσότητας ενέργειας
- ❖ Ανεξάρτητη καθώς υπάρχει άφθονο νερό στο πλανήτη
- ❖ Σύντομη διάρκεια μελέτης και εγκαταστάσεις
- ❖ Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας

Παράλληλα η θαλάσσια ενέργεια διαθέτει ορισμένα μειονεκτήματα όπως:

- ❖ Η παραγωγή ενέργειας εξαρτάται άμεσα από την συμπεριφορά και την δυναμική ενέργεια των κυμάτων.
- ❖ Σωστή μελέτη εγκατάστασης καθώς είναι σημαντικό να εξεταστεί το κυματικό δυναμικό αν είναι κατάλληλο για παραγωγή ενέργειας
- ❖ Υπάρχει το φαινόμενο του θορύβου
- ❖ Λόγω της έκθεσης των εγκαταστάσεων σε δυσμής καιρικές συνθήκες επιβάλετε ειδική κατασκευή διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος καταστροφείς
- ❖ Υψηλό κόστος μεταφοράς της παραγμένης ηλεκτρικής ενέργειας σε σταθμούς στην στεριά
- ❖ Πιθανή ύπαρξη δημιουργίας ηλεκτρομαγνητικών σημάτων από τα συστήματα με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν προβλήματα στους ζωντανούς οργανισμούς που κατοικούν στην θάλασσα
- ❖ Η συγκεκριμένες εγκαταστάσεις ενδείκνυται να παρουσιάσουν μία τάση αδρανοποίησης του νερού κυρίως σε κόλπους και εκβολές ποταμών αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρξουν αρνητικές επιπτώσεις στα ψάρια

1.8 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Τα πλεονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι:

- ❖ Θεωρούνται ανεξάντλητες πηγές ενέργειας
- ❖ Συμβάλουν στην ανεξαρτησία από τις συμβατικές πηγές ενέργειας
- ❖ Φιλικές προς το περιβάλλον
- ❖ Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
- ❖ Μειωμένο κόστος χρήσης τους
- ❖ Ανάπτυξη της οικονομίας καθώς αυτό επιτυγχάνετε με της επένδυσης πάνω στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Τα μειονεκτήματα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι:

- ❖ Μικρό κόστος απόδοσης
- ❖ Χαμηλή ενεργειακή απόδοση με αποτέλεσμα να λειτουργούν συνδυαστικά με της μη ανανεώσιμες πηγές
- ❖ Εξάρτηση της παραγωγής ενέργειας από το τόπο, την εποχή και τις καιρικές συνθήκες.
- ❖ Μερικές μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παρέχουν έντονο θόρυβο

1.9 Ενεργειακή κατάσταση της Ευρώπης

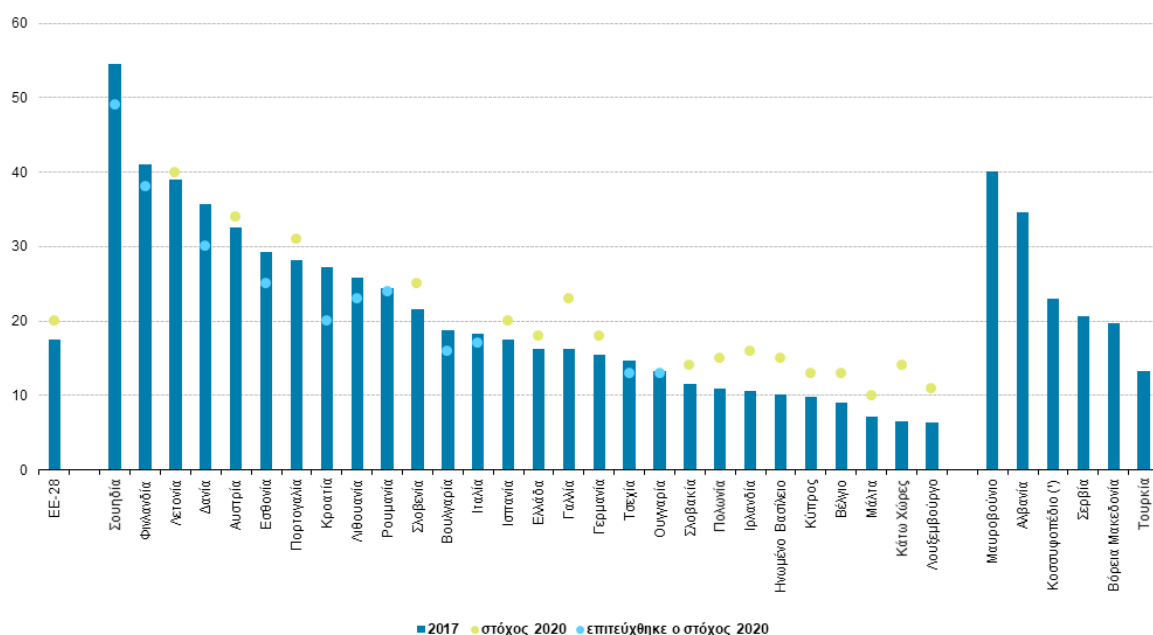
Για πολλά χρόνια μέχρι και σήμερα τα κράτη-μέλη της Ευρώπης χρησιμοποιούσαν συμβατές πηγές ενέργειας όπως γαιάνθρακες, πετρέλαιο, φυσικό αέριο για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Με το πέρασμα του χρόνου η ενεργειακές ανάγκες των κρατών μελών άρχισαν να αυξάνονται αυτό οδήγησε και στην άνοδο των τιμών της ενέργειας. Παράλληλα παρατηρήθηκαν περιβαλλοντικά προβλήματα με την χρήση των συγκεκριμένων μορφών ενέργειας όπως:

- ❖ Το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- ❖ Τρύπα του όζοντος
- ❖ Απότομη κλιματική αλλαγή
- ❖ Ατμοσφαιρική ρύπανση
- ❖ Μόλυνση των υδάτων
- ❖ Καταστροφή δασικών εκτάσεων
- ❖ Καταστροφή του οικοσυστήματος

Η ανάγκη για την αντιμετώπιση αυτών το προβλημάτων αλλά και η βελτίωση της ποιότητας ζωής οδήγησε την Ευρώπη να στραφεί στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Μελέτες έχουν δείξει ότι η ένταξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι η ιδανικότερη λύση καθώς θα ωφελήσει οικονομικά και περιβαλλοντικά τα κράτη μέλη της Ευρώπης. Ωστόσο το ποσοστό ενέργειας που θα πρέπει να καλυφθεί είναι μεγάλο με από αποτέλεσμα η ένταξη αυτών των πηγών να γίνεται σταδιακά, η Ευρώπη για να προώθηση και να συμβάλει στην ομαλή ένταξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κράτη μέλη έθεσε κάποιους στόχους όπως:

- ❖ Επενδύσεις , δημιουργία πράσινων κτιρίων τα οποία θα είναι σε ένα ποσοστό ενεργειακά ανεξάρτητα
- ❖ Δημιουργία μίας νέας Ευρωπαϊκής αγοράς ενέργειας
- ❖ Διασφαλίσει δικαιωμάτων των καταναλωτών σχετικά με την προμήθεια την ενέργειας
- ❖ Απονομή δικαιώματος και των ίδιων των καταναλωτών για ατομική παραγωγή ενέργειας
- ❖ Μείωση τις χρονοβόρας διαδικασίας κυρίως για έκδοση αδειών
- ❖ Δέσμευση οικονομικής εξασφαλίσεις των επενδυτών
- ❖ Προσέλκυση εξωτερικών κρατών για την πώληση ενέργειας
- ❖ Δικαίωμα ελεύθερης επιλογής των των πολιτών για την μετάβασή τους στις νέες μορφές ενέργειας.

Μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, 2017
 (% επί της ακαθάριστης τελικής ενεργειακής κατανάλωσης)



(*) Η ονομασία αυτή χρησιμοποιείται με επιφύλαξη των θέσεων ως προς το καθεστώς και συνάδει με την απόφαση 1244(1999) του Συμβουλίου Ασφαλείας των Ηνωμένων Εθνών και τη γνώμη του Διεθνούς Δικαστηρίου σχετικά με τη διακήρυξη της ανεξαρτησίας του Κοσσυφοπεδίου.
 Πηγή: Eurostat (επιγραμματικός κωδικός δεδομένων: nrg_ind_gen)

Σχήμα 1.21: Ποσοστά ενεργειακής κάλυψης από ανανεώσιμες πηγές στην Ευρώπη

Κεφάλαιο 2ο: Περί Φωτοβολταϊκών

2.1 Εισαγωγή

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι κομμάτι των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Πρακτικά τα φωτοβολταϊκά είναι ένα δημιούργημα του ανθρώπου που έχει σκοπό την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική αυτό ορίζεται ως φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε από τον Γάλλο φυσικό Alexandre-Edmond Becquerel το 1839. Τα φωτοβολταϊκά αποτελούνται από ημιαγωγούς οι οποίοι συνδέονται κατάλληλα μεταξύ τους ώστε να απορροφούν πλήρως την ηλιακή ακτινοβολία και την μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια. Στο παρόν κεφάλαιο θα περιγράψουμε την λειτουργία τους θα μελετήσουμε την δομή τους και θα δούμε πως με την χρήση τους θα μας ωφελήσουν στο παρόν και στο μέλλον.

2.2 Περιγραφή φωτοβολταϊκών πλαισίων

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια αποτελούν το κύριο μέρος ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, η κατασκευή τους πρέπει να είναι ελαφριά ώστε να μπορούν να μεταφερθούν με ασφάλεια και να συναρμολογούν. παράλληλα είναι ανθεκτικά ώστε να μπορούν να ανταπεξέλθουν στα δυσμενή καιρικά φαινόμενα. Επίσης ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο για να λειτουργεί σωστά θα πρέπει να μπορεί να φορτίσει πλήρως έναν συσσωρευτή. Η ομαδοποίηση των φωτοβολταϊκών στοιχείων τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους αποτελούν μια φωτοβολταϊκή συστοιχία. Ειδικότερα ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο αποτελείται από:

- ❖ Φωτοβολταϊκές κυψέλες: είναι φτιαγμένες σε σχήμα τετραγώνου μικρών διαστάσεων 36 κυψέλες συγκροτούν ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο.



Σχήμα 2.1: Φωτοβολταϊκή κυψέλη

- ❖ Μεταλλικά πλαίσια
- ❖ Γυάλινη επιφάνεια: βρίσκεται μπροστά από τις κυψέλες
- ❖ Μονωτικό υλικό: χρησιμοποιείται για να προστατέψει τα στοιχεία εσωτερικά από εξωτερικές επιδράσεις
- ❖ Προστατευτικό φύλλο: βρίσκεται στο πίσω μέρος του φωτοβολταϊκού πλαισίου, προστατεύει εσωτερικά το πλαίσιο παρεμποδίζοντας την υγρασία ή την διαρροή θερμότητας



Σχήμα 2.2: Φωτοβολταϊκό πλαίσιο

Δύο ή περισσότερα φωτοβολταϊκά στοιχεία μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους σύμφωνα με το παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2.1: Σύνδεση φωτοβολταϊκών στοιχείων

Σύνδεση	Πόλωση	Συνολική τάση	Συνολικό ρεύμα
Σε σειρά	Θετικά-αρνητικά Θετικά-αρνητικά	$V_{ολικό} = V_{κυψέλης1} + V_{κυψέλης2}$	$I_{ολικό} = σταθερό$
Παράλληλα	Θετικά-θετικά Αρνητικά-αρνητικά	$V_{κυψέλης1} = V_{ολικό}$ $V_{κυψέλης2} = V_{ολικό}$	$I_{ολικό} = I_{κυψέλης1} + I_{κυψέλης2}$

2.3 Τεχνολογίες φωτοβολταϊκών πλαισίων

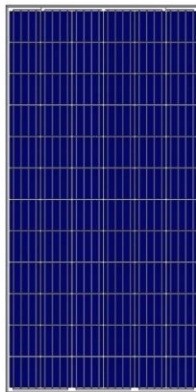
Σύμφωνα με τα υλικά κατασκευής των φωτοβολταϊκών στοιχείων τα φωτοβολταϊκά πλαίσια διακρίνονται σε:

- ❖ Μονοκρυσταλλικά: ο συγκεκριμένος τύπος πλαισίου έχει απόδοση 15% έως 18% το κάθε πλαίσιο. Το κύριο πλεονέκτημα των μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ότι έχουν καλύτερη σχέση απόδοσης-επιφάνειας. Επίσης είναι αυξημένο το κόστος παραγωγής τους διότι η κατασκευή τους είναι περίπλοκη. Τα συναντάμε συνήθως σε μαύρων ή μπλε σκούρο.



Σχήμα 2.3: Μονοκρυσταλλικό πλαίσιο

- ❖ Πολυκρυσταλλικά: είναι φτιαγμένα από κυψέλες μικρού τμήματος έχουν πάχος 0,3mm. Είναι τα πιο διαδεδομένα και πιο επικρατέστερα παγκοσμίως για την χρήση τους. Η διαδικασία παραγωγής τους είναι πιο εύκολη σε σχέση με τα μονοκρυσταλλικά και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έχουν χαμηλό κόστος. Η απόδοσή τους κυμαίνεται από 11% έως 15% τα συναντάμε κυρίως σε γαλάζιο χρώμα.



Σχήμα 2.4: Πολυκρυσταλλικό πλαίσιο

- ❖ Πλαίσια λεπτού υμενίου: τα συγκεκριμένα πλαίσια διαθέτουν μια διαφοροποιημένη τεχνολογία κατασκευής σε σχέση με τις προηγούμενες, τα πλαίσια κατασκευάζονται από την επεξεργασία Άμορφου πυριτίου, Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός, Τελουριούχο Κάδμιο, Αρσενικούχο Γάλλιο. Τα πλαίσια άμορφου πυριτίου απαρτίζονται από ταινίες λεπτών επιστρώσεων. Το κύριο πλεονέκτημά είναι το χαμηλό κόστος καθώς στην διαδικασία παραγωγής τους χρησιμοποιείται μικρή ποσότητα πυριτίου. Επιπλέον, παρατηρήθηκε στις μεγάλες θερμοκρασίες έχουν μεγαλύτερη απόδοση και βέλτιστη απόδοση σε σχέση με τα κρυσταλλικά συγκεκριμένα όταν έχει συννεφιά. Τα συγκεκριμένα πλαίσια αποτελούν την ιδανικότερη λύση όταν πρόκειται να τοποθετηθούν σε χώρους με σκίαση. Ωστόσο το κύριο μειονέκτημά τους είναι η σχετικά χαμηλές αποδόσεις που προσφέρουν περίπου 11%.



Σχήμα 2.5: Πλαίσιο λεπτού υμενίου

- ❖ Υβριδικά πλαίσια: τα συγκεκριμένα πλαίσια συνδυάζουν τεχνολογίες διάφορων υλικών. Τα πιο διαδεδομένα υβριδικά πλαίσια είναι αυτά που έχουν φτιαχτεί με δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου και μία στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Τα πλαίσια έχουν μεγάλο βαθμό απόδοσης περίπου 19% . Επίσης διαθέτουν καλή προσαρμοστικότητα στις απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας. Τα αρνητικό στα υβριδικά πλαίσια είναι ότι έχουν μεγάλο κόστος παραγωγής.



Σχήμα 2.6: Υβριδικό φωτοβολταϊκό πλαίσιο

Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια με βάση τα χαρακτηριστικά τους διαφοροποιούνται μεταξύ τους ως προς:

- ❖ Μέγιστη ισχύς
- ❖ Τάση μέγιστης ισχύος
- ❖ Ρεύμα μέγιστης ισχύος
- ❖ Τάση ανοιχτού κυκλώματος
- ❖ Ρεύμα βραχυκύκλωσης
- ❖ Μέγιστη τάση συστήματος
- ❖ Μέγιστο ονομαστικό ρεύμα υπερένταση
- ❖ Συντελεστές θερμοκρασίας

2.4 Πιθανές βλάβες σε φωτοβολταϊκά πλαίσια

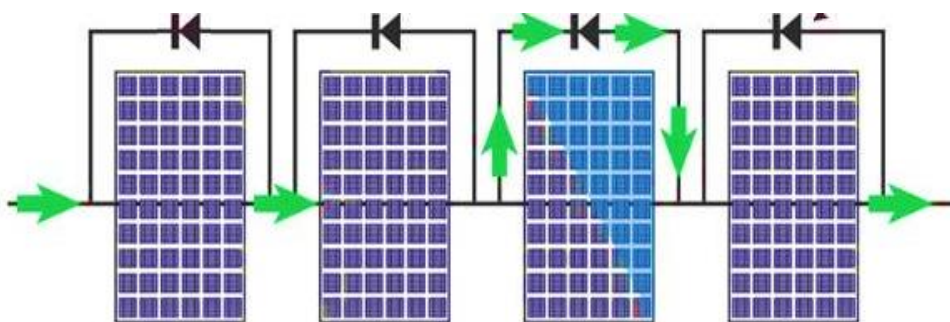
Αρχικά, για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ανάγκη να διεξαχθούν στοχευμένες μελέτες από έμπειρους μηχανικούς προκειμένου να μην υπάρξουν προβλήματα. Ωστόσο πολλές φορές παρατηρούνται ορισμένες αστοχίες στην εγκατάσταση με αποτέλεσμα να δημιουργούνε βλάβες οι οποίες επηρεάζουν άμεσα την απόδοση των φωτοβολταϊκών και μπορούν να εξελιχθούν επικίνδυνα σε ορισμένες περιπτώσεις:

- ❖ Βλάβη γειώσεων: Συγκεκριμένα η γείωση του κυκλώματος συνδέετε με έναν αγωγό που φέρει συνεχές ρεύμα, ο αγωγός υπάρχει πιθανότητα να βραχυκυκλωθεί τυχαία ή από αμέλεια μηχανικού ακουμπώντας κάποιο αντικείμενο η καλώδιο πάνω στο γειωμένο αγωγό. Αν δεν εντοπιστεί η βλάβη γρήγορα υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης.
- ❖ Βλάβη λόγω ανοιχτού κυκλώματος: Ειδικότερα, όταν ένας αγωγός μεταφέρει ρεύμα υπάρχει πιθανότητα να ραγίσει και να σπάσει αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργείται ανοιχτό κύκλωμα στο σημείο και η φωτοβολταϊκές μονάδες υπολειτουργούν, το φερόμενο αυτό μπορεί να προκληθεί από φθαρμένα καλώδια.
- ❖ Βλάβη λόγω ασυμφωνίας: Όταν ένα μέρος κυψελών του φωτοβολταϊκού πλαισίου αλλάξει, δημιουργείτε πρόβλημα στην επικοινωνία μεταξύ των φωτοβολταϊκών μονάδων αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειώνετε η απόδοση. Η συγκεκριμένη βλάβη μπορεί να προκύψει από εξωτερικούς παράγοντες όπως η σκίαση από τα κλαδιά ενός δέντρου, σκόνης, χιόνι.
- ❖ Βλάβη λόγω σκίασης: Η σκίαση των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι σύνηθες φαινόμενο διακρίνεται σε δύο κατηγορίες την μερική και την ολική σκίαση η πιο συχνή είναι η μερική σκίαση, δημιουργεί πρόβλημα στην λειτουργία των φωτοβολταϊκών κυψελών καθώς δεν μπορεί να κυλίσει η ηλιακή ακτινοβολία αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζονται όλα τα πλαίσια και να υπάρχει ο κίνδυνος υπερθέρμανσης των κυψελών. Συνήθως η σκιάσεις έχουν σύντομη χρονική διάρκεια και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις καιρικές συνθήκες. Για την αντιμετώπιση των σκιάσεων ο μηχανικός θα πρέπει να χρησιμοποιήσει κατάλληλα υλικά-εργαλεία στην εγκατάσταση ώστε να αποδίδουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και σε συνθήκες σκίασης.



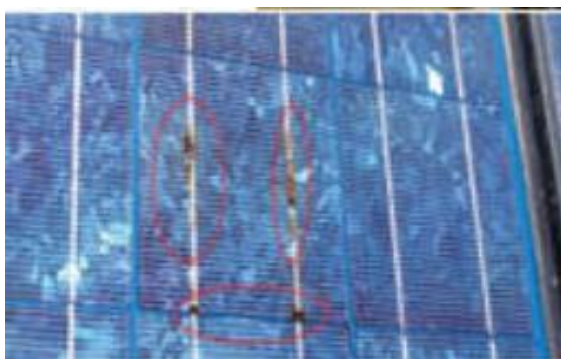
Σχήμα 2.7: Μερική σκίαση φωτοβολταϊκών πλαισίων

- ❖ Βλάβη λόγω διόδων παράκαμψης: Οι διόδοι παράκαμψης έχουν την δυνατότητα να περιορίσουν το φαινόμενο της σκίασης στα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Επιπλέον, συμβάλουν στην ασφάλεια και την αύξηση της ενεργειακής παραγωγής. Συγκεκριμένα, οι διόδοι συνδέονται παράλληλα και ανάστροφα σε κάθε φωτοβολταϊκή κυψέλη αυτό συνεπάγεται στον περιορισμό της ανάστροφης τάσης που δημιουργείται σε μία σκιασμένη κυψέλη. Όταν η τάση κυψέλες βρίσκονται σε καθεστώς πλήρους απορροφήσεις της ηλιακής ακτινοβολίας οι διόδοι δεν λειτουργούν. Μόλις υποστεί κάποια κυψέλη μερική σκίαση δημιουργείται ανάστροφη ισχύ και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ενεργοποιείται η διόδος παράκαμψης μεταφέροντας το ρεύμα προς τις υπόλοιπες κυψέλες με αυτό τον τρόπο διατηρείτε η λειτουργία του φωτοβολταϊκού πλαισίου έχοντας μειωμένη απόδοση. Ωστόσο αν η διόδοι αν δεν συνδεθούν σωστά στο κύκλωμα υπάρχει κίνδυνος βραχυκυκλώματος.



Σχήμα 2.8: Λειτουργία της διόδου παράκαμψης σε μερικώς σκιασμένη κυψέλη

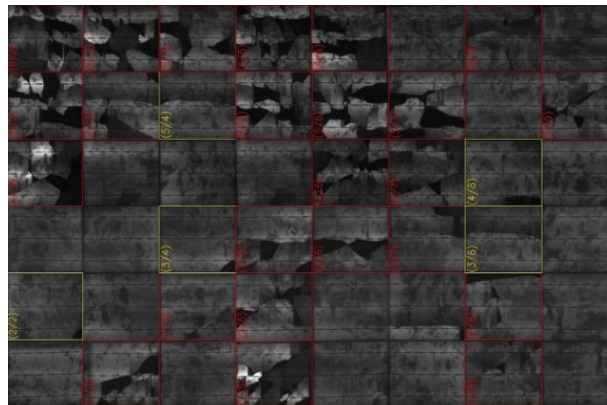
- ❖ Βλάβη λόγω κεραυνού: Ο κεραυνός είναι ένα φυσικό φαινόμενο και έχει επιζήμιες επιπτώσεις σε ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο όπως η διακοπή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, ο κεραυνός δημιουργεί υπερτάσεις στα φωτοβολταϊκά πλαίσια και η ισχύς εξόδου AC του μετατροπέα μεταβάλλεται αισθητά. Αυτό έχει ως συνέπεια την καταστροφή του μετατροπέα, ρυθμιστή φορτώσεις, καλώδια.
- ❖ Βλάβη λόγω γήρανσης: Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια με το πέρασμα του χρόνου αλλοιώνονται τα υλικά τους αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργούνται προβλήματα τα οποία μπορούν να είναι επικίνδυνα για το φωτοβολταϊκό πλαίσιο όπως η υγρασία. Ειδικότερα, όταν βρέχει το νερό της βροχής διαπερνά το προστατευτικό γυαλί και εισέρχεται εσωτερικά αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνετε το ρεύμα διαρροής και η απόδοση του φωτοβολταϊκού πλαισίου να μειώνετε.



Σχήμα 2.9: Αλλοίωση φωτοβολταϊκού πλαισίου λόγω υγρασίας

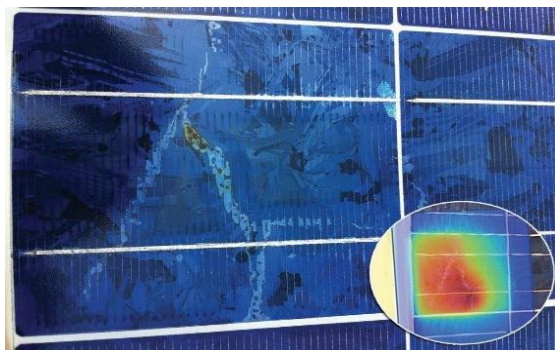
Ωστόσο, οι βλάβες των φωτοβολταϊκών πλαισίων με την βοήθεια κατάλληλων μέσων-εργαλείων μπορούν να αντιμετωπιστούν και να ανακαλυφθούν πριν καταστρέψουν το φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Μερικές μέθοδοι πρόληψης βλαβών φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι:

- ❖ Η τεχνική υπερήχων: Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό ρωγμών σε ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Πρακτικά σαρώνετε το φωτοβολταϊκό πλαίσιο οριζόντια και κατακόρυφα. Η τεχνική συμβάλει και στην παροχή χρήσιμων τεχνικών πληροφοριών με αποτέλεσμα να βελτιώνετε και να εξελίσσετε η παραγωγή των φωτοβολταϊκών πλαισίων.
- ❖ Τεχνική ηλεκτροφωταύγειας: η μέθοδος της ηλεκτροφωταύγειας εξετάζει εσωτερικά τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, υπάρχει η δυνατότητα να εντοπίζει τυχόν ελαττώματα που δεν μπορούν να ανιχνευθούν με χρήση κάποιας άλλης μεθόδου. Η συγκεκριμένη τεχνική εξετάζει λεπτομερή το πλαίσιο καθώς μπορεί να ανιχνεύσει μέχρι και ρωγμές σε κυψέλες. Το μειονέκτημα που κρύβει είναι το μεγάλο κόστος που απαιτείτε. Όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα τα κελιά με κόκκινο χρώμα είναι σπασμένα και έχουν υποστεί ζημιές, αντίθετα τα κίτρινα είναι ανενεργά.



Σχήμα 2.10: Εξέταση φωτοβολταϊκού πλαισίου με την τεχνική της ηλεκτροφωταύγειας

- ❖ Τεχνική θερμικής εικόνας : Ανήκει στις πιο δημοφιλέστερες τεχνικές πρόληψης βλαβών βασικό εργαλείο που χρησιμοποιείτε στην συγκεκριμένη τεχνική είναι η θερμοκάμερα. Η θερμοκάμερα έχει την δυνατότητα να εντοπίζει βλάβες στα φωτοβολταϊκά πλαίσια, κρατώντας την σταθερά από έναν επαγγελματία μηχανικό εκτελεί θερμογράφημα και ακονίζει μέχρι και ελαττωματικές κυψέλες.



Σχήμα 2.11:Εξέταση φωτοβολταϊκού πλαισίου με την τεχνική της θερμικής εικόνας

2.5 Βάσεις στήριξης Φωτοβολταϊκών πλαισίων

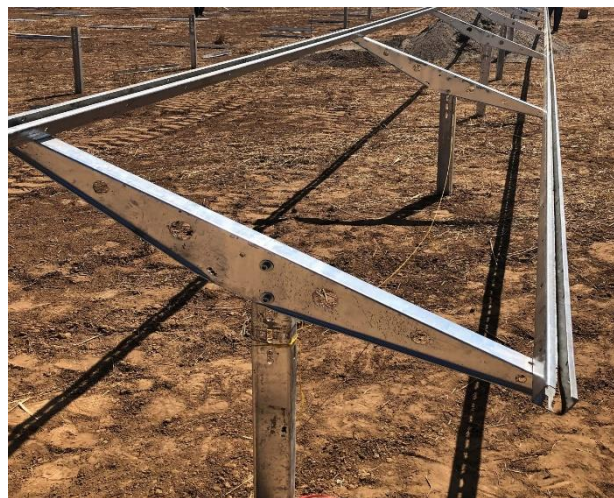
Ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο για να αποδώσει και να απορροφά ηλιακή ακτινοβολία με το βέλτιστο τρόπο θα πρέπει να τοποθετηθεί σωστά σε ειδικές βάσεις στήριξης. Η βάσεις στήριξης των Φωτοβολταϊκών πλαισίων χωρίζονται σε σταθερές, κινητές, ρυθμιζόμενες.

- ❖ Βάση στήριξης διπλής στερέωσης: χρησιμοποιείται σε υπαίθριους χώρους όπως αγροτεμάχια, μπορεί να δεχτεί όλων των ειδών φωτοβολταϊκά πλαίσια. Συνήθως το υλικό κατασκευής τους είναι από μέταλλο επιπλέον ανήκουν στην ρυθμιζόμενες βάσεις με κλίση από 20 έως 30 μοίρες.



Σχήμα 2.12: Βάση στήριξης διπλής στερέωσης

- ❖ Βάση στήριξης μονής στερέωσης: Η χρήση της είναι παρόμοια με τις βάσεις διπλής στερέωσης. Τα υλικά κατασκευής της είναι από μέταλλο. Ωστόσο οι συγκεκριμένες βάσεις φιλοξενούν μικρότερο αριθμό φωτοβολταϊκών πλαισίων σε σχέση με της διπλής στερέωσης καθώς έχουν μικρότερο ύψος και δέχονται μία σειρά από φωτοβολταϊκά πλαίσια.



Σχήμα 2.13: Βάση στήριξης μονής στερέωσης

- ❖ Ρυθμιζόμενες βάσεις για μεταλλικές στέγες: Η βάσεις του συγκεκριμένου τύπου μπορούν να τοποθετηθούν σε στέγες μεταλλικής ή αλουμίνια κατασκευής. Έχουν την δυνατότητα να φιλοξενούν φωτοβολταϊκά πλαίσια παντός τύπου. Είναι ρυθμιζόμενες και η κλίση τους μπορεί να ρυθμιστεί σε 20 ή 30 μοίρες.



Σχήμα 2.15: Βάσεις τοποθέτησης φωτοβολταϊκών πλαισίων σε μεταλλική στέγη

- ❖ Επίπεδες βάσεις για μεταλλικές στέγες: Οι συγκεκριμένες βάσεις δεν ρυθμίζετε η κλίση του αντίθετα είναι σταθερή. Έχουν την δυνατότητα να φιλοξενήσουν μεγάλο αριθμό Φωτοβολταϊκών πλαισίων παντός τύπου συγκεκριμένα όσο το μήκος της στέγης .



Σχήμα 2.16 : Σταθερές βάσεις στηρίξεις σε μεταλλικές στέγες

- ❖ Βάσεις στήριξης σε κεραμίδια: η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών πλαισίων στα κεραμίδια μια οικίας επιτυγχάνεται με της επίπεδες βάσεις και τα αγκίστρια τα οποία είναι συνδεδεμένα με το Φωτοβολταϊκό πλαίσιο και την βάση. Οι συγκεκριμένες βάσεις είναι σταθερές και δεν υποστηρίζετε η δυνατότητα ρύθμιση της κλίσης.



Σχήμα 2.16 : Σταθερές βάσεις στηρίξεις σε κεραμιδιά

- ❖ Κινητές βάσεις [ιχνηλάτες]: Υπάρχουν δύο είδη βάσεων που εντάσσονται στην συγκεκριμένη κατηγορία. Αρχικά η βάσεις κίνησης κατά έναν άξονα και η κίνηση κατά δύο άξονες. Και στις δύο περιπτώσεις η φωτοβολταϊκή συστοιχία περιστρέφεται σύμφωνα με την πορεία του ήλιου αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί η απόδοση σε ισχύ των φωτοβολταϊκών σε σχέση με της συμβατικές βάσεις. Ωστόσο είναι πιο πολύπλοκες στην εγκατάσταση λόγω του εξοπλισμού που διαθέτουν και έχουν αυξημένο κόστος, τοποθετούνται συνήθως σε υπαίθριους χώρους.



Σχήμα 2.17 : Κινητές βάσεις στηρίξεις ιχνηλάτες

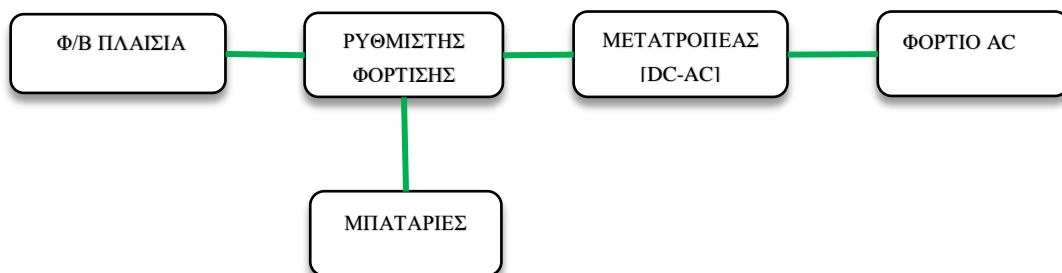
2.6 Κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα ανάλογα με την χρήση τους διακρίνονται σε δύο κατηγορίες στα αυτόνομα και τα διασυνδεδεμένα.

Αρχικά, τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν την δυνατότητα να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με την βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας. Η διαφορά τους σε σχέση με τα διασυνδεδεμένα είναι ότι δεν συνδέονται σε κάποιο δημόσιο δίκτυο ηλεκτροδότησης. Τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα συμβάλουν στην ενεργειακή αυτονομία σε μία κατοικία η οποία μπορεί να είναι απομονωμένη και να μην είναι εφικτό να συνδεθεί στο δημόσιο δίκτυο ή το κόστος για την σύνδεση είναι πολύ ψηλό με αποτέλεσμα να καθίσταστε ασύμφορο και τέλος να έχει κριθεί ακατάλληλη για ηλεκτροδότηση. Τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές όπως, διάφορες αποθήκες-εγκαταστάσεις που βρίσκονται σε υπαίθριο χώρο, κινητά μέσα, τηλεπικοινωνιακά μέσα ακόμη και σε στρατιωτικές, δορυφορικές εφαρμογές. Ένα τυπικό αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα περιλαμβάνει.

- ❖ Φωτοβολταϊκές μονάδες
- ❖ Μετατροπέας
- ❖ Ρυθμιστή φόρτισης
- ❖ Συσσωρευτή
- ❖ Καλώδια

Συγκεκριμένα, με την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια η οποία είναι σε συνεχή μορφή, έπειτα μόλις προσέλθει στον μετατροπέα μετατρέπεται σε εναλλασσόμενη με προορισμό την κατανάλωση. Η συσσωρευτές αποθηκεύουν την περίσσεια ηλεκτρική ενέργεια η οποία χρησιμοποιείται όταν η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια δεν επαρκή με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η ενεργειακή αυτονομία. Για την εγκατάσταση ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος θα πρέπει να ελεγχθεί ο χώρος αν είναι κατάλληλος η ηλιακή ακτινοβολία αν είναι επαρκής. Επίσης να ληφθούν υπόψη η ενεργειακές ανάγκες, ισχύς των συσκευών, η συχνότητα χρήσης των συσκευών.

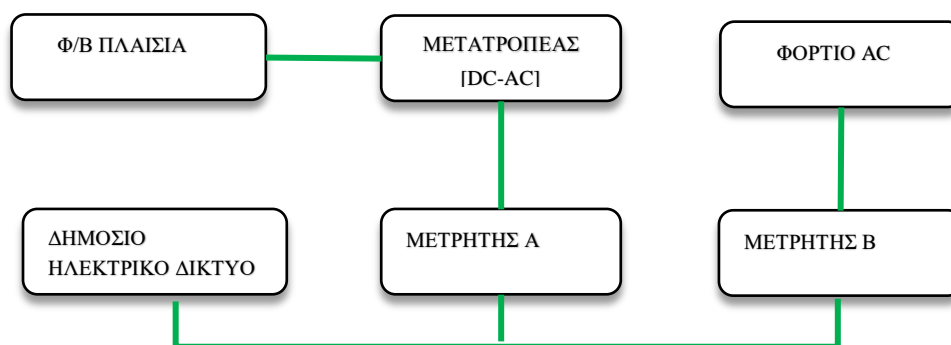


Σχήμα 2.18: Τυπική διάταξη αυτόνομου Φωτοβολταϊκού συστήματος

Αντίθετα, τα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Τα συγκεκριμένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν με δύο τρόπους. Αρχικά ως εμπορικά καθώς η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται μπορεί να πουληθεί σε έναν πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας καθώς συνδέονται απευθείας στο δίκτυο. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη έκτακτων αναγκών μιας κατοικίας όταν η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από το φωτοβολταϊκό δεν επαρκεί επεμβαίνει το δίκτυο για να καλύψει τα ενεργειακά κενά. Ένα τυπικό διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από:

- ❖ Φωτοβολταϊκές μονάδες
- ❖ Μετατροπέα
- ❖ Μετρητές
- ❖ Δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο
- ❖ Καλώδια

Για την εγκατάσταση διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος είναι ανάγκη να γίνει μία σωστή επιλογή του χώρου καθώς η τοποθεσία καθορίζει άμεσα την απόδοση του φωτοβολταϊκού. Επιπρόσθετα, να γίνουν η ιδανικές επιλογές για τις βάσεις στήριξης στο έδαφος.



Σχήμα 2.19: Τυπική διάταξη διασυνδεδεμένου Φωτοβολταϊκού συστήματος

2.7 Μετατροπείς φωτοβολταϊκών πλαισίων

Κάθε Φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει ηλεκτρική ενέργεια η οποία είναι συνεχές ρεύμα. Το συνεχές ρεύμα δεν είναι συμβατό με το δίκτυο ηλεκτροδότησης καθώς παρέχει εναλλασσόμενο ρεύμα. Την λύση την δίνουν οι μετατροπείς η οποίοι έχουν την ικανότητα να μετατρέψουν το συνεχές ρεύμα(DC) σε εναλλασσόμενο(AC). Οι μετατροπείς συνδέονται σε κάθε φωτοβολταϊκό σύστημα το οποίο τροφοδοτεί με ενέργεια κάθε τύπου εγκατάστασης μικρής ή μεγάλης κλίμακας. Οι μετατροπείς χωρίζονται σε:

- ❖ Μονοφασικούς. Δυνατότητα τροφοδοσίας μίας κατοικίας αλλά και ένα δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο
- ❖ Τριφασικούς. Δυνατότητα τροφοδοσίας μίας οικίας ωστόσο παρέχουν μεγαλύτερη ισχύ σε σχέση με τους μονοφασικούς.

Για την κατάλληλη επιλογή του μετατροπέα και την τοποθέτηση του σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα θα πρέπει να ληφθούν υπόψη, οι απαιτήσεις AC ρεύματος που πρέπει να καλυφθούν. Επιπλέον αξίζει αν αναφερθούν ορισμένες λειτουργίες που θα πρέπει να διαθέτει ένας ιδανικός μετατροπέας:

- ❖ Μηχανισμό διακοπτικής λειτουργίας από ενδεχόμενη υπερφόρτωση ισχύος.
- ❖ Σύστημα συνεχής λειτουργίας ακόμη και σε υψηλές συχνότητες
- ❖ Ικανότητα ευέλικτης εναλλαγής από μονοφασική σε τριφασική λειτουργία.
- ❖ Μηχανισμός προστασίας από υπερτάσεις ή βραχυκυκλώματα
- ❖ Κατάλληλη προστασία από την επίδραση εξωτερικών παραγόντων όπως σκόνη, χιόνι, χαλάζι
- ❖ Σύστημα διαχείρισης σκιάσεων
- ❖ Δυνατότητα σύνδεσης με άλλα εξαρτήματα όπως ενεργειακούς μετρητές



Σχήμα 2.20: Μονοφασικός μετατροπέας



Σχήμα 2.21: Τριφασικός μετατροπέας

2.8 Συσσωρευτές Φωτοβολταϊκών συστημάτων

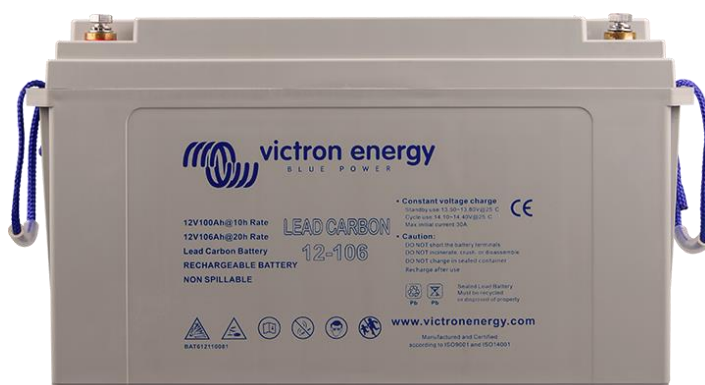
Ο συσσωρευτής ή αλλιώς μπαταρία είναι μία συσκευή η οποία αποθηκεύει ενέργεια και την απελευθερώνει σε μορφή συνεχούς ρεύματος. Οι συσσωρευτές είναι απαραίτητη σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα κυρίως στα αυτόνομα καθώς δεν έχουν υποστηρίξει από το δημόσιο δίκτυα ηλεκτροδότησης αυτό έχει ως αποτέλεσμα όταν εξαφανίζεται ο ήλιος η ισχύει των Φωτοβολταϊκών μειώνεται και για να αναπληρώσει την ενέργεια που χάνετε χρησιμοποιεί την ενέργεια που έχει αποθηκευτή στους συσσωρευτές. Ωστόσο οι συσσωρευτές είναι ευαίσθητα μηχανήματα και η φόρτισή τους είναι συχνή και ποιο αργή σε σχέση με την εκφόρτωσή που είναι σύντομη. Οι συσσωρευτές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες μολυβδου και λιθίου οι διαφορές τους είναι.

Συσσωρευτές ιόντων μολυβδου:

- ❖ Οι κύκλοι φόρτισης ανέρχονται στους 300 συνολικά
- ❖ Ανθεκτική σε μεταβολές της θερμοκρασίας
- ❖ Μικρό κόστος
- ❖ Ελαφριά κατασκευή
- ❖ Μεγάλος όγκος
- ❖ Σχετικά χαμηλή απόδοση

Συσσωρευτές ιόντων λιθίου:

- ❖ Μεγάλη απόδοση σε σχέση με τους μολυβδου
- ❖ Σύντομος χρόνος φόρτισης- εκφόρτωσης
- ❖ Οι κύκλοι φορτίσεις ανέρχονται στους 500 και άνω
- ❖ Ακριβότερη σε σχέση με τους συσσωρευτές μολυβδου
- ❖ Μεγάλη ευαισθησία στις μεταβολές θερμοκρασίας



Σχήμα 2.22: Συσσωρευτής ιόντων μολυβδου



Σχήμα 2.22: Συσσωρευτής ιόντων λιθίου

2.9 Ρυθμιστές Φωτοβολταϊκών συστημάτων

Οι ρυθμιστές φόρτισης χρησιμοποιούνται συνήθως σε αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα που υπάρχει και η παρουσία των συσσωρευτών. Αρχικά ο ρυθμιστής φόρτισης συνδέεται μεταξύ συσσωρευτών και φωτοβολταϊκών πλαισίων. Η ρόλος του ρυθμιστή φόρτισης σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα είναι να προστατεύει τους συσσωρευτές από πιθανή υπερφόρτωση και να ελέγχει την ροή του ρεύματος που αποθηκεύετε στους συσσωρευτές υπάρχουν δύο είδη ρυθμιστών :

- ❖ PWM
- ❖ MMPT

Για την επιλογή του ρυθμιστή φόρτισης σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα χρειάζεται να ληφθούν υπόψη τα παρακάτω:

- ❖ Χωρητικότητα συσσωρευτών
- ❖ Το κόστος
- ❖ Πλήθος φωτοβολταϊκών πλαισίων
- ❖ Ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_{sc}) φωτοβολταϊκών πλαισίων
- ❖ Τάση ανοιχτού κυκλώματος (V_{oc}) φωτοβολταϊκών πλαισίων



Σχήμα 2.23: Ρυθμιστής φόρτισης PWM



Σχήμα 2.24: Ρυθμιστής φόρτισης MMPT

2.10 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων:

- ❖ Αθόρυβα συστήματα
- ❖ Μορφή ανεξάντλητης πηγής ενέργειας
- ❖ Φιλικά προς το περιβάλλον και δεν ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα
- ❖ Σχεδόν μηδαμινό κόστος συντήρησης
- ❖ Το προσδόκιμο ζωής τους ξεπερνάει τα 25 χρόνια
- ❖ Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
- ❖ Ανάπτυξη της οικονομίας μίας χώρας καθώς διεξάγονται επένδυσης πάνω στα φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα μειονεκτήματα των φωτοβολταϊκά συστημάτων:

- ❖ Σχετικά μικρή απόδοση σε σχέση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- ❖ Υψηλό κόστος εγκατάστασης-κατασκευής
- ❖ Αυξομειώσεις στην παράγωγή ηλεκτρικής ενέργειας λόγω αλλαγών καιρικών συνθηκών
- ❖ Δέσμευση μεγάλων εκτάσεων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων
- ❖ Πλήρη εξάρτηση από την ηλιακή ακτινοβολία.

Κεφάλαιο 3ο: Σχεδιασμός και μελέτη φωτοβολταϊκού συστήματος για την παροχή ενέργειας σε κατοικία μονοφασικής παροχής 5KW

3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο θα μελετήσουμε και θα περιγράψουμε την κατοικία ,η οποία θα τροφοδοτηθεί από την φωτοβολταϊκή εγκατάσταση σε συνδυασμό με το ηλεκτρικό δίκτυο. Επιπλέον, γίνεται η επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού για την περάτωση του έργου. Η κατοικία βρίσκεται στο Νομό Λαρίσης κοντά στην πόλη της Λάρισας έχει εμβαδόν 110τ.μ. και είναι μονοφασικής παροχής . Επίσης θα γίνει η επιλογή κατάλληλων υλικών όπως φωτοβολταϊκά πλαίσια, βάσεις τοποθέτησης, αντιστροφής, DC-AC καλώδια και υπολογισμός αποδόσεων.

3.2 Καταγραφή ηλεκτρικών αναγκών

Αρχικά, για την εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας. Συγκεκριμένα θα γίνει μία απαρίθμηση των συσκευών που υπάρχουν στο σπίτι, η ισχύς της κάθε συσκευής σε συνδυασμό με της ώρες τις οποίες λειτουργεί ετησίως υπολογίζοντας της συνολικές απαιτήσεις ενέργειας κάθε συσκευής .

Πίνακας 3.1: Καταγραφή ενεργειακών απαιτήσεων

ΣΥΣΚΕΥΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ [n]	ΙΣΧΥΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ [w]	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ [h]	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕ [KWh]
Πλυντήριο πιάτων	1	3200	110	352
Πλυντήριο ρούχων	1	2800	315	882
Ψυγείο καταψύκτης	1	90	8700	783
λαμπτήρες	10	80	270	216
Κλιματιστικό	1	1000	98	98
Τηλεόραση	1	40	900	36
Η/Υ	3	250	600	450
φούρνος	1	2600	600	1560
καφετιέρα	1	800	240	192
Ηλεκτρικό σίδερο	1	1000	170	170
ΣΥΝΟΛΟ				4500

3.3 Μελέτη φωτοβολταϊκής εγκατάστασης

Μέρος 1: Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια που θα χρησιμοποιηθούν είναι τις εταιρείας Frankfurt solar και συγκεκριμένα FS-235 έχουν πιστοποιηθεί καθώς διαθέτουν πιστοποίηση UL. Μέγιστος χρόνος ζωής είναι τα 25 χρόνια. Επίσης αποτελούνται από 60 κυψέλες πολυκρυσταλλικής τεχνολογίας. Στην μελέτη θα χρησιμοποιηθούν 21 φωτοβολταϊκά πλαίσια με ισχύς κορυφής κάθε πλαισίου να ανέρχεται 235 kwp η ολική ισχύς που παρέχουν τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι 4,94 kw. Επίσης θα τοποθετηθούν στο έδαφος σε ειδικές βάσεις ρυθμιζόμενης κλίσης. Τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά τους είναι τα ακόλουθα.

- ❖ Ονομαστική μέγιστη έξοδος: 235kwp
- ❖ Ονομαστική τάση ανοιχτού κυκλώματος: 37.3V
- ❖ Ονομαστικό ρεύμα βραχυκυκλώματος: 8.31A
- ❖ Ονομαστική μέγιστη τάση εξόδου: 30.1V
- ❖ Ονομαστικό ρεύμα εξόδου: 7.81A
- ❖ Βάρος: 19kg
- ❖ Διαστάσεις: 1630x988x46mm
- ❖ Διαστάσεις κυψελών: 156x156mm
- ❖ Μέγιστη τάση συστήματος: 1000V
- ❖ Θερμοκρασιακός συντελεστής (Isc):+0.104%K
- ❖ Εύρος θερμοκρασίας: -400oC - +85oC
- ❖ Θερμοκρασιακός συντελεστής(Voc):-0.343%K
- ❖ Επιφανειακή μέγιστη χωρητικότητα φορτίου: 5400Pa
- ❖ Συντελεστής θερμοκρασίας (Pm):-0.462%K
- ❖ Μέγιστο αντίστροφο φορτίο ρεύματος: 15A



Σχήμα 3.1: Φωτοβολταϊκό πλαίσιο Frankfurt Solar FS 235

Μέρος 2: Στα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι απαραίτητος να υπάρχει μετατροπέας ο οποίος θα μετατρέψει το DC φορτίο ρεύματος σε AC. Ο μετατροπέας που θα χρησιμοποιηθεί για την συγκεκριμένη περίπτωση είναι ο Sunny Boy 5.0 της εταιρείας SMA. Ανήκει στην κατηγορία των μονοφασικών μετατροπέων με ονομαστική ισχύ εξόδου 5 kwp, διαθέτει δύο εισόδους στη πρώτη είσοδο θα συνδεθούν 13 συστοιχίες φωτοβολταϊκών πλαισίων και στην δεύτερη είσοδο 8 συστοιχίες. Επίσης διαθέτει διεπαφή επικοινωνίας WLAN για την σύνδεσή του με ψηφιακές συσκευές, είναι εύκολο στο χειρισμό και στην εγκατάσταση του. Επιπλέον περιλαμβάνει έξυπνα συστήματα που εξασφαλίζουν την μέγιστη απόδοσή του. Συγκεκριμένα περιλαμβάνει ένα σύστημα διαχείρισης της σκίασης με το οποίο επιτυγχάνει την μέγιστη απόδοση ακόμη και όταν υπάρχει το φαινόμενο της μερικής σκίασης. Ακόμη διαθέτει και συστήματα επικοινωνίας και δυνατότητα παρακολούθησης της λειτουργίας του μέσω λογισμικού. Τέλος περιορίζει την ενεργό ισχύ από το δίκτυο. Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι τα ακόλουθα.

Είσοδος DC

- ❖ Μέγιστη ισχύς γεννήτριας: 7500wp
- ❖ Μέγιστη τάση εισόδου: 600V
- ❖ Εύρος τάσης MPP: 175V-500V
- ❖ Ονομαστική τάση εισόδου: 365V
- ❖ Ελάχιστη τάση εισόδου/αρχική τάση εισόδου: 100/125V
- ❖ Μέγιστη είσοδος ρεύματος εισόδου A/είσοδος B: 15A/15A
- ❖ Αριθμός ανεξάρτητων εισόδων MPP/Συμβολαιοσηρών ανα MPP είσοδος: 2/ A:2;B:2

Έξοδος AC

- ❖ Ονομαστική ισχύς(230V/50HZ): 5000W
- ❖ Μέγιστη φαινόμενη ισχύς AC: 5000VA
- ❖ Ονομαστική τάση AC/εύρος: 220V,230V,240V/180V-280V
- ❖ Συχνότητα εναλλασσόμενου ρεύματος/εύρος: 50HZ,60HZ/-5HZ- +5HZ
- ❖ Μέγιστο ρεύμα εξόδου: 22A
- ❖ Συντελεστής ισχύς στην ονομαστική ισχύς: 1
- ❖ Ρυθμιζόμενος συντελεστής ισχύος μετατόπισης: 0.8 υπερδιέγερση έως 0.8 υποδιέγερση
- ❖ Φάσεις τροφοδοσίας/φάσεις σύνδεσης: 1/1
- ❖ Μέγιστη αποδοτικότητα/ευρωπαϊκή αποδοτικότητα: 97.0% / 96.5%

Άλλα χαρακτηριστικά

- ❖ Παρακολούθηση βλαβών γείωσης
- ❖ Παρακολούθηση δικτύου
- ❖ Προστασία αντίστροφης πολικότητας DC
- ❖ Γαλβανική απομόνωση
- ❖ Προστασία από υπερτάσεις
- ❖ Βάρος: 17.5kg
- ❖ Διαστάσεις (Π/Υ/Β): 435mm/470mm/176mm
- ❖ Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας: -25oC έως +60oC
- ❖ Εκπομπή θορύβου: 25dB
- ❖ Ιδιοκατανάλωση: 5W



Σχήμα 3.2: Φωτοβολταϊκός μετατροπέας μελέτης

Μέρος 3: Αρχικά στο συγκεκριμένο φωτοβολταϊκό σύστημα θα χρησιμοποιήσουμε ένα μονοφασικό διακόπτη ισχύος με τον οποίο θα προστατεύονται τα φωτοβολταϊκά πλαίσια από ρεύματα ανάστροφης φοράς αλλά και από ενδεχόμενη διαρροή ρεύματος AC στο κύκλωμα συνεχούς ρεύματος DC εξαιτίας βλάβης του μετατροπέα. Ο συγκεκριμένος διακόπτης που θα χρησιμοποιηθεί είναι C101L της εταιρείας ELMARK με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- ❖ Ονομαστική τάση:230V
- ❖ Ονομαστικό ρεύμα:20A
- ❖ Αριθμός πόλων:1
- ❖ Διαστάσεις: L:72/W:18/H:81



Σχήμα 3.3: Μονοπολικός διακόπτης ισχύος

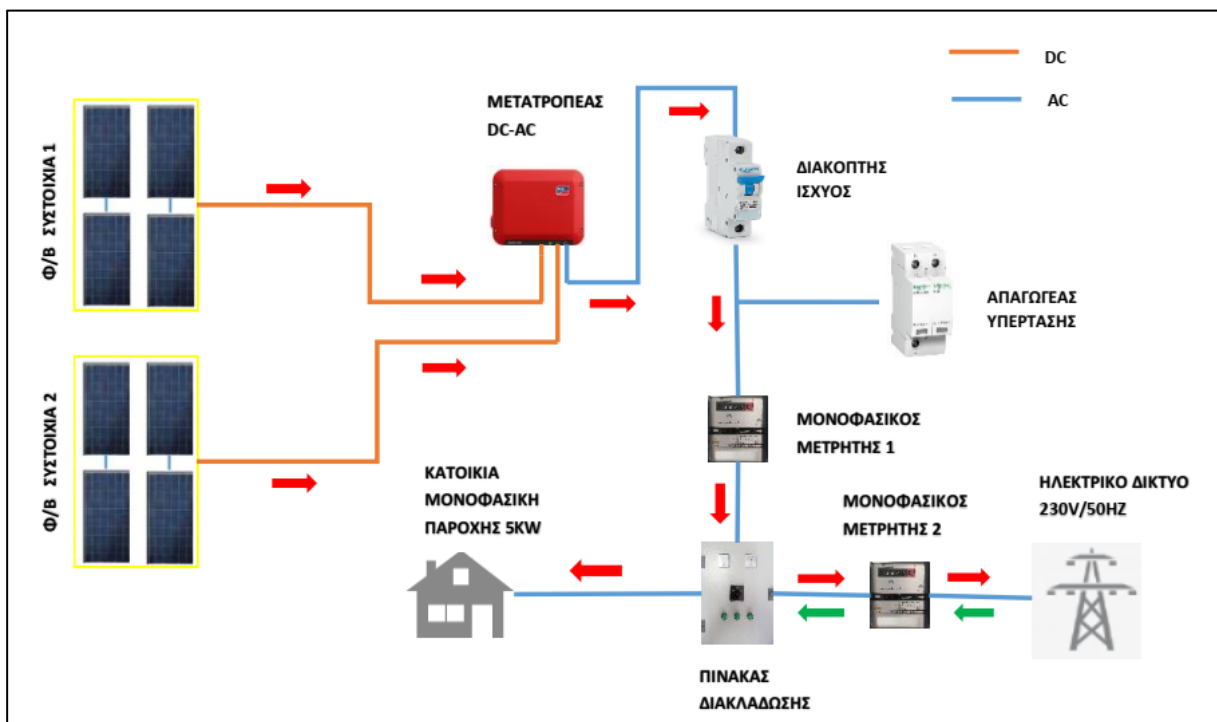
Επιπλέον, σύμφωνα με τους κανόνες προστασίας κρίνεται απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί και ένας απαγωγέας υπέρτασης καθώς τα φωτοβολταϊκά πλαίσια και οι μετατροπείς είναι ευαίσθητη σε φαινόμενα όπως κεραυνοί καθώς μπορούν να δημιουργήσουν υπερτάσεις οι απαγωγείς υπερτάσεων προστατεύουν των εξοπλισμό και περαιτέρω βλάβες στην εγκατάσταση ο απαγωγέας που θα χρησιμοποιηθεί είναι τύπου T2 της εταιρείας SCHNEIDER-ELECTRIC με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- ❖ Εκ φόρτιση υπερέντασης: 20kA
- ❖ Κατηγορία τύπου: 2
- ❖ Ονομαστική τάση AC: 230V-400V
- ❖ Μέγιστη διατομή αγωγού: 2,5-35mm²
- ❖ Μέγιστη συνεχή τάση AC: 350V



Σχήμα 3.4: Απαγωγέας υπέρτασης τύπου 2

Μέρος 4: Για την υλοποίηση του φωτοβολταϊκού συστήματος θα χρειαστούμε τα φωτοβολταϊκά πλαίσια τα οποία θα συνδεθούν με τον μετατροπέα μέσω αγωγών DC. Έπειτα στο κύκλωμα θα ενταχθεί ένας μονοπολικός διακόπτης ισχύος και απαγωγέας υπέρτασης για την μέγιστη ασφάλεια του συστήματος. Έπειτα θα συνδεθεί με τον μονοφασικό μετρητή 1 μέσω αγωγού AC. Οι κύρια λειτουργία του συγκεκριμένου μετρητή είναι να μετράει την παραγόμενη ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά σε κιλοβατώρες. Αμέσως μετά το φορτίο φτάνει στο πίνακα διακλαδώσεις από τον οποίο μεταφέρετε η ενέργεια για να καταναλωθεί από την κατοικία. Παρόλα αυτά υπάρχει πιθανότητα να περισσέψει ενέργεια καθώς μπορεί να μην καταναλωθεί πλήρως από την κατοικία εκείνη την χρονική στιγμή. Τότε ο πίνακας διακλαδώσεις στέλνει την περίσσια ενέργεια στο δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο και καθώς μεταφέρετε η ενέργεια περνάει μέσα από τον μονοφασικό μετρητή 2 οποίος έχει διπλή ιδιότητα. Αρχικά μετράει το εισερχόμενο ρεύμα προς το δίκτυο και το εξερχόμενο ρεύμα από το δίκτυο προς την κατοικία.




Σχήμα 3.5 : Φωτοβολταϊκή διάταξη βέλτιστης παροχής ενέργειας για κατοικία με ισχύς 5kw

Μέρος 5: με την βοήθεια του λογισμικού sunny design θα γίνει η διαστασιολόγηση των τα υλικών όπως μετατροπέα θα προσδιοριστούν οι αγωγοί DC και AC. Επιπλέον θα μελετηθούν και οι αποδόσεις για ένα τέτοιο σύστημα.

Τοποθεσία: Ελλάδα / Λάρισα

Τάση δικτύου: 220V (220V / 380V)

Επισκόπηση συστήματος			
21 x Frankfurt Solar FS 235-poly (UL) (10/2011) (Φ/Β γεννήτρια 1)			
Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση, Ισχύς κορυφής: 4,94 kWp			
 1 x SMA SB5.0-1AV-41			
Στοιχεία σχεδιασμού Φ/Β			
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	21	Ειδ. ενεργειακή απόδοση*:	1502 kWh/kWp
Ισχύς κορυφής:	4,94 kWp	Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας):	---
Αριθμός Φ/Β μετατροπέων:	1	Μη αντισταθμισμένο φορτίο:	5,00 kVA
Ονομαστική ισχύς AC των Φ/Β μετατροπέων:	5,00 kW	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας:	4.500 kWh
Ενεργή ισχύς AC:	4,94 kW	Ιδιοκατανάλωση:	2.241 kWh
Σχέση ενεργής ισχύος:	100 %	Ποσοστό ιδιοκατανάλωσης:	30,2 %
Ετήσια ενεργειακή απόδοση*:	7.414 kWh	Ποσοστό αυτάρκειας:	49,8 %
Συντ.ενεργ. χρήσης:	100 %	Μείωση CO ₂ μετά από 20 έτη:	50 t
Ποσοστό απόδοσης*:	86,7 %		

Σχήμα 3.6: Στοιχεία φωτοβολταϊκού συστήματος από το λογισμικό sunny design

Πίνακας 3.2: Απόδοση συστήματος σύμφωνα με την κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων

ΚΛΙΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΣΕ ΜΟΙΡΕΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ [kwh]
15 μοίρες	7255
20 μοίρες	7.355
25 μοίρες	7.408
30 μοίρες	7.414
35 μοίρες	7.375
40 μοίρες	7.290
45 μοίρες	7.162

Τοποθεσία: Ελλάδα / Λάρισα
Θερμοκρασία περιβάλλοντος:
 Ελάχιστη θερμοκρασία: -6 °C
 Θερμοκρασία σχεδιασμού: 28 °C
 Μέγιστη θερμοκρασία: 38 °C

Τμηματική εργασία Τμηματική εργασία 1

1 x SMA SB5.0-1AV-41 (Τμηματική εγκατάσταση 1)

Ισχύς κορυφής:	4,94 kWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	21
Αριθμός Φ/Β μετατροπέων:	1
Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):	5,25 kW
Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1):	4,94 kW
Τάση δικτύου:	220V (220V / 380V)
Λόγος ονομ. ισχύος:	105 %
Συντελεστής διαστασιολόγησης:	100 %
Συντελεστής μετατόπισης cos φ:	1
Ώρες πλήρους φορτίου:	1482,9 h



SMA SB5.0-1AV-41

Στοιχεία σχεδιασμού Φ/Β

Είσοδος A: Φ/Β γεννήτρια 1

13 x Frankfurt Solar FS 235-poly (UL) (10/2011), Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

Είσοδος B: Φ/Β γεννήτρια 1

8 x Frankfurt Solar FS 235-poly (UL) (10/2011), Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

	Είσοδος A:	Είσοδος B:	
Αριθμός στοιχειοσειρών:	1	1	
Φ/Β μονάδες:	13	8	
Ισχύς κορυφής (είσοδος):	3,06 kWp	1,88 kWp	
Ελάχ. τάση DC μετατρ. (Τάση δικτύου 220 V):	100 V	100 V	
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση:	✔ 361 V	✔ 222 V	
Ελάχ. Φ/Β τάση:	338 V	208 V	
Μέγ. τάση DC (Φ/Β μονάδα):	600 V	600 V	
Μέγ. Φ/Β τάση	✔ 535 V	✔ 330 V	
Μέγ. ρεύμα εισόδου ανά ανίχνευση σημείου μέγιστης ισχύος:	15 A	15 A	
Μεγ. ρεύμα Φ/Β γεννήτρ.:	✔ 7,8 A	✔ 7,8 A	
Μέγ. ρεύμα βραχυκύκλωσης ανά ανίχνευση σημείου μέγιστης ισχύος:	20 A	20 A	
Μέγ. ρεύμα βραχυκύκλωσης Φ/Β	✔ 8,3 A	✔ 8,3 A	

Φ/Β μετατροπέας συμβατός

Σχήμα 3.7: Στοιχεία σχεδιασμού φωτοβολταϊκού μετατροπέα σύμφωνα με το λογισμικό sunny design

Επισκόπηση						
	✓ DC (συνεχές ρεύμα)	✓ LV (χαμηλή τάση)	✓ Συνολικά			
Απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία	20,29 W	29,61 W	49,90 W			
Σχετική απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία	0,38 %	0,59 %	0,97 %			
Συνολικό μήκος αγωγού	40,00 m	10,00 m	50,00 m			
Διατομές αγωγών	2,5 mm ²	6 mm ²	2,5 mm ² 6 mm ²			

Γράφημα						

Αγωγοί DC						
	Υλικό αγωγού	Απλό μήκος	Διατομή	Πτώση τάσης	Σχετ. απώλεια ισχύος	
Τμηματική εργασία 1						
1 x SMA SB5.0-1AV-41 Τμηματική εγκατάσταση 1	A	Χαλκός	10,00 m	2,5 mm ²	1,2 V	0,30 %
	B	Χαλκός	10,00 m	2,5 mm ²	1,2 V	0,49 %

Αγωγοί LV1						
	Υλικό αγωγού	Απλό μήκος	Διατομή	Αντίσταση αγωγού	Σχετ. απώλεια ισχύος	
Τμηματική εργασία 1						
1 x SMA SB5.0-1AV-41 Τμηματική εγκατάσταση 1	Χαλκός	10,00 m	6 mm ²	R: 57,333 mΩ XL: 1,500 mΩ	0,59 %	

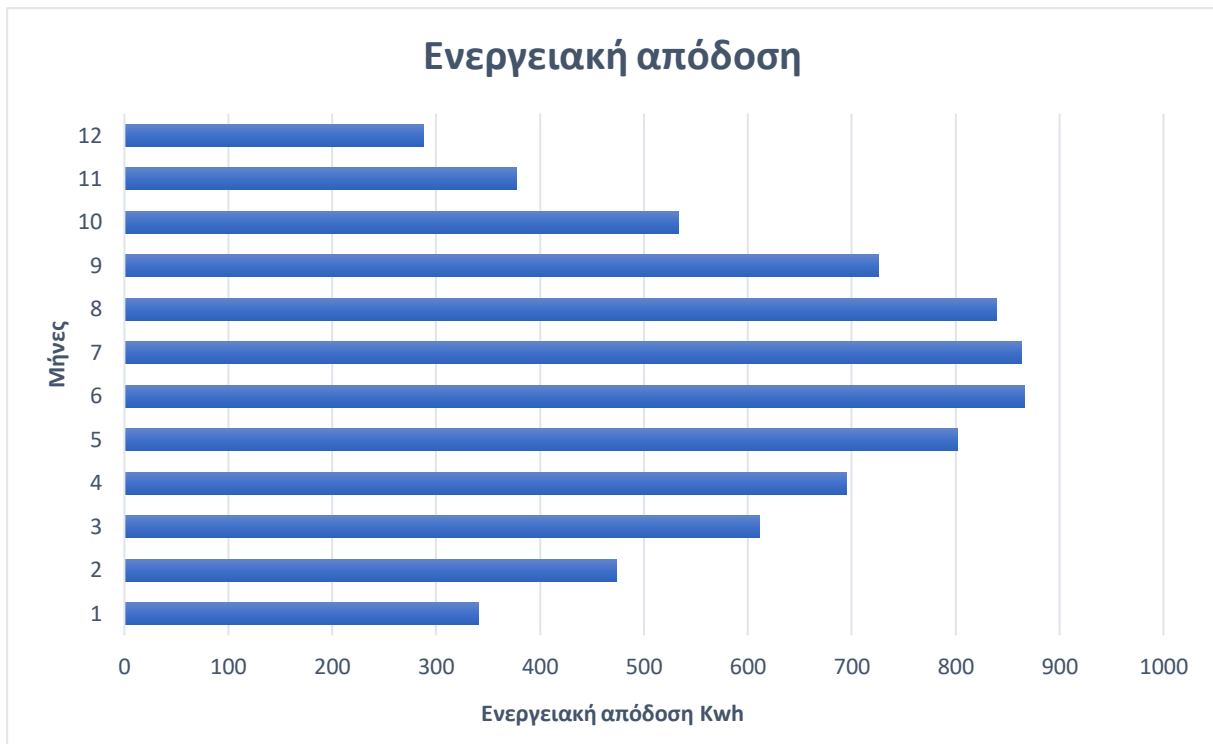
Σχήμα 3.8: Διαστασιολόγηση αγωγών σύμφωνα με το λογισμικό sunny design



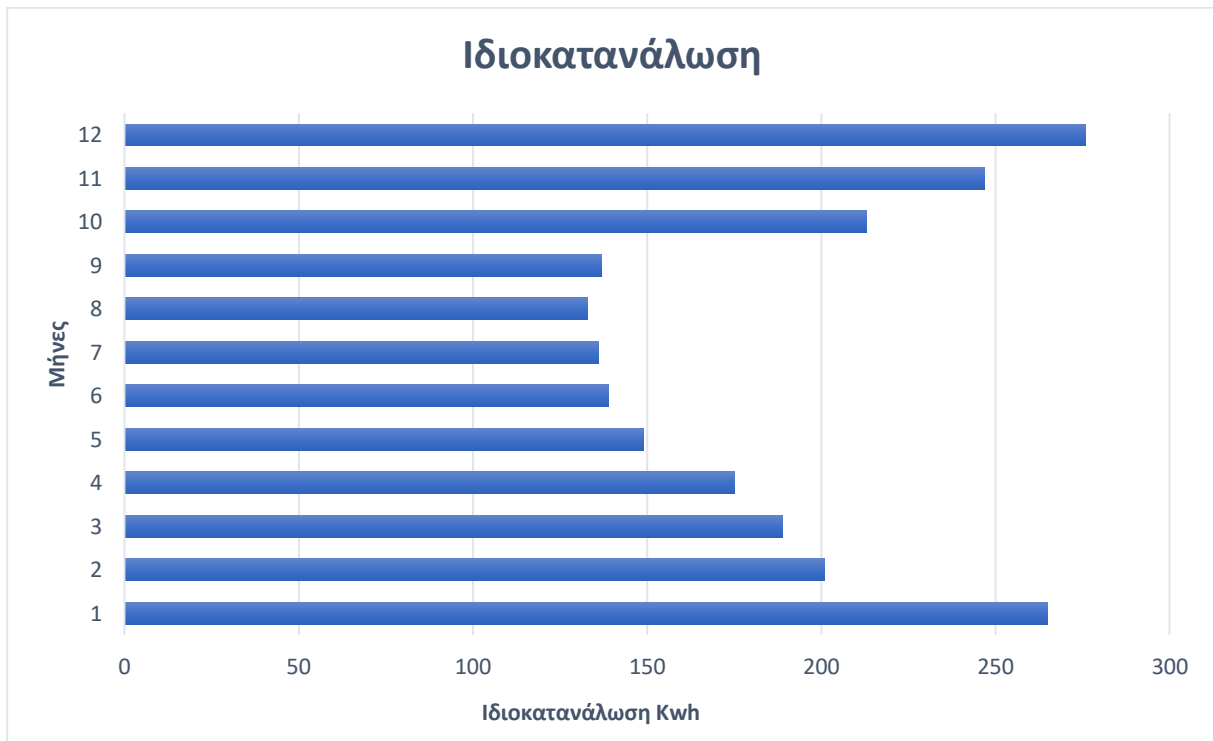
Πίνακας

Μήνας	Ενεργειακή απόδοση [kWh]	Ιδιοκατανάλωση [kWh]	Τροφοδοσία δικτύου [kWh]	Λήψη από το δίκτυο [kWh]
1	341 (4,6 %)	150	191	265
2	474 (6,4 %)	178	296	201
3	611 (8,2 %)	205	406	189
4	695 (9,4 %)	209	486	175
5	802 (10,8 %)	214	588	149
6	866 (11,7 %)	201	664	139
7	863 (11,6 %)	218	646	136
8	839 (11,3 %)	221	618	133
9	726 (9,8 %)	161	565	137
10	533 (7,2 %)	190	343	213
11	377 (5,1 %)	158	219	247
12	288 (3,9 %)	136	152	276

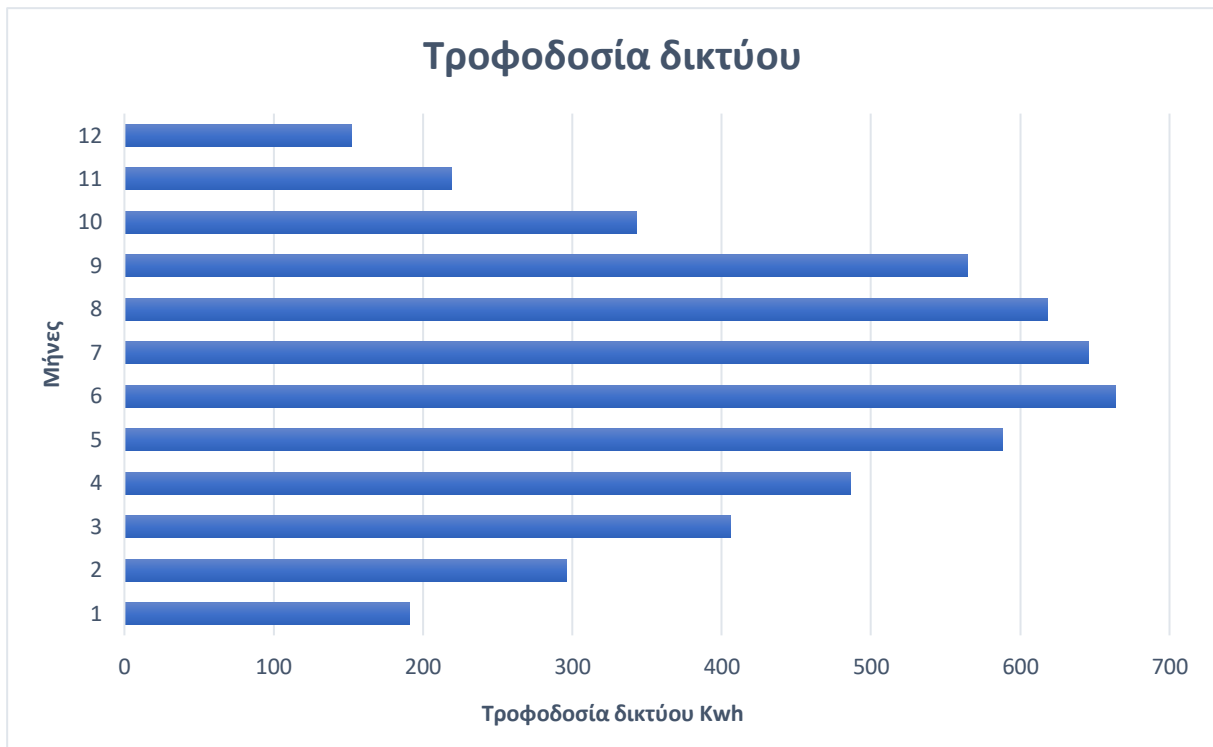
Σχήμα 3.9: Αποτελέσματα και αναλύσεις ενεργειακών αποδόσεων από το φωτοβολταϊκό σύστημα



Σχήμα 3.10: Διάγραμμα μηνιαίας ενεργειακής απόδοσης του φωτοβολταϊκού συστήματος



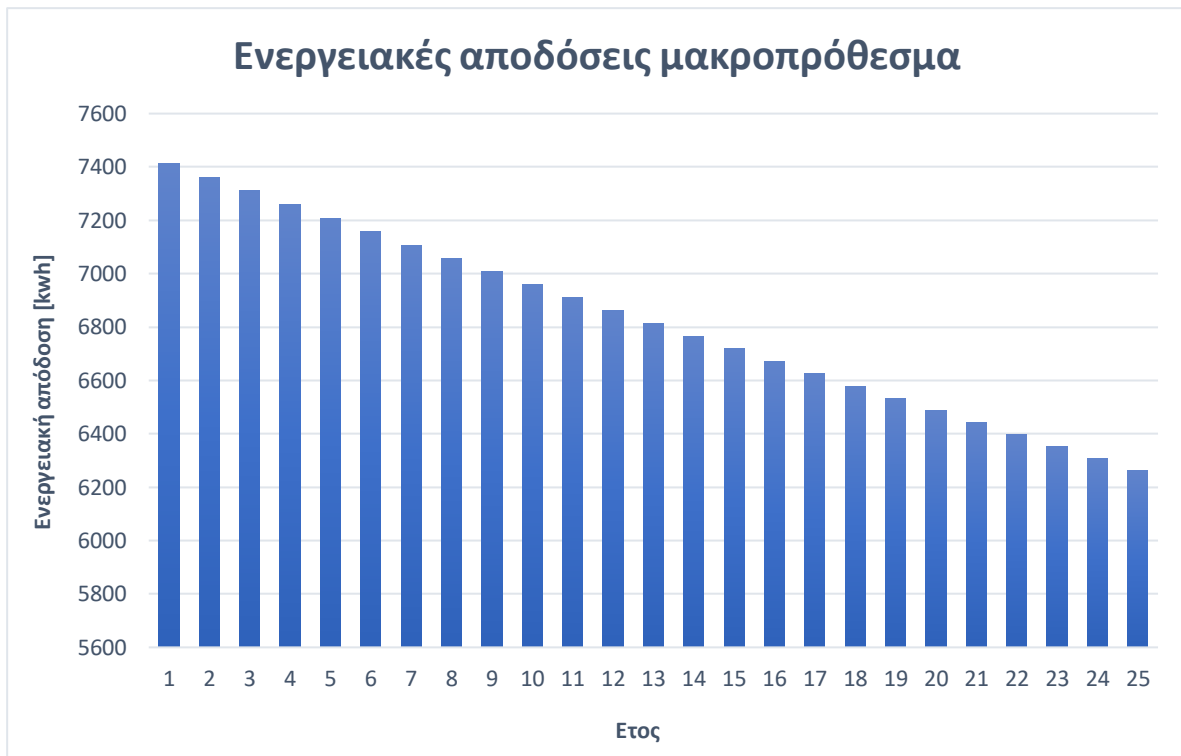
Σχήμα 3.11: Διάγραμμα μηνιαίας ιδιοκατανάλωσης



Σχήμα 3.12: Διάγραμμα μηνιαίας διανομής ενέργειας στο δημόσιο δίκτυο



Σχήμα 3.13: Διάγραμμα μηνιαίας συνεισφοράς ενέργειας από το δίκτυο στην κατοικία



Σχήμα 3.14: Ετήσιες αποδόσεις του φωτοβολταϊκού συστήματος

3.4 Συμπεράσματα

Με την τελειοποίηση της εγκατάστασης και της μελέτης διαπιστώσαμε ορισμένες απόψεις για το συγκεκριμένο φωτοβολταϊκό σύστημα που θα τροφοδοτήσει την κατοικία. Αρχικά εντοπίστηκαν η κατάλληλες φωτοβολταϊκές μονάδες οι οποίες μπορούν να καλύψουν την ζητούμενη ισχύς του συστήματος που είναι τα 5kwp. Επίσης μέσα από το λογισμικό sunny design καταγράφηκαν οι μετρήσεις της απόδοσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων σύμφωνα με την κλίση τους και διαπιστώθηκε σύμφωνα με το πίνακα 3.2 η κλίση για βέλτιστη απόδοση είναι 30 μοίρες. Επιπρόσθετα με βάση το σχήμα 3.10 διαπιστώθηκε ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα αποδίδει τον μέγιστο βαθμό των 6 μήνα. Ακόμη παρατηρήθηκε με την βοήθεια του σχήματος 3.11 η μέγιστη ιδιοκατανάλωση ενέργειας είναι των 12 μήνα. Επιπλέον διαπιστώθηκε ότι η μέγιστη διανομή ενέργειας του συστήματος στο δίκτυο γίνεται των 6 μήνα. Επίσης, σύμφωνα με το σχήμα 3.13 η ενέργεια που παρέχει το φωτοβολταϊκό σύστημα δεν επαρκεί για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της κατοικίας οπότε αναγκαστικά χρησιμοποιείται η λήψη ενέργειας από το δίκτυο αυτό το φαινόμενο συμβαίνει πιο έντονα το 12 μήνα. Τέλος το φωτοβολταϊκό σύστημα δεν έχει τις ίδιες αποδόσεις κάθε έτος. Αντίθετα με το πέρασμα του χρόνου η απόδοσή του ελαττώνεται σύμφωνα με το σχήμα 3.14 βλέπουμε μία μικρή ελάττωση την ενεργειακή απόδοσης κάθε έτος. Οι ετήσιες ανάγκες της κατοικίας ανέρχονται στα 4500kwh η χρέωση της κίλοβατώρας είναι περίπου 0,20 ευρώ άρα η συνολική χρέωση ανα έτος είναι 900 ευρώ. Με την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού συστήματος εξοικονομούν χρήματα ετήσια για την κατανάλωση ρεύματος 1080 ευρώ και η αποζημίωση τροφοδοσίας του δικτύου από το φωτοβολταϊκό σύστημα ανέρχεται στα 324 ευρώ. Τέλος το κόστος ενός τέτοιου συστήματος ανέρχεται περίπου στα 6.400 ευρώ.

Κεφάλαιο 4ο: Σχεδιασμός και μελέτη φωτοβολταϊκού συστήματος για την παροχή ενέργειας σε κατοικία τριφασικής παροχής 10KW

4.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο θα μελετήσουμε και θα περιγράψουμε ακόμη μία κατοικία, η οποία θα τροφοδοτηθεί από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα σε συνδυασμό με το ηλεκτρικό δίκτυο. Επιπλέον, γίνεται η επιλογή και η αξιολόγηση του κατάλληλου εξοπλισμού για την περάτωση του έργου όπως επιλογή φωτοβολταϊκά πλαίσια, συσσωρευτές, ρυθμιστές φορτίσεις, αντιστροφής DC-AC καλώδια και υπολογισμοί αποδόσεων. Η συγκεκριμένη κατοικία βρίσκεται στο Νομό Θεσσαλονίκης σε δυτικό προάστιο μακριά από την πόλη της Θεσσαλονίκης έχει εμβαδόν 120τ.μ. και είναι τριφασικής παροχής.

4.2 Καταγραφή ηλεκτρικών αναγκών

Αρχικά, για την εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας. Συγκεκριμένα θα γίνει μία απαρίθμηση των συσκευών που υπάρχουν στο σπίτι, η ισχύς της κάθε συσκευής σε συνδυασμό με της ώρες τις οποίες λειτουργεί ετησίως υπολογίζοντας της συνολικές απαιτήσεις ενέργειας κάθε συσκευής.

Πίνακας 4.1: Καταγραφή ενεργειακών απαιτήσεων

ΣΥΣΚΕΥΕΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ [n]	ΙΣΧΥΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ [w]	ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ [h]	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕ [kwh]
Πλυντήριο πιάτων	1	3200	135	432
Πλυντήριο ρούχων	1	2800	320	896
Ψυγείο καταψύκτης	1	90	8700	783
λαμπτήρες	13	80	275	286
Κλιματιστικό	1	1000	98	98
Τηλεόραση	1	50	900	45
Η/Υ	1	250	800	200
φούρνος	1	2600	630	1638
καφετιέρα	1	750	220	165
Ηλεκτρικό σίδερο	1	1000	185	185
ΣΥΝΟΛΟ				4700

4.3 Μελέτη φωτοβολταϊκής εγκατάστασης

Μέρος 1: Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια που θα χρησιμοποιηθούν είναι τις εταιρείας Abi solar και συγκεκριμένα AB285-60PHC έχουν πιστοποιηθεί καθώς διαθέτουν πιστοποίηση EU. Μέγιστος χρόνος ζωής είναι τα 25 χρόνια. Επίσης αποτελούνται από 120 κυψέλες πολυκρυσταλλικής τεχνολογίας. Στην μελέτη θα χρησιμοποιηθούν 35 φωτοβολταϊκά πλαίσια με ισχύς κορυφής κάθε πλαισίου να ανέρχεται 285 kwp η ολική ισχύς που παρέχουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι 9.98 kw. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα τοποθετηθούν στο έδαφος σε ειδικές βάσεις ρυθμιζόμενης κλίσης. Τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά τους είναι τα ακόλουθα.

- ❖ Ονομαστική μέγιστη έξοδος: 285kwp
- ❖ Ονομαστική τάση ανοιχτού κυκλώματος: 38.5V
- ❖ Ονομαστικό ρεύμα βραχυκυκλώματος: 9.32A
- ❖ Ονομαστική μέγιστη τάση ισχύος: 32.3V
- ❖ Ονομαστικό μέγιστο ρεύμα ισχύος: 8.83A
- ❖ Βάρος: 18,5kg
- ❖ Διαστάσεις: 1650x992x40mm
- ❖ Μέγιστη τάση συστήματος DC: 1000V
- ❖ Ονομαστική θερμοκρασία κυψέλης: 45oC +2oC
- ❖ Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας: -40oC ...+85oC
- ❖ Ασφάλεια μέγιστης σειράς: 15A
- ❖ Βύσμα σύνδεσης: MC4
- ❖ Μέγιστη χωρητικότητα φορτίου: 5400Pa
- ❖ Θερμοκρασία Συντελεστής (Voc): -0.32% oC
- ❖ Θερμοκρασία Συντελεστής (Isc): 0.05% oC
- ❖ Θερμοκρασία Συντελεστής (Pmax): -0.41% oC



Σχήμα 4.1: Φωτοβολταϊκό πλαίσιο Abisolar AB285-60PHC

Μέρος 2: Στο φωτοβολταϊκό συστήματα θα πρέπει να υπάρχει ένας μετατροπέας ο οποίος θα μετατρέψει το DC φορτίο ρεύματος σε AC. Ο μετατροπέας που θα χρησιμοποιηθεί για την συγκεκριμένη περίπτωση είναι ο Sunny Tripower 10.0 TL της εταιρείας SMA. Ανήκει στην κατηγορία των τριφασικών μετατροπέων με ονομαστική ισχύ εξόδου 10 kwp. Αποτελείτε δύο εισόδους στη πρώτη είσοδο θα συνδεθούν 19 συστοιχίες φωτοβολταϊκών πλαισίων και στην δεύτερη είσοδο 16 συστοιχίες. Διαθέτει διεπαφή επικοινωνίας WLAN για την σύνδεσή του με ψηφιακές συσκευές, είναι εύκολο στο χειρισμό και στην εγκατάσταση του. Επιπλέον διαθέτει έξυπνα συστήματα που εξασφαλίζουν την μέγιστη απόδοσή του. Συγκεκριμένα διαθέτει ενσωματωμένο σύστημα διαχείρισης σκίασης OptiTrac Global Peak για να εξασφαλίζει μέγιστη απόδοση ακόμη και όταν υπάρχει το φαινόμενο της μερικής σκίασης.. Τέλος καταφέρνει μέσω της τεχνολογίας που διαθέτει να περιορίζει αισθητά την ενεργό ισχύς. Τα κύρια χαρακτηριστικά του είναι τα ακόλουθα.

Είσοδος DC

- ❖ Μέγιστη ισχύς γεννήτριας: 1500wp
- ❖ Μέγιστη τάση εισόδου: 1000V
- ❖ Εύρος τάσης MPP: 320V-800V
- ❖ Ονομαστική τάση εισόδου: 580V
- ❖ Ελάχιστη τάση εισόδου/αρχική τάση εισόδου: 125/150V
- ❖ Μέγιστη είσοδος ρεύματος εισόδου A/είσοδος B: 20A/12A
- ❖ Μέγιστη είσοδος ρεύματος βραχυκυκλώματος DC είσοδος A / είσοδος B: 30 A / 18 A
- ❖ Αριθμός ανεξάρτητων εισόδων MPP/Συμβολαιοσηρών ανα MPP είσοδος: 2/ A:2;B:1

Έξοδος AC

- ❖ Ονομαστική ισχύς: 1000W
- ❖ Μέγιστη φαινόμενη ισχύς AC: 10000VA
- ❖ Ονομαστική τάση AC/εύρος: 220V/230V,230V/240V,240V/415 έως 280V
- ❖ Εύρος τάσης AC: 180V έως 280V
- ❖ Συχνότητα /εύρος δικτύου AC: 50HZ/45HZ έως 55HZ,60HZ/55HZ έως 65HZ
- ❖ Μέγιστο ρεύμα εξόδου: 3X14.5A
- ❖ Φάσεις τροφοδοσίας/φάσεις σύνδεσης: 3/3
- ❖ Ρυθμιζόμενος συντελεστής ισχύος μετατόπισης:1/0.8 υπερδιέγερση έως 0.8 υποδιέγερση
- ❖ Μέγιστη αποδοτικότητα/ευρωπαϊκή αποδοτικότητα: 98.3%,98%

Άλλα χαρακτηριστικά

- ❖ Προστασία από υπερτάσεις
- ❖ Παρακολούθηση σφαλμάτων γείωσης
- ❖ Προστασία αντίστροφης πολικότητας DC
- ❖ Γαλβανική απομόνωση
- ❖ Προστασία από υπερτάσεις
- ❖ Βάρος: 20,5kg
- ❖ Διαστάσεις (Π/Υ/Β): 460mm/497mm/176mm
- ❖ Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας: -25oC έως +60oC
- ❖ Εκπομπή θορύβου: 30 dB
- ❖ Ιδιοκατανάλωση (νύχτα): 5W



Σχήμα 4.2: Φωτοβολταϊκός μετατροπέας μελέτης

Μέρος 3. Στο συγκεκριμένο σύστημα θα τοποθετηθεί ένας αυτόματος τριπολικός διακόπτης ισχύος με σκοπό την απομόνωση του μετατροπέα από το δίκτυο. Ειδικότερα θα χρησιμοποιηθεί ο C100L της εταιρείας ELMARK με ονομαστική τάση 230V και ονομαστικό ρεύμα 20A. Τέλος θα προστεθεί και ένας απαγωγέας υπέρτασης κατηγορίας τύπου 2 και ειδικότερα ο SPN415D της εταιρείας Hager καθώς διαθέτει ονομαστική τάση AC 230V και μέγιστη συνεχή τάση AC 275V με εκφόρτωση υπερέντασης 15kA.



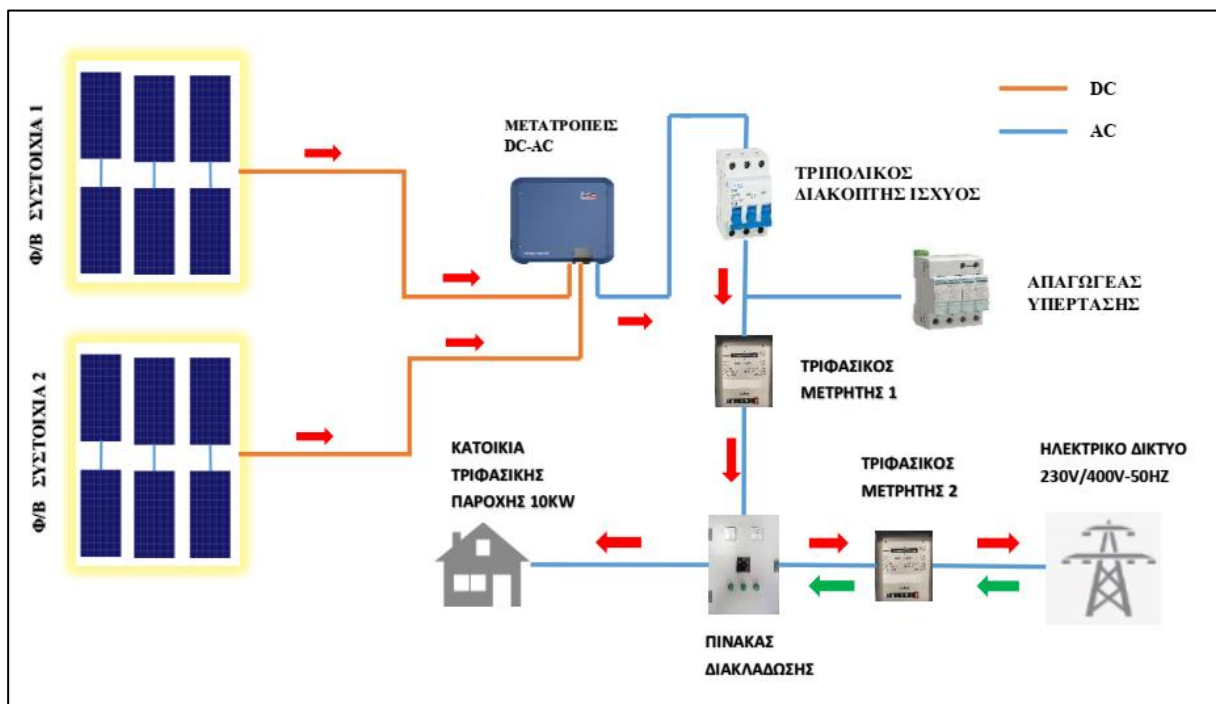
(α)



(β)

Σχήμα 4.3: (α) Απαγωγέας υπέρτασης (β) Τριπολικός διακόπτης ισχύος

Μέρος 4. Για την υλοποίηση του φωτοβολταϊκού συστήματος θα χρειαστούμε τα φωτοβολταϊκά πλαίσια τα οποία θα συνδεθούν με τον τριφασικό αντιστροφέα μέσω αγωγών DC. Έπειτα θα προστεθούν με τον μετατροπέα ένα τριπολικός διακόπτης ισχύος και απαγωγέας υπέρτασης τύπου 2 με σκοπό να εξασφαλιστεί η μέγιστη ασφάλεια στο σύστημα. Έπειτα θα συνδεθεί με τον τριφασικό μετρητή 1 μέσω αγωγού AC. Οι κύρια λειτουργία του συγκεκριμένου μετρητή είναι να μετράει την παραγόμενη ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά σε κιλοβατώρες. Αμέσως μετά το φορτίο φτάνει στο πίνακα διακλαδώσεις από τον οποίο μεταφέρετε η ενέργεια για να καταναλωθεί από την κατοικία. Παρόλα αυτά υπάρχει πιθανότητα να περισσέψει ενέργεια καθώς μπορεί να μην καταναλωθεί πλήρως από την κατοικία εκείνη την χρονική στιγμή. Τότε ο πίνακας διακλαδώσεις στέλνει την περίσσεια ενέργεια στο δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο και καθώς μεταφέρετε η ενέργεια περνάει μέσα από τον τριφασικό μετρητή 2 οποίος έχει διπλή ιδιότητα. Αρχικά μετράει το εισερχόμενο ρεύμα προς το δίκτυο και το εξερχόμενο ρεύμα από το δίκτυο προς την κατοικία.



Σχήμα 4.4: Φωτοβολταϊκή διάταξη βέλτιστης παροχής ενέργειας για κατοικία με ισχύς 10kwp

Μέρος 5: με την βοήθεια του λογισμικού sunny design θα γίνει η διαστασιολόγηση των υλικών όπως μετατροπέα θα προσδιοριστούν οι αγωγοί DC και AC. Επιπλέον θα μελετηθούν και οι αποδόσεις για ένα τέτοιο σύστημα .

Τοποθεσία: Ελλάδα / Θεσσαλονίκη

Τάση δικτύου: 230V (230V / 400V)

Επισκόπηση συστήματος

35 x AbiSolar AB285-60PHC (04/2018) (Φ/Β γεννήτρια 1)

Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση, Ισχύς κορυφής: 9,98 kWp



1 x SMA STP10.0-3AV-40

Στοιχεία σχεδιασμού Φ/Β

Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	35	Ειδ. ενεργειακή απόδοση*:	1539 kWh/kWp
Ισχύς κορυφής:	9,98 kWp	Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας):	---
Αριθμός Φ/Β μετατροπέων:	1	Μη αντισταθμισμένο φορτίο:	0,00 VA
Ονομαστική ισχύς AC των Φ/Β μετατροπέων:	10,00 kW	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας:	4.700 kWh
Ενεργή ισχύς AC:	10,00 kW	Ιδιοκατανάλωση:	2.763 kWh
Σχέση ενεργής ισχύος:	100,3 %	Ποσοστό ιδιοκατανάλωσης:	18 %
Ετήσια ενεργειακή απόδοση*:	15.356 kWh	Ποσοστό αυτάρκειας:	58,8 %
Συντ.ενεργ. χρήσης:	100 %	Μείωση CO ₂ μετά από 20 έτη:	103 t
Ποσοστό απόδοσης*:	88,8 %		

Σχήμα 4.5: Υλικά-στοιχεία σχεδιασμού φωτοβολταϊκής εγκαταστάσεις

Πίνακας 4.2: Βέλτιστη απόδοση με βάση την κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων

ΚΛΙΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΣΕ ΜΟΙΡΕΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ [kwh]
15 μοίρες	15.034
20 μοίρες	15.237
25 μοίρες	15.344
30 μοίρες	15.356
35 μοίρες	15.127
40 μοίρες	15.103
45 μοίρες	15.017

Τοποθεσία: Ελλάδα / Θεσσαλονίκη
Θερμοκρασία περιβάλλοντος:
 Ελάχιστη θερμοκρασία: -6 °C
 Θερμοκρασία σχεδιασμού: 28 °C
 Μέγιστη θερμοκρασία: 38 °C

1 x SMA STP10.0-3AV-40 (Τμηματική εγκατάσταση 1)

Ισχύς κορυφής:	9,98 kWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	35
Αριθμός Φ/Β μετατροπέων:	1
Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):	10,20 kW
Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1):	10,00 kW
Τάση δικτύου:	230V (230V / 400V)
Λόγος ονομ. ισχύος:	102 %
Συντελεστής διαστασιολόγησης:	99,8 %
Συντελεστής μετατόπισης cos φ:	1
Ώρες πλήρους φορτίου:	1535,6 h



SMA STP10.0-3AV-40

Στοιχεία σχεδιασμού Φ/Β

Είσοδος A: Φ/Β γεννήτρια 1

19 x AbiSolar AB285-60PHC (04/2018), Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

Είσοδος B: Φ/Β γεννήτρια 1

16 x AbiSolar AB285-60PHC (04/2018), Αζιμούθιο: 0 °, Κλίση: 30 °, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

	Είσοδος A:	Είσοδος B:	
Αριθμός στοιχειοσειρών:	1	1	
Φ/Β μονάδες:	19	16	
Ισχύς κορυφής (είσοδος):	5,42 kWp	4,56 kWp	
Ελάχ. τάση DC μετατρ. (Τάση δικτύου 230 V):	125 V	125 V	
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση:	✓ 569 V	✓ 479 V	
Ελάχ. Φ/Β τάση:	536 V	452 V	
Μέγ. τάση DC (Φ/Β μονάδα):	1000 V	1000 V	
Μέγ. Φ/Β τάση	✓ 805 V	✓ 678 V	
Μέγ. ρεύμα εισόδου ανά ανίχνευση σημείου μέγιστης ισχύος:	20 A	12 A	
Μεγ. ρεύμα Φ/Β γεννήτρ.:	✓ 8,8 A	✓ 8,8 A	
Μέγ. ρεύμα βραχυκύκλωσης ανά ανίχνευση σημείου μέγιστης ισχύος:	30 A	18 A	
Μέγ. ρεύμα βραχυκύκλωσης Φ/Β	✓ 9,3 A	✓ 9,3 A	

Φ/Β μετατροπέας συμβατός

Σχήμα 4.6: Στοιχεία σχεδιασμού φωτοβολταϊκού μετατροπέα

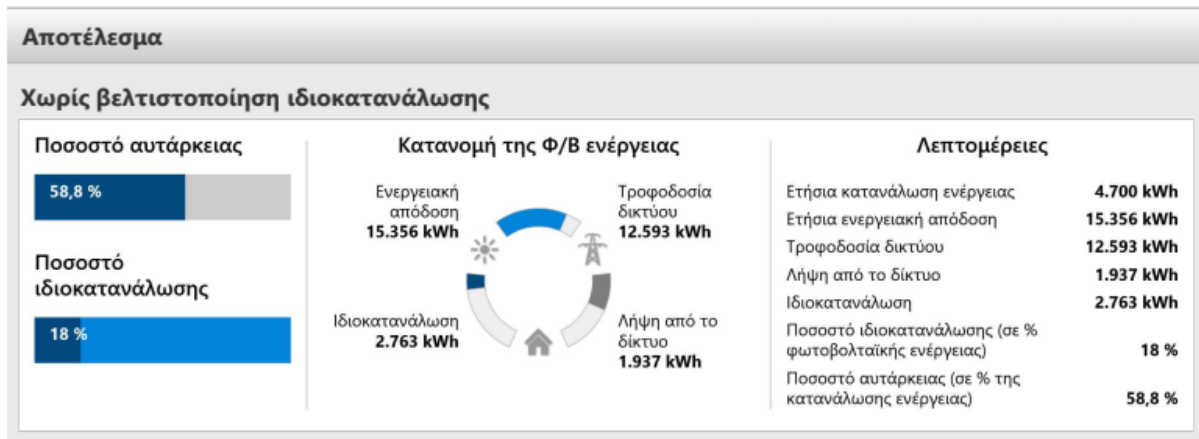
Επισκόπηση					
	✓ DC (συνεχές ρεύμα)	✓ LV (χαμηλή τάση)		✓ Συνολικά	
Απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία	26,42 W	43,35 W		69,77 W	
Σχετική απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία	0,24 %	0,43 %		0,68 %	
Συνολικό μήκος αγωγού	40,00 m	10,00 m		50,00 m	
Διατομές αγωγών	2,5 mm ²	2,5 mm ²		2,5 mm ²	

Γράφημα					

Αγωγοί DC					
	Υλικό αγωγού	Απλό μήκος	Διατομή	Πτώση τάσης	Σχετ. απώλεια ισχύος
Τμηματική εργασία 1					
1 x SMA STP10.0-3AV-40 Τμηματική εγκατάσταση 1	A	Χαλκός	10,00 m	1,3 V	0,22 %
	B	Χαλκός	10,00 m	1,3 V	0,27 %

Αγωγοί LV1					
	Υλικό αγωγού	Απλό μήκος	Διατομή	Αντίσταση αγωγού	Σχετ. απώλεια ισχύος
Τμηματική εργασία 1					
1 x SMA STP10.0-3AV-40 Τμηματική εγκατάσταση 1	Χαλκός	10,00 m	2,5 mm ²	R: 22,933 mΩ XL: 0,750 mΩ	0,43 %

Σχήμα 4.7: Διαστασιολόγηση αγωγών φωτοβολταϊκού συστήματος

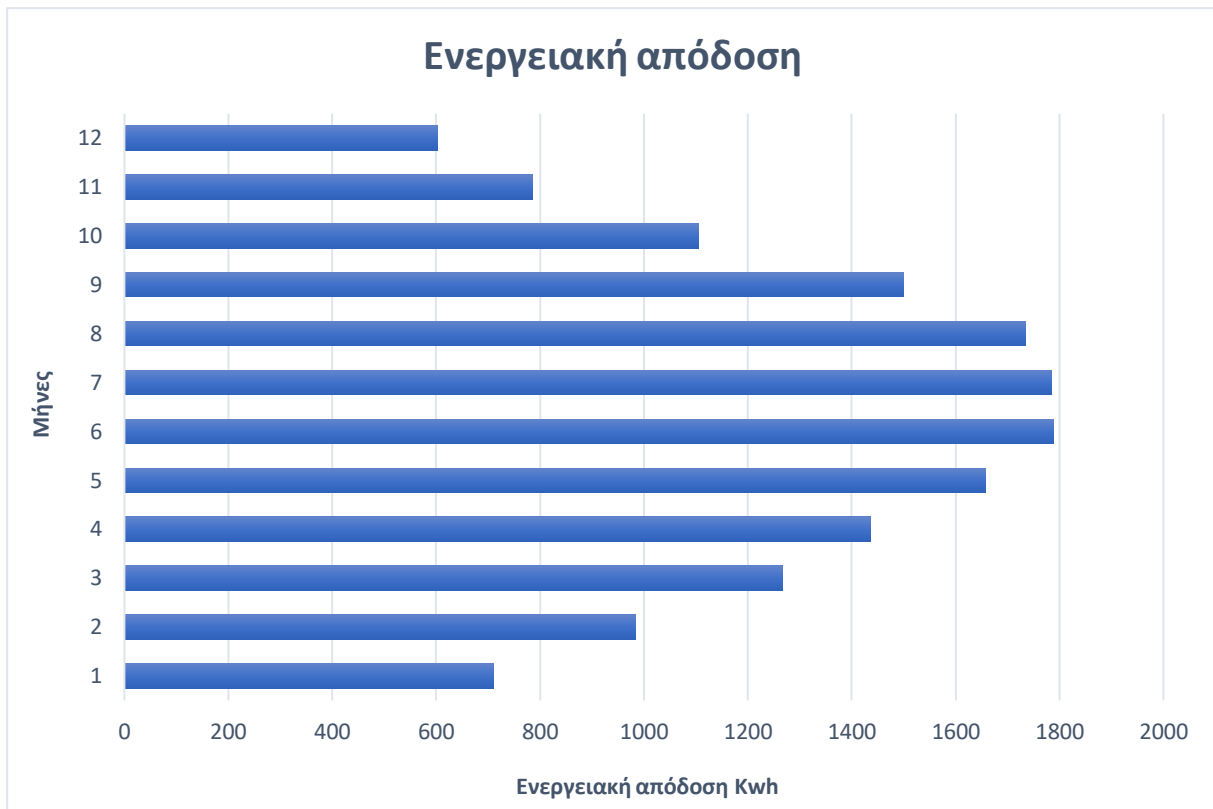


Σχήμα 4.8: Πληροφορίες κατανομής φωτοβολταϊκής ενέργειας

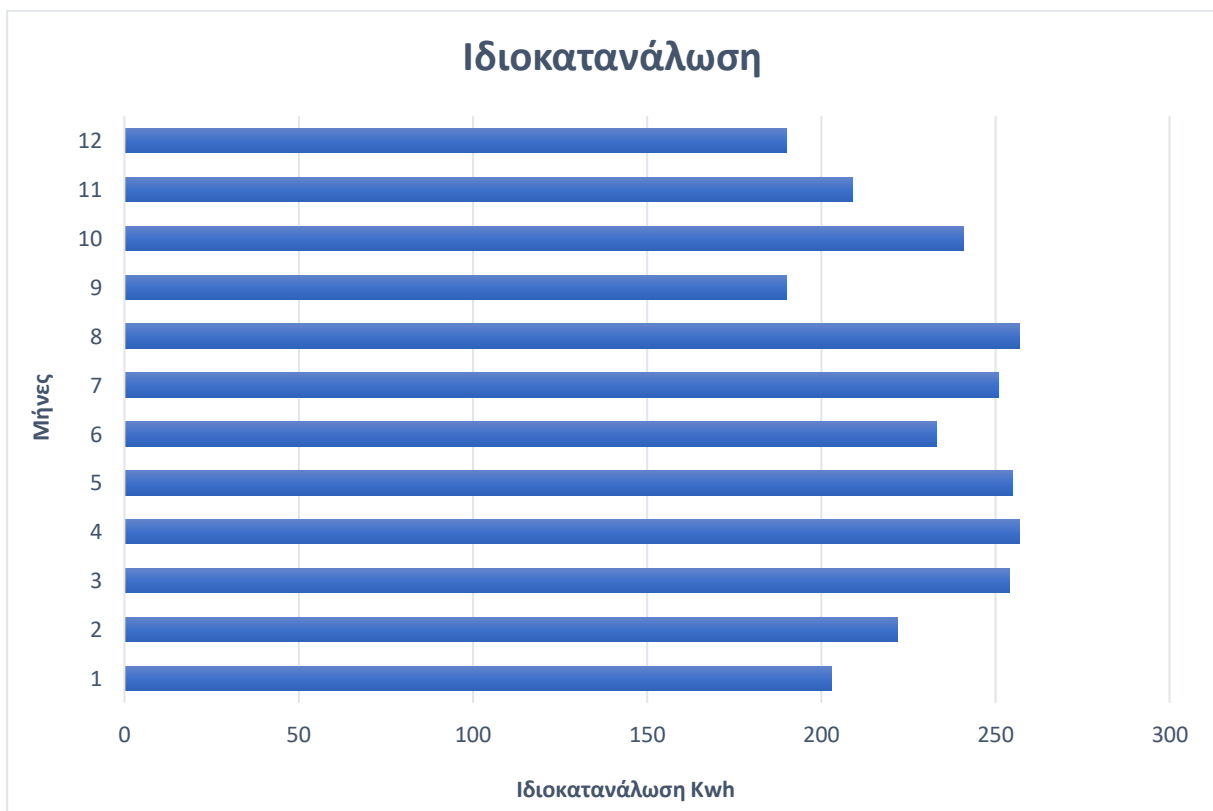
Πίνακας

Μήνας	Ενεργειακή απόδοση [kWh]	Ιδιοκατανάλωση [kWh]	Τροφοδοσία δικτύου [kWh]	Λήψη από το δίκτυο [kWh]
1	711 (4,6 %)	203	508	230
2	983 (6,4 %)	222	761	174
3	1266 (8,2 %)	254	1012	158
4	1437 (9,4 %)	257	1180	144
5	1658 (10,8 %)	255	1403	124
6	1788 (11,6 %)	233	1555	122
7	1785 (11,6 %)	251	1534	119
8	1734 (11,3 %)	257	1477	112
9	1500 (9,8 %)	190	1310	121
10	1106 (7,2 %)	241	865	180
11	785 (5,1 %)	209	575	213
12	603 (3,9 %)	190	413	240

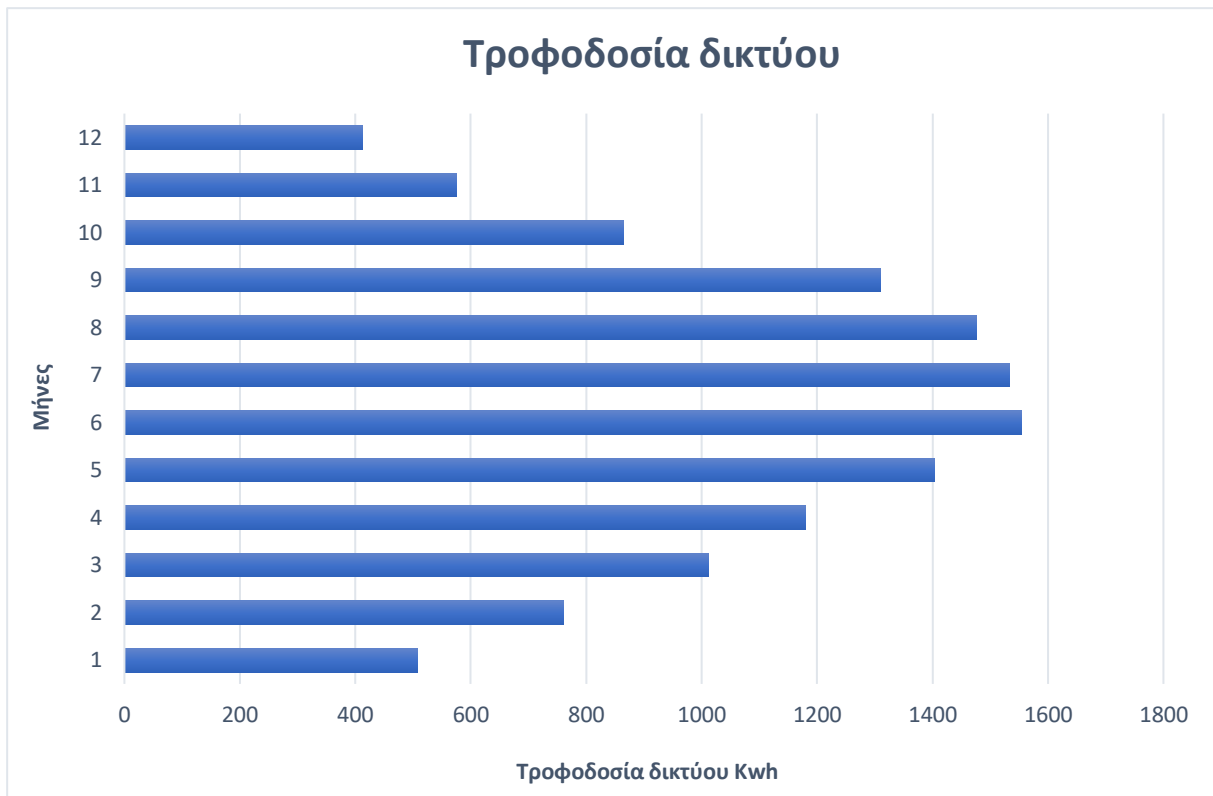
Σχήμα 4.9: Πίνακας αποδόσεων και κατανομής ενέργειας



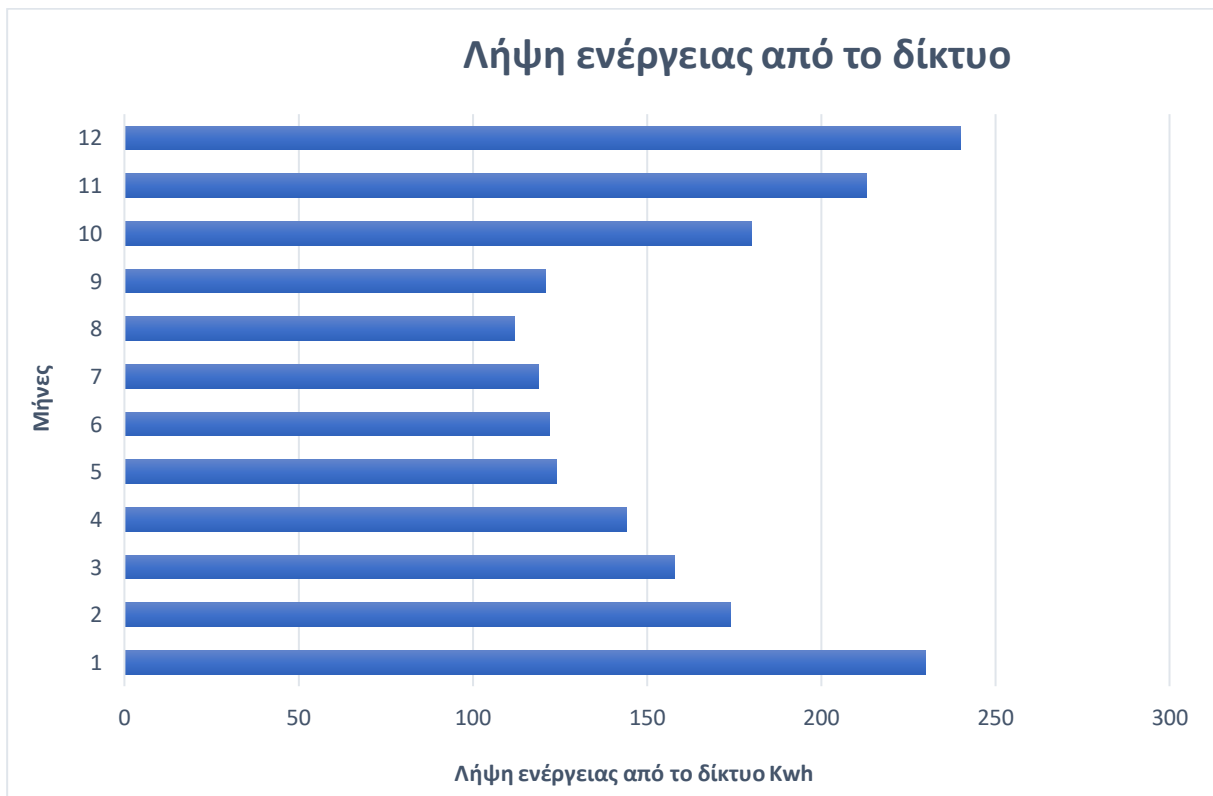
Σχήμα 4.10: Απεικόνιση μηνιαίας ενεργειακής απόδοσης



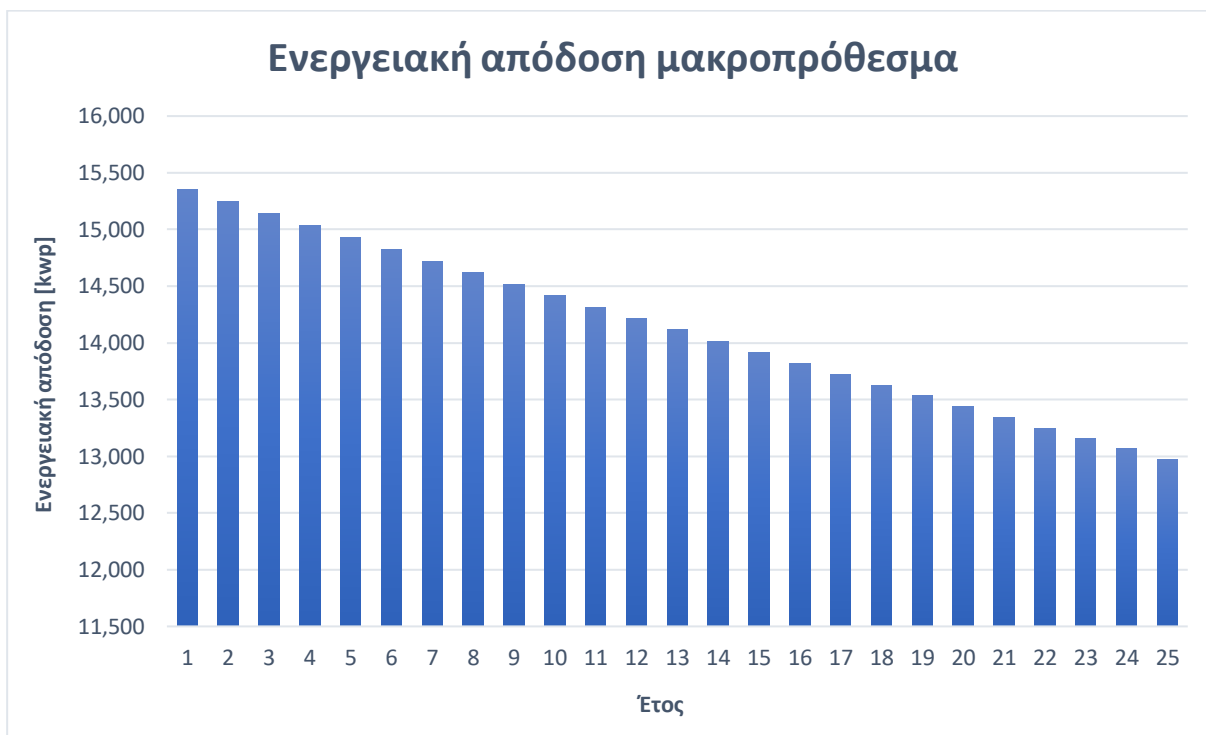
Σχήμα 4.11: Αποτελέσματα ιδιοκατανάλωσης



Σχήμα 4.12: Διάγραμμα διανομής ενέργειας στο δίκτυο



Σχήμα 4.13: Διάγραμμα μηνιαίας λήψης ενέργειας από το δίκτυο



Σχήμα 4.14: Ετήσιες στατιστικές αποδόσεις του φωτοβολταϊκού συστήματος

4.4 Συμπεράσματα

Με την περάτωση της εγκατάστασης και της μελέτης διαπιστώσαμε ορισμένες απόψεις για το συγκεκριμένο φωτοβολταϊκό σύστημα που θα τροφοδοτήσει την κατοικία. Αρχικά εντοπίστηκαν η κατάλληλες φωτοβολταϊκές μονάδες οι οποίες μπορούν να καλύψουν την ζητούμενη ισχύς του συστήματος που είναι τα 10kwp. Επίσης με την χρήση του λογισμικού sunny design καταγράφηκαν οι μετρήσεις της απόδοσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων σύμφωνα με την κλίση τους και διαπιστώθηκε σύμφωνα με το πίνακα 4.2 η κλίση για βέλτιστη απόδοση είναι 30 μοίρες. Επιπρόσθετα με βάση το σχήμα 4.10 διαπιστώθηκε ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα αποδίδει τον μέγιστο βαθμό των 6 και 7 μήνα. Ακόμη παρατηρήθηκε με την βοήθεια του σχήματος 4.11 η μέγιστη ιδιοκατανάλωση ενέργειας είναι των 8 και 4 μήνα. Επιπλέον διαπιστώθηκε από το σχήμα 4.12 ότι η μέγιστη διανομή ενέργειας του συστήματος στο δίκτυο γίνεται των 6 μήνα. Επίσης, σύμφωνα με το σχήμα 4.13 η ενέργεια που παρέχει το φωτοβολταϊκό σύστημα δεν επαρκεί για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της κατοικίας οπότε αναγκαστικά χρησιμοποιείτε η λήψη ενέργειας από το δίκτυο αυτό το φαινόμενο συμβαίνει πιο έντονα το 1 και το 12 μήνα. Τέλος το φωτοβολταϊκό σύστημα παρουσιάζει διαφορετικές αποδόσεις κάθε έτος. Ειδικότερα, με το πέρασμα του χρόνου η απόδοσή του ελαττώνετε σύμφωνα με το σχήμα 4.14 παρατηρούμε η ενεργειακή απόδοση του συστήματος να μειώνετε σταδιακά. Οι ετήσιες ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας ανέρχονται στα 4700 kwh. Η κιλοβατώρα χρεώνετε περίπου 0.20 ευρώ οπότε ο λογαριασμός ανέρχεται στα 940 ευρώ ετησίως. Με την φωτοβολταϊκή εγκατάσταση οι ετήσια εξοικονόμηση του ρεύματος είναι 768 ευρώ και η συνολική αποζημίωση της τροφοδοσίας στο δίκτυο ανέρχεται 1259 ευρώ. Ολοκληρώνοντας η εγκατάσταση ενός τέτοιου φωτοβολταϊκού συστήματος κοστίζει περίπου 12,940ευρώ.

Κεφάλαιο 5ο: Λογισμικό Sunny Design

5.1 Εισαγωγή

Το λογισμικό Sunny Design ανήκει στην γερμανική εταιρεία SMA δημιουργήθηκε για να προγραμματίζει και να σχεδιάζει φωτοβολταϊκά συστήματα. Το λογισμικό έχει την δυνατότητα να προτείνει στο χρήστη διάφορα υλικά που μπορεί να χρησιμοποιήσει στο φωτοβολταϊκό σύστημα όπως φωτοβολταϊκές γεννήτριες, μετατροπείς και υπολογίζει και εμφανίζει της αποδόσεις.

5.2 Περιγραφή λογισμικού

Το λογισμικό sunny Design υποστηρίζει τις ακόλουθες εργασίες:

- ❖ Φωτοβολταϊκή εγκατάσταση με πλήρη τροφοδοσία στο δικτύου
- ❖ Φωτοβολταϊκή εγκατάσταση με ιδιοκατανάλωση
- ❖ Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα
- ❖ Υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα
- ❖ Σύστημα ενέργειας

Αρχικά, το λογισμικό δίνει την επιλογή στο χρήστη να επιλέξει το μέρος το οποίο θα γίνει η εγκατάσταση και η τοποθέτηση. Συγκεκριμένα όσο αφορά την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών δύνανται οι επιλογές όπως ελεύθερη τοποθέτηση δηλαδή πάνω σε υποστηρικτικές βάσεις στο έδαφος με δυνατότητα ρυθμιζόμενης κλίσης. Επίσης τοποθέτηση στην πρόσοψη του κτιρίου και τέλος τοποθέτηση στην στέγη. Τέλος κατά την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών μονάδων πρέπει να ληφθεί υπόψη και η σκίαση ενδεχομένως από κάποιο εμπόδιο ή από τη θέση του ήλιου. Στη συνέχεια ο χρήστης θα πρέπει να δημιουργήσει ένα προφίλ φορτίου όπως για παράδειγμα ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις αν πρόκειται για φωτοβολταϊκή εγκατάσταση με ιδιοκατανάλωση, αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα, υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα. Γενικά ο σχεδιασμός τις φωτοβολταϊκής εγκαταστάσεις μπορεί να γίνει με δύο τρόπους.

- ❖ Γρήγορο σχεδιασμό
- ❖ Λεπτομερή σχεδιασμό

Όσο αφορά για την επιλογή του γρήγορου σχεδιασμού. Ο χρήστης καλείτε να επιλέξει φωτοβολταϊκές γεννήτριες, φωτοβολταϊκό μετατροπέα, σύστημα συσσωρευτών. Το λογισμικό θα διεξάγει τα αποτελέσματα όπως οικονομικές αποδόσεις, ενεργειακές αποδώσεις και γενικά θα κατανέμει κατάλληλα την ενέργεια του συστήματος. Αντίθετα στο λεπτομερή σχεδιασμό θα προστεθεί και τεχνική μελέτη όπως η διαστασιολόγηση αγωγών οι οποίοι θα απεικονιστούν από ένα γράφημα με μορφή DC και LV.

Κεφάλαιο 6ο: Συμπεράσματα-προοπτικές

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία μελετήσαμε δύο περιπτώσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων τα οποία θα τροφοδοτήσουν σε συνδυασμό με το δίκτυο μία κατοικία μονοφασικής και τριφασικής παροχής. Αρχικά και στις δύο περιπτώσεις επιλέξαμε και αξιολογήσαμε τον κατάλληλο εξοπλισμό που θα απαρτίζεται το σύστημα. Επίσης μέσα από διαδοχικές δοκιμές στο λογισμικό εντοπίσαμε την ιδανική κλίση την οποία θα έχουν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια με σκοπό την βέλτιστη απόδοση. Τέλος με την βοήθεια του λογισμικού προχωρήσαμε στην απεικόνιση των διαγραμμάτων της κατανάλωσης-απόδοσης και της συμβολής του δικτύου ξεχωριστά για κάθε σύστημα.

Ολοκληρώνοντας, τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι μία καλή επιλογή επένδυσης και ειδικότερα στη Ελλάδα καθώς είναι μία από τις πιο ευνοημένες χώρες λόγω της έντονης ηλιοφάνειας την οποία εκμεταλλεύονται τα φωτοβολταϊκά συστήματα στο μέγιστο βαθμό. Το μοναδικό μειονέκτημα που αποτελεί και εμπόδιο στην επένδυση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι το υψηλό κόστος σε σχέση με άλλες μορφές ενέργειας.

Ευελπιστούμε, λόγω ανάγκης για παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την ανεξάρτηση από τις συμβατικές πηγές. Θα υπάρξει ανταγωνισμός στην ανάπτυξη και την εκμετάλλευση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας με αποτέλεσμα το κόστος εγκατάστασης να μειωθεί στο μέλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Αυγέρη, Α. (2010). *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*.
- [2] Πετροχείλου, Β. Γ. (2011). *Χωροθέτηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: Η ελληνική πραγματικότητα* (No. GRI-2012-7990). Aristotle University of Thessaloniki.
- [3] Καλάβριας, Π. Α. (2019). *Η διερεύνηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον και στη ποιότητα υγείας, της οικονομικής μεγέθυνσης και της κατανάλωσης ενέργειας* (No. GRI-2019-24339). Aristotle University of Thessaloniki.
- [4] ΤΖΙΑΜΤΖΗ, Κ. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.
- [5] Παπαλάμπρου, Α. (1993). *Αιολική ενέργεια: μελέτη χαρακτηριστικών αιολικού δυναμικού*.
- [6] Σούλιος, Η. (2019). *Αιολική ενέργεια-Αιολικό πάρκο*.
- [7] Τζίμας, Ε. (1993). *Αρχές μέτρησης φυσικών παραμέτρων της ατμόσφαιρας*.
- [8] Μάρκου, Π. (2020). *Οι ανεμόμυλοι της Κύθου: προστασία και διαχείριση*.
- [9] ΣΙΜΙΔΑΛΑΣ, Γ., & ΣΤΑΜΟΠΟΥΛΟΣ, Κ. (2018). *Ανεμογεννήτριες και αιολικά πάρκα*.
- [10] ΓΚΙΖΑΣ, Γ., & ΜΑΖΑΡΑΚΗΣ, Α. (2021). *Ανανεώσιμη Τεχνολογία-Ανεμογεννήτριες*.
- [11] Κυραννός, Α., & Χατζηγηγορίου, Η. (2016). *Ανεμογεννήτριες<< Συντήρηση και βλάβες*.
- [12] Σώφλος, Δ. (2020). *Θετικές και Αρνητικές Επιπτώσεις από την Χρήση των ΑΠΕ στο Φυσικό Περιβάλλον* (No. GRI-2020-27169). Aristotle University of Thessaloniki.
- [13] Χασιάωτη, Γ. (2010). *Εξομοίωση υβριδικού συστήματος με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας* (Doctoral dissertation).
- [14] Γκότσης, Χ., & Κουσιάνης, Ι. *Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*.
- [15] Τσαλικίδης, Ι. *Ενεργητικά και παθητικά ηλιακά συστήματα*.
- [16] Μαλιάκας, Ε. (2016). *Συντήρηση φωτοβολταϊκών πάρκων*.
- [17] Μπαξεβάνης, Π. (2016). *Απόδοση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων σε σχέση με τις εξωτερικές συνθήκες*.
- [18] ΠΑΣΣΙΑΣ, Η. (2020). *Υδροηλεκτρική Ενέργεια*.
- [19] Παπακώστα, Κ., & Σταφυλά, Ε. (2006). *Ανάλυση Κύκλου Ζωής και εξεργειακή ανάλυση του Υδροηλεκτρικού έργου της Μεσοχώρας* (Doctoral dissertation, Παπακώστα Κυριακή, Σταφυλά Ελένη).
- [20] Αυλακά, Ι. (2019). *Μελέτη μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού στην περιοχή της Ευρυτανίας* (Doctoral dissertation).
- [21] Κυριανάκης, Α. (2020). *Τεχνοοικονομική μελέτη εγκατάστασης μικρού υδροηλεκτρικού σταθμού για την τροφοδοσία βιομηχανικής μονάδας*.
- [22] Κορμάζος, Β. Γ. (2018). *Παραγωγή ενέργειας απο βιομάζα*.
- [23] Τζηρίνης, Α. (2012). *Ενέργεια από βιομάζα*.
- [24] Μεντζέλου, Χ. Α. Μ. (2016). *Ενέργεια απο βιομάζα*.

- [25] Γούλας, Τ., & Γιαννέλης, Κ. (2012). Εφαρμογές στη γεωθερμία.
- [26] Βάδεν, Κ., & Καραχοντζίτης, Β. Γεωθερμία.
- [27] Μαστοράκη, Σ. Γ. (2012). *Τεχνικο-οικονομική ανάλυση και περιβαλλοντική αποτίμηση εφαρμογής Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας: Θερμικά Ηλιακά Συστήματα-Αβαθής Γεωθερμία* (Master's thesis).
- [28] Αγόρης, Θ. (2019). Τεχνολογίες αξιοποίησης της κυματικής ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή.
- [29] Αθανασούλας, Α., & Τσάκαλης, Β. (2016). Ηλεκτρική ενέργεια με θαλάσσια κύματα.
- [30] ΛΑΜΚΑΙ, Ε., ΛΑΜΠΡΟΥ, Ι. Ν., & ΜΟΥΣΤΡΟΥΦΑ, Υ. Β. (2018). Παραγωγή ενέργειας απο θαλάσσια κύματα: Ανάπτυξη ενός μοντέλου.
- [31] Παπαχρήστου, Δ. (2021). Μηχανισμοί προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στα Κράτη-Μέλη.
- [32] Παπαμαστοράκη-Αυγουστάκη, Δ. (2012). *Στροφή της Ευρώπης προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας* (No. GRI-2013-11477). Aristotle University of Thessaloniki.
- [33] Τρικκαλιώτη, Σ. Α. Ι. (2017). *Θεσμικό Πλαίσιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην Ευρώπη και Σχέδια Δράσης* (No. GRI-2017-19752). Aristotle University of Thessaloniki.
- [34] Ναζιρίδης, Δ., & Παρασκευαΐδης, Θ. (2016). Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- [35] Τσιγλής, Π. (2019). Επισκόπηση σύγχρονων τεχνολογιών φωτοβολταϊκών-Σύγκριση οργανικών και συμβατικών φωτοβολταϊκών λύσεων.
- [36] Φυσέας, Α. Κ. (2018). *Φωτοβολταϊκά συστήματα και μελέτη της απόδοσής τους για την πόλη της Θεσσαλονίκης* (No. GRI-2018-22771). Aristotle University of Thessaloniki.
- [37] Κανάκης, Α. (2021). Περιγραφή Φωτοβολταϊκού Πάνελ.
- [38] Τοκατλίδης, Ζ. (2019). Ανακύκλωση υλικών φωτοβολταϊκών διατάξεων στον Ελλαδικό χώρο.
- [39] Παντελάκος, Α., & Ταλαδιανός, Γ. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.
- [40] Βλαχογιάννης, Β. (2016). *Αντιμετώπιση προβλημάτων σε φωτοβολταϊκά συστήματα* (Doctoral dissertation).
- [42] Κολόκας, Θ. Κ. (2011). *Εγκαταστάσεις αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων για απομονωμένα κτίρια ειδικών εφαρμογών* (Bachelor's thesis).
- [43] Καφτεράνης, Χ. (2009). Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα σε εξοχική κατοικία
- [44] R. Ghosh, S. Das and C. Kumar Panizrahi, "Classification of Different Types of Faults in a Photovoltaic System," 2018 International Conference on Computation of Power, Energy, Information and Communication (ICCPEIC), 2018, pp. 121-128, doi: 10.1109/ICCPEIC.2018.8525170.
- [45] G. J. TEVI, M. É. FAYE, M. SENE, I. FAYE, U. BLIESKE and A. SEIDOU MAIGA, "Solar Photovoltaic Panels Failures Causing Power Losses: A Review," 2018 7th International Energy and Sustainability Conference (IESC), 2018, pp. 1-9, doi: 10.1109/IESC.2018.8439986.
- [46] K. AbdulMawjood, S. S. Refaat and W. G. Morsi, "Detection and prediction of faults in photovoltaic arrays: A review," 2018 IEEE 12th International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power Engineering (CPE-POWERENG 2018), 2018, pp. 1-8, doi: 10.1109/CPE.2018.8372609.

- [47] <https://www.victronenergy.gr/solar-charge-controllers>
- [48] <https://perianemwnkaiudatwn.wordpress.com>
- [49] <https://greekcultureellinikospolitismos.wordpress.com>
- [50] <https://iospaths.gr/ios-windmills/>
- [51] <https://kassandra.gr/windmill.html>
- [52] <https://nucleus2012.wordpress.com/>
- [53] <http://electrotechnorama.blogspot.com/2015/05/blog-post.html>
- [54] <http://www.upworks.gr/news/>
- [55] https://www.real.gr/archive_planet/arthro/
- [56] <https://www.thessaliaeconomy.gr/blog/>
- [57] <https://kefaloniamagazine.gr/oikonomia/>
- [58] <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/3-pathetika-eliaka-systemata-thermanses>
- [59] <http://www.technotec.gr/>
- [60] <https://www.photovoltic.gr/el/services/>
- [61] <https://www.makthes.gr/>
- [62] http://users.sch.gr/kpara/ape2009_10/ydrauliki.htm
- [63] <https://www.alteren.gr/frontend/>
- [64] <http://buildinggreen.gr/>
- [65] <https://www.michanikos-online.gr/>
- [66] <https://www.agouridas.gr/>
- [67] <https://www.oedigital.com/news/>
- [68] <https://ahmadladhani.wordpress.com/>
- [69] <http://kaheel7.com/>
- [70] <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/>
- [71] <https://grobotronics.com/solar-panel-1w-125x63mm.html>
- [72] <https://pazari4all.gr/product/>
- [73] <https://www.mpitsakakis.gr/products/fwtoboltaika-systhmata/>
- [74] <https://www.smart-cover.gr/product/>
- [75] <https://eleniselectric.gr/product>
- [76] <http://www.renevol.gr/>
- [77] <https://sunen.gr/>
- [78] <https://www.kmetrics.gr/>
- [79] <https://www.maxmetal.gr/>

- [80] <https://www.profilodomi.solar/mountingsystem/>
- [81] <https://energyin.gr/>
- [82] <https://www.sunhunter.gr/>
- [83] <https://newpost.gr/energeia/>
- [84] <https://www.sunwize.com/pv-module-bypass-diodes/>
- [85] <https://www.fotovoltaika-systems.gr/>
- [86] <https://www.emw.gr/>
- [87] <https://www.fotovoltaika.gr/solar-energy-shop/battery-chargers.html>
- [88] <https://www.thermocity.gr/>
- [89] <https://www.mipesun.gr/>
- [90] <https://www.iqsolarpower.com/pvchargecontroller>
- [91] <https://www.smart-cover.gr/product/>
- [92] <https://www.eshops.gr/victron-inverter/batteries/lithium-battery-24v-180ah.html>
- [93] <https://jngpower.en.made-in-china.com/product/gCOnHvZrSdcz/China-MMPT-solar-charge-controller-60A-12-24-48V-auto-with-intelligent-control.html>
- [94] <https://www.indiamart.com/proddetail/transmission-tower-21142890662.html>
- [95] <https://www.e-ziatakis.gr/photovoltaic-surveillance-1>
- [96] https://www.pvxchange.com/Frankfurt-Solar_2_1
- [97] <https://www.inutec-int.com/us/sma-sunny-boy-50-sb5-1-phase-inverter.htm>
- [98] <https://www.oleng.eu/>
- [99] <https://www.europe-solarstore.com/sma-sunny-tripower-10-0-stp10-0-3av-40.html>
- [100] <https://www.springers.com.au/shop/product/>
- [101] <https://www.kafkas.gr/ilektrologiko-yliko/geiosi-antikeravniki-prostasia/>
- [102] <https://gr.elmarkstore.eu/>
- [103] <https://ledmegastore.gr/>
- [104] <https://iod.gr/eksoikonomo-aytonomo/>
- [105] Frankfurt Solar<<Photovoltaic Module>>FS235WPOLY datasheet.
https://www.renugen.co.uk/content/Solar_Panel_Brochures_part_2/Solar%20Panel%20Brochures%20part%202/frankfurt_brochure/frankfurt_fs215_frankfurt_solar.pdf
- [106] SMA Solar Technology<<inverter Sunny Boy>> 5.0 datasheet.
<https://cdn.webshopapp.com/shops/264724/files/265757240/sb30-60-ds-en-33-eng-neu.pdf>
- [107] AbiSolar<<Half Cell polycrystalline PV modules>> AB285-60PHC datasheet.
[https://shop.ecosolaris.ro/download/ABi-Solar-AB-60PHC\(CN32\)03-19-2018A3-EN_web.pdf](https://shop.ecosolaris.ro/download/ABi-Solar-AB-60PHC(CN32)03-19-2018A3-EN_web.pdf)
- [108] SMA Solar Technology<<inverter Sunny Tripower>> 10.0 datasheet
<https://www.europe-solarstore.com/download/sma/sunny-tripower/SMA-Sunny-Tripower-10.0-Data-Sheet.pdf>