

Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Ηλεκτρολογίας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΙΣΧΥΟΣ 100 KW

Μελέτη

ΓΑΛΑΘΡΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

ΛΑΒΔΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

Επίβλεψη

ΣΤΑΘΑΤΟΣ ΗΛΙΑΣ

Πάτρα 2014

ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΙΣΧΥΟΣ 100 KW

Περίληψη

Το περιεχόμενο της πτυχιακής εργασίας αφορά την μελέτη Φ/Β πάρκου ισχύος 100KW στην περιοχή του Βέλου Κορινθίας. Αρχικά, γίνεται μια συνοπτική ιστορική αναφορά στην εξέλιξη του τρόπου εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας και παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας για το περιβάλλον, σε σύγκριση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας. Στη συνέχεια γίνεται η περιγραφή του τοπογραφικού σχεδίου του πάρκου και η μελέτη διαστασιολόγησης της εγκατάστασης με σκοπό την επιλογή των βέλτιστων Φ/Β γεννητριών και μετατροπέων. Βάση αυτών γίνεται η επιλογή των βάσεων στήριξης των γεννητριών και του λοιπού ηλεκτρολογικού εξοπλισμού. Η χωροθέτηση των πάνελ και ο σχεδιασμός των βάσεων στήριξης στο πάρκο που μελετάται, έγινε με χρήση του σχεδιαστικού προγράμματος AutoCAD. Με τον ίδιο τρόπο γίνεται η απεικόνιση του ηλεκτρολογικού μονογραμμικού σχεδίου της εγκατάστασης όπου παρουσιάζεται η συνδεσμολογία των υλικών από την παραγωγή του συνεχούς ρεύματος μέχρι την διανομή του στο τριφασικό εναλλασσόμενο δίκτυο της ΔΕΗ. Ένα ακόμα κεφάλαιο που είναι τα συστήματα τηλεμετρίας που εγκαταθίστανται στο πάρκο με σκοπό την παρακολούθηση εξ' αποστάσεως της απόδοσής του και της άμεσης επέμβασης σε περίπτωση που παρουσιαστεί σφάλμα στην εγκατάσταση. Επιπρόσθετα γίνεται μία ενδεικτική οικονομική μελέτη του συστήματος από πλευράς κόστους - κέρδους, άμεσα εξαρτώμενη από την ετήσια απόδοση του συστήματος. Τέλος, γίνεται αναφορά στην εξέλιξη του Φ/Β πάρκου σε αυτόνομο σύστημα παρουσιάζοντας αντίστοιχες οικονομικές αναλύσεις.

Abstract

The content of the thesis concerns the study photovoltaic park of 100KW in the area of Velo in Corinth. Initially, in chapter 1 there is a brief historical discussion of the development in the operation of solar radiation and presents the advantages of solar energy to the environment , compared with conventional energie systems . Then, in chapter 2 there is a description of the location plan of the park and study dimensioning of the installation in order to select the best photovoltaic generators and inverters. These data for the selection of mounts generators and other electrical equipment . The siting of the panels and the design of the mounts in the park study was performed using the design software AutoCAD. In the same way is an illustration of the electrical monorail installation plan showing the assembly of materials from the production of the DC power to the distribution of the three-phase alternating electricity network . Another chapter is telemetry systems egkatathistantai the park in order to monitor remotely the performance and immediate response in case of an error in the installation. In addition is an indicative financial system design cost - profit, directly dependent on the annual performance of the system. Finally, reference is made to the development of the photovoltaic park in autonomous system presenting relevant economic analyzes.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
i. Αντικείμενο Μελέτης.....	7
ii. Στόχος	7
iii. Μεθοδολογία	7
iv. Αρκτικόλεξο.....	9
1. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	10
Εισαγωγή	10
1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	10
1.2 Ηλιακή Ενέργεια	15
1.2.1 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα	16
1.2.2 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα.....	17
1.2.3 Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα	19
1.3 Εξέλιξη της Παραγωγής Ηλεκτρισμού απο Ηλιακή Ενέργεια.....	23
1.4 Δομή Φωτοβολταϊκού Συστήματος.....	25
1.5 Τύποι Φωτοβολταϊκών Στοιχείων	28
1.6 Τύποι Σύνδεσης Φωτοβολταϊκων Συστημάτων	29
1.6.1 Διασυνδεδεμένα Φωτοβολταϊκά Συστήματα.....	30
1.6.2 Αυτόνομα Φωτοβολταϊκά Συστήματα.....	31
2. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΣΤΟ ΒΕΛΟ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	33
Εισαγωγή	33
2.1 Νομός Κορινθίας.....	33
2.2 Δήμος Βέλου	34
2.3 Κλιματολογικά Δεδομένα	35
2.4 Ζήτηση Ηλεκτρικής Ισχύς.....	38
2.5 Τοπογραφικό Σχέδιο Οικοπέδου.....	39
2.6 Μελέτη Διαστασιολόγησης Εγκατάστασης	40

2.6.1	Συλλέκτες.....	41
2.6.2	Αντιστροφέας.....	42
2.6.3	Βάσεις Στήριξης.....	45
2.6.4	Γείωση.....	49
2.6.5	Αντικεραυνική Προστασία	51
2.6.6	Σύστημα Ασφαλείας	53
2.6.7	Περίφραξη Έργου	53
2.7	Σύνοψη Μεθοδολογίας Εργασιών.....	54
3.	ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ.....	56
	Εισαγωγή	56
3.1	Συστήματα Τηλεμετρίας	56
3.2	Διαστασιολόγηση και Παραμετοποίηση του Συστήματος.....	56
3.3	Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Τηλεμετρίας	58
3.4	Τεχνικά Χαρακτηριστικά Λοιπού Εξοπλισμού Φωτοβολταϊκού Συστήματος 60	
4.	ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ.....	70
	Εισαγωγή	70
4.1	Έξοδα Αρχικής Εγκατάσης.....	70
4.2	Πάγια Έξοδα	71
4.3	Λειτουργικά Έξοδα	71
4.4	Έτήσια Έσοδα Επένδυσης	72
	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	74
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	75
	Νομοθετικό Παράρτημα	79

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια απόκτησης του τίτλου σπουδών του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του Τμήματος Ηλεκτρολογίας οι σπουδαστές του ιδρύματος καλούνται να συντάξουν μια πτυχιακή μελέτη. Μέσα από αυτό το πόνημα μας δίνεται η δυνατότητα να εμβαθύνουμε τις γνώσεις μας σχετικά με εξειδικευμένα ζητήματα της επιστήμης του Ηλεκτρολόγου. Η παρούσα μελέτη πραγματεύεται το ζήτημα της κατασκευής φωτοβολταϊκού πάρκου. Η μελέτη διήρκησε έννέα μήνες.

i. Αντικείμενο Μελέτης

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο αντικείμενο μελέτης της εργασίας είναι το ζήτημα της κατασκευής φωτοβολταϊκού πάρκου και συγκεκριμένα πάρκου δυναμικότητας 100KW στη περιοχή του Βέλου της Κορινθίας. Η έρευνα εστιάζει με σειρά μεθοδολογίας στα εξής : τοπογραφικό σχέδιο, διαστασιολόγηση εγκατάστασης, επιλογή φωτοβολταϊκών πάνελ, βάσεις στήριξης, σύστημα τηλεμετρίας.

ii. Στόχος

Στόχος της εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση του τεχνικού πλαισίου κατασκευής ενός φωτοβολταϊκού πάρκου καθώς και η αποσαφήνιση των εργασιών και της μεθολογίας που πρέπει να ακολουθηθεί για την υλοποίησή του.

iii. Μεθοδολογία

Αρχικά, γίνεται μια συνοπτική ιστορική αναφορά στην εξέλιξη του τρόπου εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας και παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας για το περιβάλλον, σε σύγκριση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας. Στη συνέχεια γίνεται η περιγραφή του τοπογραφικού σχεδίου του πάρκου και η μελέτη διαστασιολόγησης της εγκατάστασης με σκοπό την επιλογή των βέλτιστων Φ/Β γεννητριών και μετατροπέων. Βάση αυτών γίνεται η επιλογή των

βάσεων στήριξης των γεννητριών και του λοιπού ηλεκτρολογικού εξοπλισμού. Η χωροθέτηση των πάνελ και ο σχεδιασμός των βάσεων στήριξης στο πάρκο που μελετάται, έγινε με χρήση του σχεδιαστικού προγράμματος AutoCAD. Με τον ίδιο τρόπο γίνεται η απεικόνιση του ηλεκτρολογικού μονογραμμικού σχεδίου της εγκατάστασης όπου παρουσιάζεται η συνδεσμολογία των υλικών από την παραγωγή του συνεχούς ρεύματος μέχρι την διανομή του στο τριφασικό εναλλασσόμενο δίκτυο της ΔΕΗ. Ένα ακόμα κεφάλαιο που είναι τα συστήματα τηλεμετρίας που εγκαταθίστανται στο πάρκο με σκοπό την παρακολούθηση εξ' αποστάσεως της απόδοσής του και της άμεσης επέμβασης σε περίπτωση που παρουσιαστεί σφάλμα στην εγκατάσταση. Επιπρόσθετα γίνεται μία ενδεικτική οικονομική μελέτη του συστήματος από πλευράς κόστους - κέρδους, άμεσα εξαρτώμενη από την ετήσια απόδοση του συστήματος. Τέλος, γίνεται αναφορά στην εξέλιξη του Φ/Β πάρκου σε αυτόνομο σύστημα παρουσιάζοντας αντίστοιχες οικονομικές αναλύσεις.

Το τεχνοοικονομικό μέρος της μελέτης, έχει πραγματοποιηθεί με δεδομένα που ανταποκρίνονται ικανοποιητικά στην πραγματικότητα μιας και χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από αξιόπιστες πηγές. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί ο οποιοσδήποτε ενδιαφερόμενος μέσα από τις σελίδες της πτυχιακής να ενημερωθεί για τη βιωσιμότητα, την αξία και το χρόνο υλοποίησης μιας παρόμοιας επένδυσης.

iv. Αρκτικόλεξο

Φ/Β	Φωτοβολταϊκό
Φ/Π	Φωτοβολταϊκό Πάρκο
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΦΣΠΗΕ	Φωτοβολταϊκός Σταθμός Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΔΕΗ	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού ΑΕ
ΔΕΣΜΗΕ	Διαχειριστής Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΕ
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΛΠΕ	Ελληνικά Πετρέλαια
ΕΟΚ	Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα
ΕΜΠ	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΚΑΣ	Κεντρικό Αρχαιολογικό Συμβούλιο
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΤΕΙ	Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
ΥΗΣ	Υδροηλεκτρικός Σταθμός
ΥΠΕΧΩΔΕ	Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων

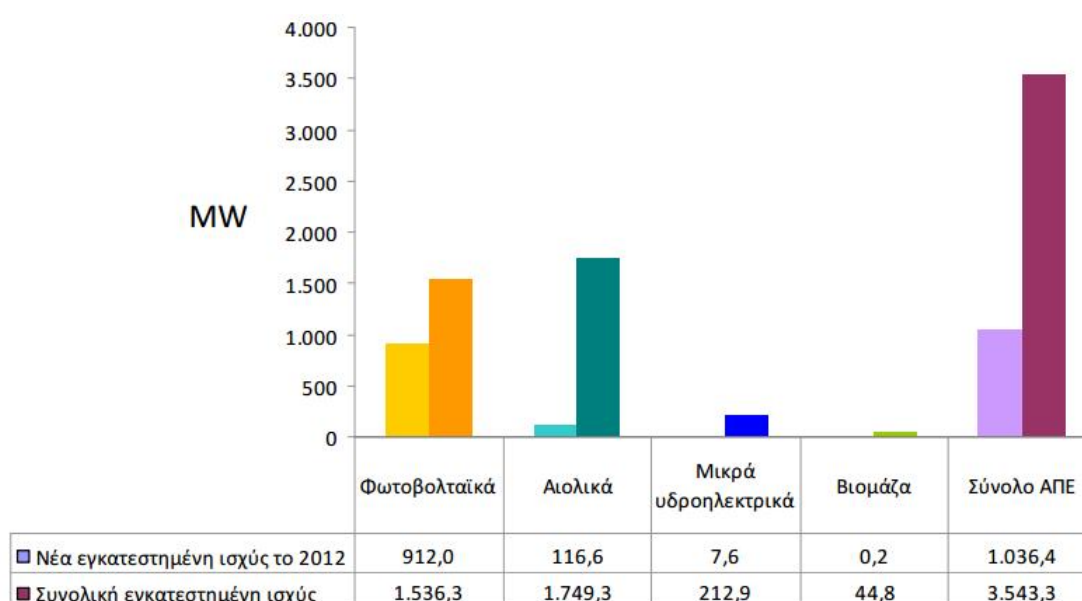
1. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Εισαγωγή

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται μια συνοπτική ιστορική αναφορά στην εξέλιξη του τρόπου εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας και παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας για το περιβάλλον, σε σύγκριση με τις συμβατικές μορφές ενέργειας.

1.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Εξαιτίας του ήδη αυξημένου βαθμού διείσδυσης μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής στο δίκτυο της μέσης ή χαμηλής τάσης, τις τελευταίες δεκαετίες υφίσταται μια αξιοσημείωτη αλλαγή στη συμβατική λειτουργία των Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. (Ν. Αράπογλου, 2010)

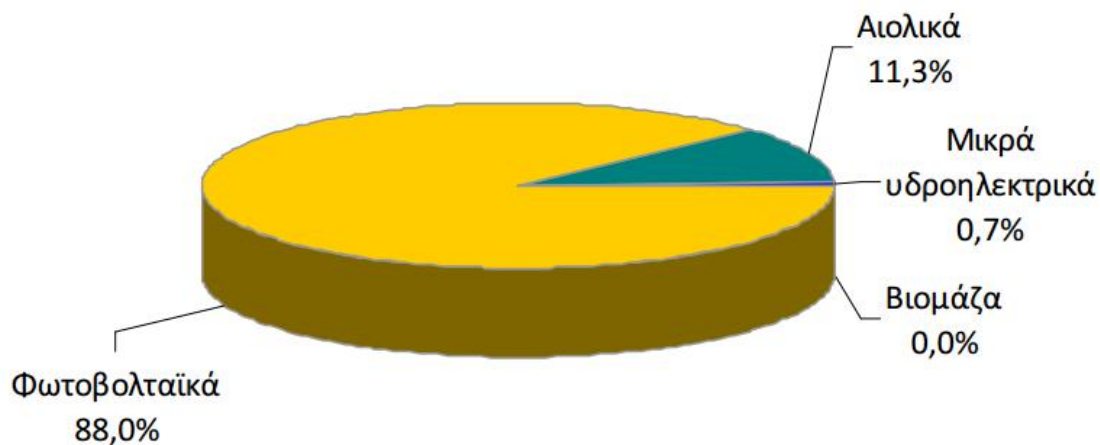


Εικόνα 1 Εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ 2012

Δύο είναι τα κύρια χαρακτηριστικά που διαπερνούν τις Α.Π.Ε. και αυτές είναι:

- Πρώτον, η εκμετάλλευσή τους δεν απαιτεί κάποια συγκεκριμένη ενεργητική παρέμβαση, όπως άντληση, καύση, εξόρυξη, όπως συνέβαινε με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας. Παρατηρείται βέβαια, η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Αυτό το χαρακτηριστικό καθιστά τις Α.Π.Ε. ανεξάντλητες, γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό, καθώς τα αποθέματα της ανθρωπότητας σε ορυκτά καύσιμα και ουράνιο έχουν αρχίσει να εξαντλούνται.
- Δεύτερον, όταν αναφερόμαστε στις Α.Ε.Π. κάνουμε λόγο για την «καθαρή» μορφή ενέργειας, η οποία είναι φιλική προς το περιβάλλον, καθώς δεν εκπέμπει υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, εν αντιθέσει με τις συμβατικές πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα. (Γκίκα, 2008)

Η λειτουργία των Α.Π.Ε. έγκειται κατά βάση στη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας. Εξάιρεση αποτελεί όσον αφορά τη γεωθερμική ενέργεια, της οποίας η ενέργεια εκρέει από το εσωτερικό του φλοιού της γης, καθώς και από την ενέργεια που προέρχεται από τις παλίρροιες ,η οποία εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα. Έτσι, η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης, η αιολική ενέργεια εκμεταλλεύεται τους ανέμους που προκαλούνται από τη θέρμανση του αέρα, ενώ οι Α.Π.Ε. που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο εξάτμισης-συμπύκνωσης του νερού και την κυκλοφορία του. Οι πηγές ενέργειας που έχουν ως βάση την ηλιακή ακτινοβολία θεωρούνται ανανεώσιμες, αφού όσο υφίσταται η ύπαρξη του ήλιου δεν πρόκειται να εξαντληθούν, μιλάμε σαφώς για μερικά ακόμα δεκαετομύρια χρόνια. (Ν. Αράπογλου, 2010)



Εικόνα 2 Νέα εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ το 2012

Η χρήση των Α.Π.Ε. πραγματοποιείται αφενός άμεσα κυρίως για τη θέρμανση και αφετέρου εάν μετατραπούν σε άλλες μορφές ενέργειας όταν γίνεται λόγος για τον ηλεκτρισμό ή τη μηχανική ενέργεια. Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό απ' τις Α.Π.Ε. είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας.

Παρόλα αυτά, η υψηλή τιμή των μέχρι προσφάτως νέων ενεργειακών εφαρμογών, οι πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες που συνδέονται με τη διατήρηση του παρόντος επιπέδου ανάπτυξης στον ενεργειακό τομέα, τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής, εμπόδισαν κατά καιρούς στο παρελθόν την οποιαδήποτε εκμετάλλευση μέρους αυτού του δυναμικού. Συγκεκριμένα, ο ελλαδικός χώρος που χαρακτηρίζεται από μία ευνοϊκή μορφολογική διάσταση και ένα εύκρατο κλίμα, η εκμετάλλευση αυτού του ενεργειακού δυναμικού θα ευνοούσε σημαντικά την ανάπτυξη των νέων ενεργειακών εφαρμογών και θα συνέβαλλε σημαντικά στην ενεργειακή αυτονομία της χώρας. (Λειβαδιώτη, 2012)

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των Α.Π.Ε., καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους, ανακινήθηκε μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1979, και παγιώθηκε κυρίως την τελευταία δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων και της αλλοίωσης της ποιότητας της ανθρώπινης ζωής από τη χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας.

Αρχικά, οι Α.Π.Ε., χαρακτηρίζονταν από ένα ιδιαίτερο υψηλό κόστος παραγωγής και χρήσης και για αυτό ξεκίνησαν κυρίως ως πειραματικές εφαρμογές. Στην σύγχρονη πραγματικότητα, τα αναπτυγμένα κράτη λαμβάνουν υπόψη οι επίσημοι σχεδιασμοί όσον αφορά την ενέργεια. Παρόλο που σήμερα οι Α.Ε.Π. αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής, γίνεται σοβαρή προσπάθεια για την εκτενέστερη αξιοποίησή τους. Το κόστος δε των εφαρμογών τους μειώνεται σταδιακά τα τελευταία είκοσι χρόνια και, ειδικά η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια, αλλά και η βιομάζα, μπορούν πλέον να ανταγωνίζονται εξίσου παραδοσιακές πηγές ενέργειας, όπως ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια. Ενδεικτικά, στις Η.Π.Α., ένα 6% της ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, ενώ στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει τεθεί ως στόχος μέχρι το 2010 το 20% της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές (κυρίως υδροηλεκτρικά και βιομάζα). (Αναστάσιος, 2012)

Επιπροσθέτως, η προώθηση των Α.Π.Ε. στις μικρές και αναπτυσσόμενες χώρες θα μπορούσε κάλλιστα να συμβάλλει στην ενεργειακή τους αυτονομία αποτελώντας έτσι μια εναλλακτική διέξοδο συγκριτικά με την οικονομία του πετρελαίου. Είναι προφανές ότι χώρες με μεγάλα αποθέματα στις πρωταρχικές μορφές ενέργειας έχουν συνήθως την τάση να χρησιμοποιούν αυτό το πλεονέκτημα ως μέσο για πολιτικό και οικονομικό έλεγχο των υπολοίπων. Τρανταχτό παράδειγμα συνεπειών αποτελεί η ήδη εδραιωμένη πολιτική και οικονομική κατάσταση στη Μέση Ανατολή. Οι Α.Π.Ε., δύναται να καταργήσουν την ανάγκη για τεράστιες μονάδες ενεργειακής παραγωγής. Χαρακτηριζόμενες ως ευέλικτες εφαρμογές, μπορούν να παράγουν ενέργεια η οποία μπορεί να καλύψει τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, αλλά και τη μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις. Ταυτόχρονα, υποβοηθείται η αποκέντρωση και η ανάπτυξη της τοπικής οικονομίας σε κάθε περιοχή όπου εγκαθίστανται τέτοιου είδους μονάδες.

Ο απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση εξοπλισμός τους αποτελεί ένα ακόμη επιπρόσθετο πλεονέκτημα. Αυτό που μπορεί να προστεθεί στα πλεονεκτήματα των Α.Ε.Π. είναι το μηδενικό κόστος πρώτης ύλης συνδυαζόμενο με τις ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης που φέρει ως απόρροια το περιορισμένο κόστος λειτουργίας. Έτσι, αντισταθμίζεται σε μεγάλο βαθμό το μέχρι σήμερα μειονέκτημα του αυξημένου κόστους που απαιτείται για την εγκατάσταση των μονάδων εκμετάλλευσής τους. (Χριστοφάκης, 2012)

Παρόλα αυτά, οι Α.Π.Ε. παρουσιάζουν έναν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Αυτό ουσιαστικά σημαίνει ότι απαιτείται ένα μεγάλο σύνολο εγκαταστάσεων και, άρα, ένα αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Εξαιτίας αυτού του γεγονότος, μέχρι τώρα, χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας και όχι για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των μεγάλων αστικών κέντρων.

Εκτός από αυτό, η εποχή του έτους παίζει βαρύνοντα ρόλο στην λειτουργία καθώς και στην αποδοτικότητα της αιολικής, ηλιακής και υδροηλεκτρικής ενέργειας. Εξαρτάται επίσης και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται οι Α.Ε.Π. Για παράδειγμα, τα φωτοβολταϊκά πάνελ παρουσιάζουν αυξημένη ή μειωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα με την ηλιοφάνεια που παρουσιάζεται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αντίθετα, οι ανεμογεννήτριες παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθόλη τη διάρκεια της ημέρας, και αυτό συναρτίζεται με την ταχύτητα του ανέμου. Επιπλέον, όσον αφορά τις ανεμογεννήτριες υφίσταται η άποψη ότι επιδρούν στο περιβάλλον λόγω αισθητικής καθώς και ότι προκαλούν μεγάλο θόρυβο και επιφέρουν θνησιμότητα στα πουλιά. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους, και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα), αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί. (Μπίκου, 2008)

Τέλος, σημαντική εναλλακτική σε σχέση με τους θερμικούς και πυρηνικούς σταθμούς αποτελούν οι μεγάλοι υδροηλεκτρικοί σταθμοί (ΥΗΣ) οι οποίοι μετατρέπουν τη δυναμική ενέργεια του τρεχούμενου νερού σε ηλεκτρική. Οι αναφερόμενοι αυτοί σταθμοί, δεν παρουσιάζουν τα μειονεκτήματα των πεπερασμένων αποθεμάτων, εκπομπών ή αποβλήτων. Ωστόσο, είναι δύσκολο να ικανοποιηθεί η ζήτηση σε παγκόσμιο επίπεδο με μεγάλους ΥΗΣ, γιατί στις ανεπτυγμένες χώρες, ως επί το πλείστον, το υδραυλικό δυναμικό ήδη χρησιμοποιείται και προκειμένου να αυξηθεί το μερίδιο των ΥΗΣ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θα έπρεπε να κατασκευαστούν ΥΗΣ σε απόμακρες τοποθεσίες, οι οποίες στις περισσότερες περιπτώσεις είναι δύσκολο να προσεγγιστούν.

Από την άλλη, η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας χαρακτηρίζεται ιδιαίτερος δύσκολη. Το γεγονός αυτό οφείλεται από τη μία λόγω του κόστους και από την άλλη λόγω της πολυπλοκότητας του συστήματος μεταφοράς που αυξάνεται χάρη στις μεγάλες αποστάσεις που σε ορισμένες περιπτώσεις πρέπει να διασχιστούν πολιτικά ασταθείς περιοχές με ζωντανό τον κίνδυνο των σαμποτάζ των γραμμών μεταφοράς.

Άλλωστε, η κατασκευή φραγμάτων και τεχνητών λιμνών για τους ΥΗΣ πολλές φορές προκαλεί την καταστροφή τοπικών οικοσυστημάτων, ενώ μπορεί να οδηγήσει σε αναγκαστική μετακίνηση κατοίκων. Πολλές φορές αναφέρεται ότι τα υδροηλεκτρικά έργα μπορούν να προκαλέσουν έκλυση μεθανίου εξαιτίας της αποσύνθεσης των φυτών τα οποία βρίσκονται κάτω απ' το νερό, κι έτσι συντελείται το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ως εκ τούτου, αν και τα μεγάλα υδροηλεκτρικά υπερέχουν των θερμικών και πυρηνικών σταθμών όσον αφορά τις εκπομπές των αποθεμάτων, εν τούτοις ενέχουν πολλών ειδών επιπλοκές, ιδιαίτερα όσον αφορά τον περιβαλλοντικό τομέα (Μάργαρης, 2006)

Αναλυτικά, τα είδη των Α.Π.Ε. είναι τα ακόλουθα:

- Ø Αιολική ενέργεια
- Ø Ηλιακή ενέργεια
- Ø Υδροηλεκτρική ενέργεια
- Ø Βιομάζα
- Ø Γεωθερμική ενέργεια
- Ø Ενέργεια από παλίρροια
- Ø Ενέργεια από θαλάσσια κύματα
- Ø Ενέργεια από τους ωκεανούς (ακόμα στο στάδιο της έρευνας)

1.2 Ηλιακή Ενέργεια

Όταν μιλάμε για ηλιακή ενέργεια αναφερόμαστε στο ευρύτερο σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας οι οποίες εκπέμπονται από τον Ήλιο. Οι αναφερόμενες παραπάνω μορφές είναι η θερμότητα ή θερμική ενέργεια, το φως ή φωτεινή ενέργεια καθώς και οι διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας.

Αρχικά όπως ειπώθηκε και παραπάνω, συνολικά η ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται ως πρακτικά ανεξάντλητη πηγή, αφού στον ήλιο δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου όσον αφορά την εκμετάλλευσή του. Όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ

τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. (Μαρία, 2008)



Εικόνα 3 Οι κατηγορίες εφαρμογών της ηλιακής ενέργειας

1.2.1 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα

Στα κτίρια, τα παθητικά ηλιακά συστήματα κάνουν χρήση της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση των χώρων την εποχή του χειμώνα, αλλά και για παροχή φυσικού φωτισμού. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας από τα παθητικά ηλιακά συστήματα γίνεται υπό την παρουσία του ήλιου και η αποθήκευση γίνεται υπό μορφή θερμότητας που μετέπειτα την διανέμουν στο χώρο. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα πρέπει να έχουν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα. (Γεωργία, 2010)

Η αξιοποίηση κατάλληλων παραθύρων προσανατολισμού αποτελεί το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα σε συνδυασμό με την κατάλληλη θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα, χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά), η οποία απορροφά μέρος της θερμότητας, την μετατρέπει σε θερμικό ρεύμα και μετέπειτα την «προσφέρει» στο χώρο διατηρώντας τον χώρο ζεστό για πολλές ώρες. Ένα νότιο οριζόντιο σκίαστρο μπορεί να εμποδίσει τον

καλοκαιρινό ήλιο που έρχεται από πιο ψηλά να μπει απ' ευθείας στο χώρο. Τα υπόλοιπα παθητικά συστήματα ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Ηλιακοί τοίχοι** : Έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία τζάμι (υαλοπίνακα) και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου (*τοίχος θερμικής αποθήκευσης*), είτε μέσω θυρίδων (*θερμοσιφωνικό πανέλο*) στον εσωτερικό χώρο. Συνδυασμός των δύο λειτουργιών είναι ο *τοίχος μάζας με θυρίδες τοίχος Trombe - Michel* .
- **Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι)** : Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο.
- **Ηλιακά αίθρια**: είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια.

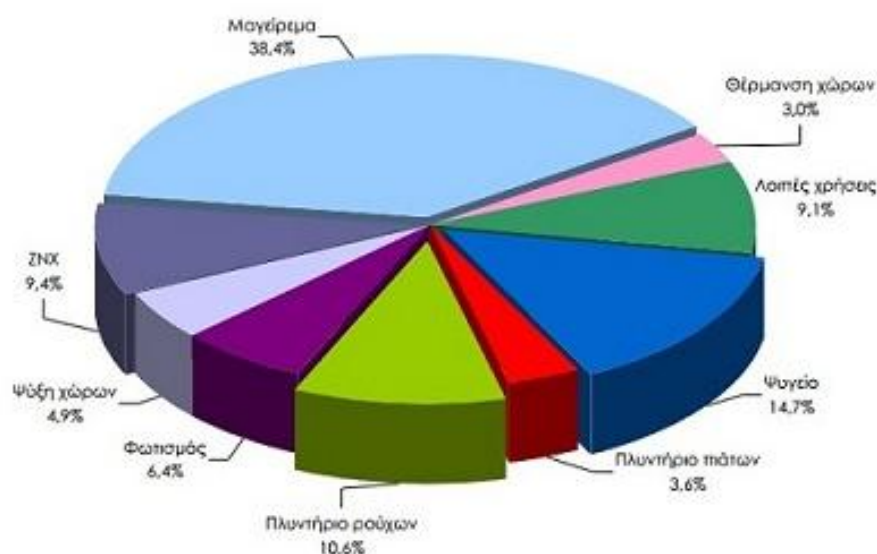
Τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα συνολικά θα πρέπει να συνδυάζονται με την θερμική προστασία που απαιτείται (θερμομόνωση) καθώς και με την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου. Έτσι η θερμική μάζα που επιδέχεται το κτίριο, αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με μια χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Το καλοκαίρι, τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι αναγκαίο να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού. (Ιωάννης, 2006)

1.2.2 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα

Όσα συστήματα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία ονομάζονται ενεργητικά ηλιακά συστήματα. Η συλλογή της ακτινοβολίας από τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα τη μετατρέπεται με τη μορφή θερμότητας σε νερό, σε αέρα ή σε κάποιο άλλο ρευστό στοιχείο. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται είναι αρκετά απλή και υπάρχουν πολλές δυνατότητες εφαρμογής της σε θερμικές χρήσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, οι γνωστοί σε όλους ηλιακοί θερμοσίφωνες.

Βάσει στοιχείων του 2001, στην Ελλάδα τα εν λειτουργία ηλιακά συστήματα κατέχουν περίπου 2.800.000 m². Σήμερα, η κάλυψη ετησίων αναγκών περίπου

1.000.000 ελληνικών οικογενειών καλύπτεται στο 80% σε ζεστό νερό χρήσης με ηλιακό θερμοσίφωνα. (Χρηματοπούλου, 2009)



Εικόνα 4 Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τελική χρήση

Τις τελευταίες δεκαετίες, η αποδοτικότητα των ηλιακών συλλεκτών καθώς και το ποιοτικό τους επίπεδο έχουν βελτιωθεί γενικά. Η μεγαλύτερη πηγή προμηθειών σε όλη την Ευρώπη είναι η Ελλάδα και κυριαρχεί μάλιστα υπέρ των χωρών με ιδιαίτερη βιομηχανική παράδοση, όπως είναι η Γερμανία.

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες, ένα δοχείο αποθήκευσης της θερμότητας και σωληνώσεις. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα μεταφέρεται στο δοχείο αποθήκευσης. Η τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών γίνεται συνθεθέστερα στην οροφή του κτιρίου, με νότιο προσανατολισμό και κλίση 30°-60° ως προς τον ορίζοντα, με σκοπό να αυξηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο το ποσοστό της ακτινοβολίας που συλλέγεται ετησίως.

Πέρα από την οικιακή χρήση, η οποία είναι και η πιο διαδεδομένη σήμερα, ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε απαιτείται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης. Έτσι, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ψύξης, για τον κλιματισμό χώρων και άλλες εφαρμογές, εμφανίζεται ως μία από τις πολλά υποσχόμενες προοπτικές, λόγω της αυξημένης ηλιακής ακτινοβολίας ακριβώς την εποχή που απαιτούνται τα ψυκτικά φορτία.

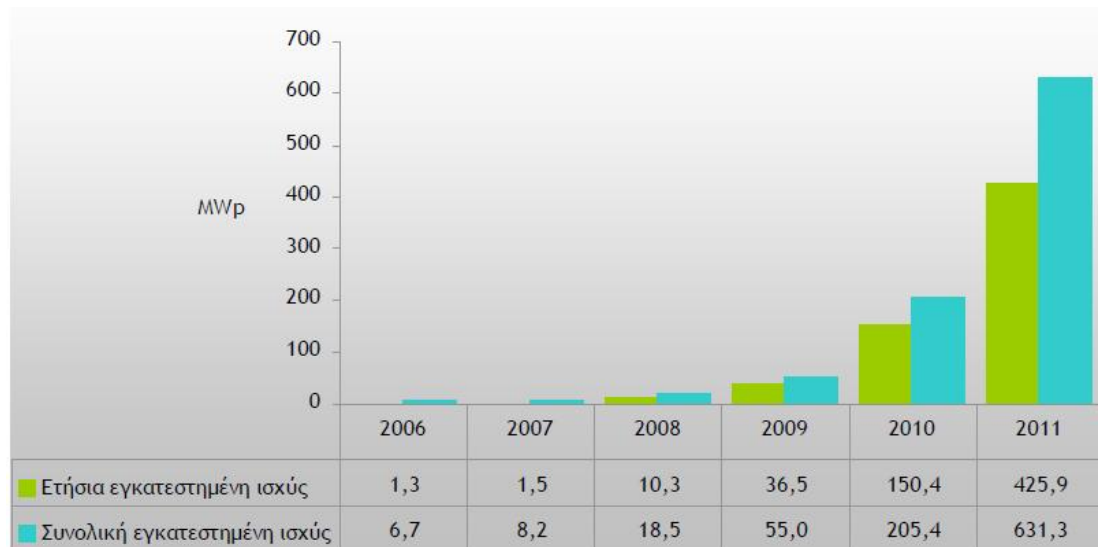
Στην Ελλάδα υφίστανται ήδη μερικές επιτυχημένες εφαρμογές τέτοιων συστημάτων καθώς αναμένεται η ταχεία ανάπτυξη τους. (Ιωάννης, 2006)

Στην Ευρωπαϊκή αγορά η εφαρμογή που έχει αναπτυχθεί ραγδαία είναι ο συνδυασμός που παράγει ζεστό νερό για χρήση και η θέρμανση χώρων με ενεργητικά ηλιακά συστήματα. Οι ελληνικές κλιματικές συνθήκες ευνοούν την χρήση των συστημάτων αυτών όσον αφορά τη θέρμανση χώρων. Έτσι, τα συστήματα αυτά θεωρούνται τεχνικά καθώς και οικονομικά αποδοτικότερα, εφόσον συνδυαστούν με την κατάλληλη μελέτη/κατασκευή του κτιρίου (καλή μόνωση, εκμετάλλευση των παθητικών ηλιακών ωφελειών, κ.λπ.) και τη συνεργασία του χρήστη. Μπορεί να εξοικονομήσει συμβατική ενέργεια σε νέα ή παλιά κτίρια, στα οποία έχουν ληφθεί όλα τα εφικτά μέτρα για την ελαχιστοποίηση των απωλειών και τη μεγιστοποίηση της οικονομικότητας της εγκατάστασης. Είναι πάντως, πολύ σημαντικός ο σωστός σχεδιασμός του ηλιακού συστήματος και η προσεκτική εξέταση της οικονομικότητας της εγκατάστασης για την αποφυγή λανθασμένων επιλογών και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης. (Ιωαννίδης, 2013)

1.2.3 Φωτοβολταϊκά Ηλιακά Συστήματα

Το 2012 δημοσιεύτηκαν από τον σύνδεσμο εταιρειών φωτοβολταϊκών, στοιχεία, τα οποία κατέτασσαν την Ελλάδα στην 4^η θέση της Ευρώπης και στην 7^η διεθνώς σχετικά για την νέα εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών το έτος 2012.

Το 2012 εγκαταστάθηκαν 912 νέα φωτοβολταϊκά μεγαβάτ (MW) , που μεταφράζεται σε 88% της συνολικής νέας ισχύος ΑΠΕ που προστέθηκε τη χρονιά που πέρασε. Τα φωτοβολταϊκά κάλυψαν πάνω από το 3% των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια, παράγοντας 1,7 δισ. κιλοβατώρες (1,7 TWh) ή αλλιώς το 30% όλης της πράσινης ενέργειας το 2012. Χάρη στα φωτοβολταϊκά, το 2012 αποφεύχθηκε η έκλυση 1,12 εκατ. τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.



Εικόνα 5 Ελληνική αγορά φωτοβολταϊκών (διασυνδεδεμένα & αυτόνομα)

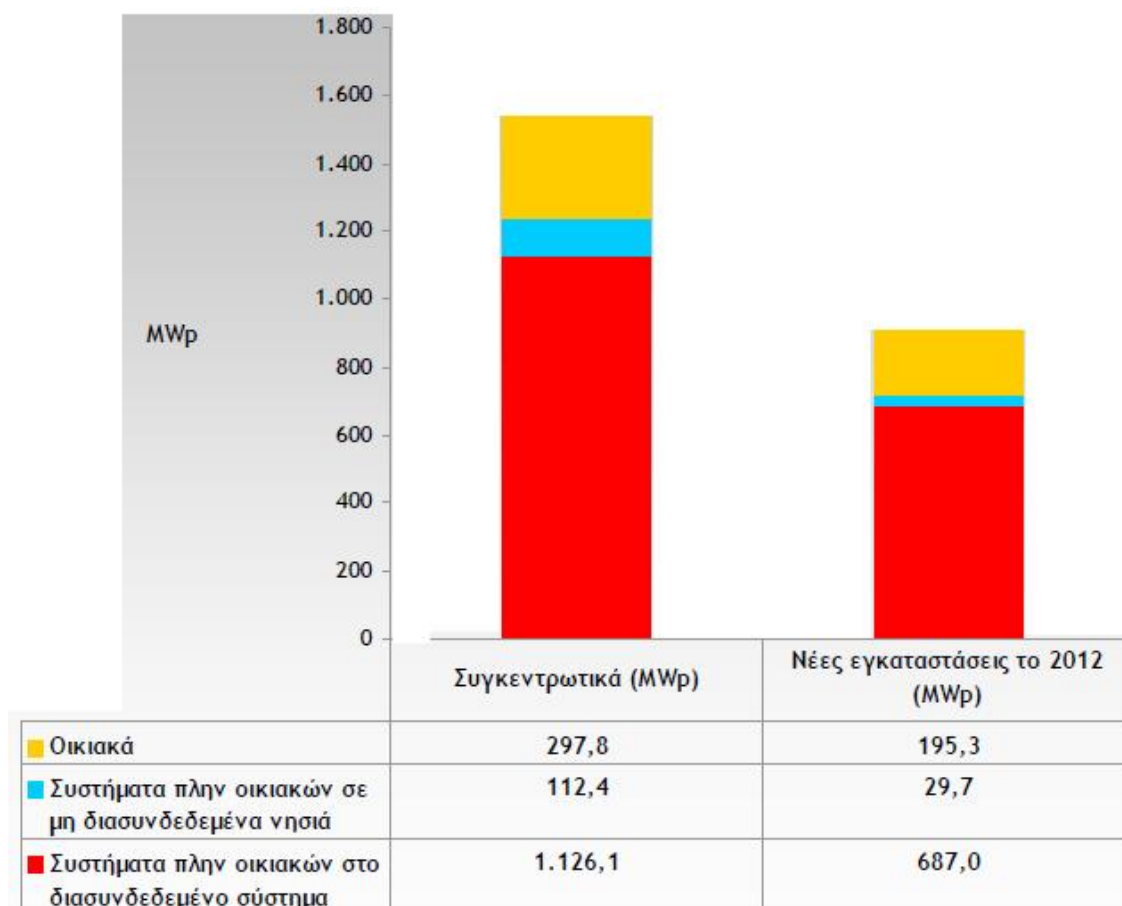
Η βάση του φωτοβολταϊκού φαινομένου έγκειται στη λειτουργία των φωτοβολταϊκών ηλιακών συστημάτων και αναφέρεται στην άμεση μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα. Η «αυγή» του φωτοβολταϊκού φαινομένου θεωρείται το 1839. Παρόλα αυτά, βρήκε πρακτική εφαρμογή στα τέλη της δεκαετίας του '50 σε διαστημικούς σκοπούς. Τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από το Φ/Β πλαίσιο ή ηλιακή γεννήτρια ρεύματος και τα ηλεκτρονικά συστήματα που διαχειρίζονται την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τη Φ/Β συστοιχία. (Μαρία, 2010)

Τα βασικά χαρακτηριστικά των Φ/Β συστημάτων είναι:

- Απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα, π.χ. σε επίπεδο μερικών δεκάδων W ή και mW.
- Αποτελούν μια εύχρηστη εφαρμογή καθώς διότι και τα μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες.
- Η εγκατάστασή τους δύναται να γίνει μέσα στις πόλεις και ενσωματωμένα σε κτίρια καθώς δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον.
- Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα).

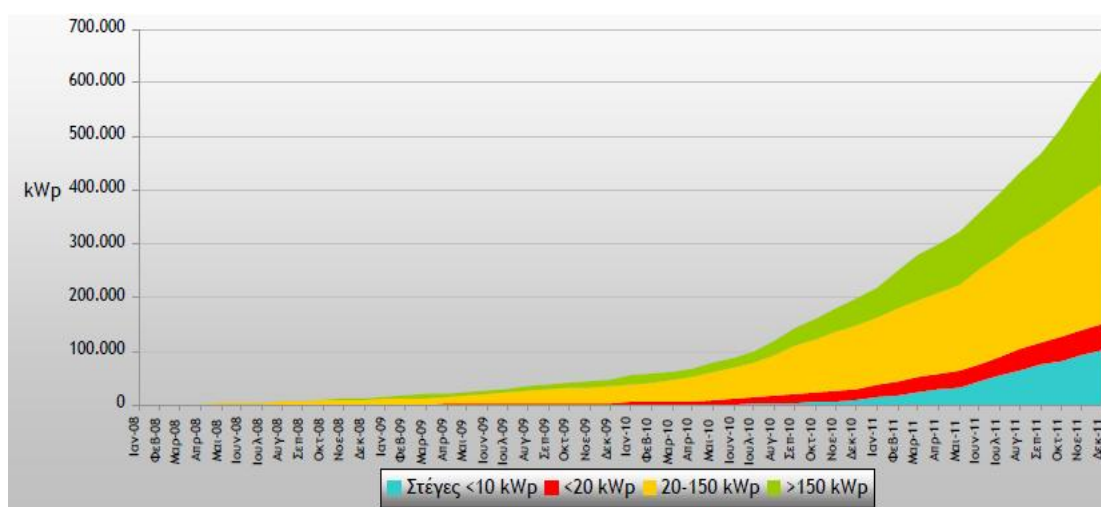
- Είναι βαθμωτά συστήματα, δηλ. μπορούν να επεκταθούν σε μεταγενέστερη φάση για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών, χωρίς μετατροπή του αρχικού συστήματος.
- Η λειτουργία τους δεν προκαλεί θορύβους καθώς δεν εκπέμπουν ρύπους στο περιβάλλον.
- Η συντήρησή τους έχει μηδενικό κόστος.
- Η διάρκεια ζωής είναι μεγάλη καθώς και η αξιοπιστία κατά τη λειτουργία. Από τους κατασκευαστές των Φ/Β δίνονται γεννήτριες περισσότερο από 25 χρόνια καλής λειτουργίας.

Οι εγκαταστάσεις της ΔΕΗ στα νησιά της Κύθνου, των Αντικυθήρων, της Γαύδου, και της Σίφνου, αποτελούν τις κύριες εφαρμογές Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα. Έτσι, ηλεκτροδοτούν το σύνολο του φαρικού δικτύου από την αντίστοιχη υπηρεσία του Πολεμικού Ναυτικού, τους αναμεταδότες σταθερής και κινητής τηλεφωνίας, καθώς και τις διάφορες εγκαταστάσεις στα πλαίσια πιλοτικών εφαρμογών μέσω επιδοτούμενων έργων της ΕΕ, αλλά και του ΕΠΑΝ. (Καραμάνου, 2006)



Εικόνα 6 Εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών ανά κατηγορία

Κατά το Νοέμβριο του 2012, η ΛΑΓΗΕ έκδωσε στοιχεία που απεικονίζουν την εγκατάσταση 39,33 MW φωτοβολταϊκών σταθμών, που αυξάνουν τη συνολική ισχύ των φωτοβολταϊκών επί εδάφους σε 1.057,3 MW από 1.017,97 MW στο τέλος Οκτωβρίου. Μικρή αύξηση κατέγραψαν και τα φωτοβολταϊκά στις στέγες, η ισχύς των οποίων στο τέλος Νοεμβρίου ανερχόταν σε 283,64 MW, από 262,81 MW τον Οκτώβριο. Όσον αφορά υδροηλεκτρικά και βιομάζα, στους συγκεκριμένους τομείς δεν υπήρξαν νέες εγκαταστάσεις, ενώ στην περίπτωση των αιολικών υπήρξε μείωση της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος από τα 1453,07 MW τον Οκτώβριο σε 1.448,82 MW.



Εικόνα 7 Ανάπτυξη διασυνδεδεμένων συστημάτων (συνολική εγκατεστημένη ισχύς)

Στην Ελλάδα, υπάρχει αντιστοιχία μεταξύ της δυνητικής αγοράς των Φ/Β συστημάτων αλλά και της παραγωγικής δραστηριότητα με την αγορά των ηλιακών συλλεκτών ζεστού νερού. Ολοκληρώνοντας, η προώθηση βέλτιστων μέτρων και κινήτρων από πλευρά της πολιτείας εύλογα καθορίζει σημαντικά την ανάπτυξη της αγοράς των Φ/Β. (Ιωάννης, 2006)

1.3 Εξέλιξη της Παραγωγής Ηλεκτρισμού από Ηλιακή Ενέργεια

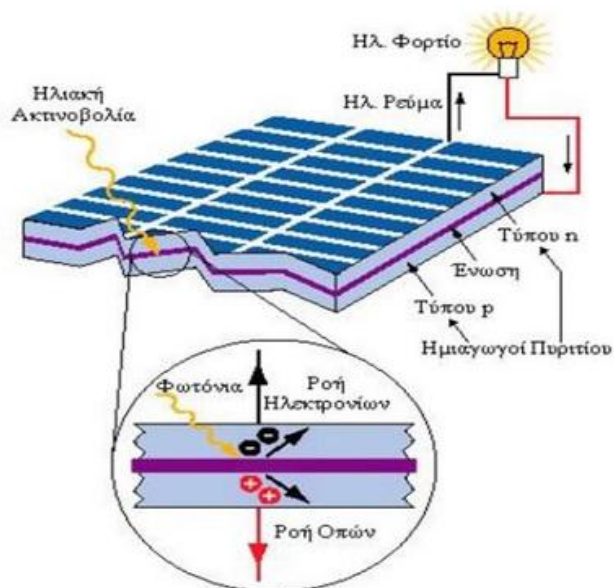
Η εξέλιξη της τεχνολογικής εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 1 Η εξέλιξη του κλάδου των φωτοβολταϊκών από το 1839 έως 1983

1839	Παρατήρηση του φωτοβολταϊκού φαινομένου σε μεταλλικά ηλεκτρόδια Pt, Ag μέσα σε ηλεκτρολύτη
1937	Κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου από PbS (Fischer & Godden)
1939	Κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου από Se με απόδοση 1%
1941	Κατασκευή του πρώτου φωτοβολταϊκού στοιχείου από Si (Ohl)
1954	Κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου από Si με σχηματισμό ένωσης p-n και με απόδοση 6%
1956	Η πρώτη εμπορική παραγωγή ηλιακών στοιχείων από την εταιρεία Hoffmann.
1958	Εκτόξευση του αμερικάνικου δορυφόρου Vanguard I ο οποίος έχει ως βοηθητική πηγή ενέργειας 6 στοιχεία Si.
1958	Εκτόξευση σοβιετικού δορυφόρου με μοναδική πηγή ενέργειας τα φωτοβολταϊκά στοιχεία.
1959	Κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου από CdS με απόδοση 5%
1972	Κατασκευή ιώδους ηλιακού στοιχείου Si με απόδοση 14% (Lindmayer & Allison)
1976	Κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου από άμορφο πυρίτιο (a-Si) με απόδοση 0,01% (Carlson & Wronski)
1977	Κατασκευή ηλιακού στοιχείου από GaAs με απόδοση 16% (Kameth)
1981	Πτήση πάνω από την Μάγχη του αεροπλάνου Solar Challenger εξοπλισμένου με 16.128 φωτοβολταϊκά στοιχεία Si συνολικής ισχύος 2,7kW
1981	Η πρώτη εγκατάσταση φωτοβολταϊκών ισχύος 100kWp στην Ελλάδα, η μεγαλύτερη στην Ευρώπη.
1983	Έναρξη λειτουργίας του πρώτου φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 1MWp στην Βικτροβίλ.

Η απ'ευθείας μετατροπή της ηλιακής σε ηλεκτρική ενέργεια διεξάγεται με τις διατάξεις των φωτοβολταϊκών (PV) άνευ καυσίμων και με πολύ μικρή σχετικά παραγωγή ρύπων κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Έπειτα, από τέσσερις δεκαετίες έρευνας, οι εφαρμογές των φωτοβολταϊκών βρήκαν τα τελευταία χρόνια αυξηθήκαν σημαντικά. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών είναι τα ακόλουθα:

1. Έχουν μέσο χρόνο ζωής τουλάχιστον τριάντα χρόνια.
2. Έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές μικρές και μεγάλες εφαρμογές.
3. Παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από milliwatt έως megawatt.
4. Είναι δυνατή η εφαρμογή τους σε περιοχές όπου είναι αδύνατη η τροφοδότησή τους με ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο.
5. Η τεχνολογία τους είναι αρκετά υψηλή και για το λόγο αυτό πρέπει να γίνεται μαζική η παραγωγή τους για να τροφοδοτείται με αυτά η αγορά.



Εικόνα 8 Η διαδικασία λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος

Ωστόσο, παρόλο που τα φωτοβολταϊκά παρέχουν τη δυνατότητα τεχνικά να αποτελέσουν την κυριότερη πηγή ενέργειας ήπιας μορφής, εξαιτίας του υψηλού οικονομικού κόστους δεν είναι τόσο ανταγωνιστικά. (Μπίκου, 2008)

Η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών γίνεται είτε εφαρμόζοντάς τα στα κτήρια είτε ενσωματώνοντας τα στο κέλυφός τους. Η εξοικονόμηση μεγάλου ποσού ενέργειας με τη χρήση των φωτοβολταϊκών μετατρέπει τα συστήματα σε μικρούς «παραγωγούς» ενέργειας. Από αρχιτεκτονικής, τεχνικής και οικονομικής πλευράς τα φωτοβολταϊκά στα κτήρια σήμερα:

1. Έχουν ευελιξία στην επιφάνεια τοποθέτησής τους και είναι δυνατή η εφαρμογή τους και σε πυκνοκατοικημένες περιοχές.
2. Παράγουν ηλεκτρική ενέργεια τις ώρες αιχμής, μειώνοντας κατ' επέκταση τις αυξημένες απαιτήσεις σε ηλεκτρισμό.
3. Μπορούν να καλύψουν όλη ή μεγάλο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου στο οποίο έχουν εγκατασταθεί.
4. Μπορούν να αντικαταστήσουν τα συνήθη υλικά των κτιρίων, διαδραματίζοντας διπλό ρόλο στην προστασία του περιβάλλοντος.
5. Παρέχουν μια αισθητική όψη στο κτήριο με ένα καινοτόμο τρόπο.
6. Δεν επηρεάζουν ούτε επηρεάζονται από τις υπόλοιπες εγκαταστάσεις και τα συστήματα που υπάρχουν στο κτήριο.
7. Μειώνουν τις ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων.

1.4 Δομή Φωτοβολταϊκού Συστήματος

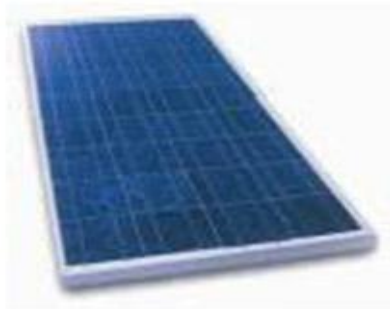
Η δομή του φωτοβολταϊκού συστήματος βασίζεται στην συστοιχία, την γεννήτρια, τον μετατροπέα και την στήριξη. Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται διεξοδικά τα δομικά μέρη των φωτοβολταϊκών συστημάτων. (Ν. Αράπογλου, 2010)

Φωτοβολταϊκό στοιχείο: Η ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία. Λέγεται ακόμα Φ/Β κύτταρο ή Φ/Β κυψέλη (PV cell).



Εικόνα 9 Φωτοβολταϊκό στοιχείο

Φωτοβολταϊκό πλαίσιο: Ένα σύνολο Φ/Β στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της Φ/Β γεννήτριας (PV module).



Εικόνα 10 Φωτοβολταϊκό πλαίσιο

Φωτοβολταϊκό πάνελο: το φωτοβολταϊκό πάνελο αποτελείται από ένα μέρος ή και περισσότερα Φ/Β πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και έχουν συναρμολογηθεί σε μία ενιαία κατασκευή, έτοιμη για να εγκατασταθεί σε Φ/Β εγκατάσταση (PV panel).

Φωτοβολταϊκή συστοιχία: αποτελεί μια σειρά από Φ/Β πλαίσια ή πάνελα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους ηλεκτρικά και τοποθετούνται συνήθως σε μία ενιαία κατασκευή στήριξης (PV array).



Εικόνα 11 Φωτοβολταϊκή συστοιχία

Φωτοβολταϊκή γεννήτρια: Τα Φ/Β πλαίσια από (συνήθως 30 έως 36) ερμητικά σφραγισμένα Φ/Β στοιχεία μέσα σε ειδική διαφανή πλαστική ύλη, των οποίων η μπροστινή όψη προστατεύεται από ανθεκτικό γυαλί. Η κατασκευή αυτή που δεν ξεπερνά σε πάχος τα 4 με 5 χιλιοστά, τοποθετείται συνήθως σε πλαίσιο αλουμινίου. Τα στοιχεία εσωτερικά είναι συνδεδεμένα σε σειρά ή παράλληλα ανάλογα με την εφαρμογή. (Μάργαρης, 2006)

Κατασκευή στήριξης: Προκειμένου να γίνει η τοποθέτηση ή η προσαρμογή των Φ/Β πλαισίων στο σημείο εγκατάστασής, γίνεται ο εφοδιασμός ειδικών κατασκευών. Οι κατασκευές αυτές στήριξης πρέπει να πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά είναι: η αντοχή στα φορτία που προέρχονται από το βάρος των πλαισίων και τους τοπικούς ανέμους, να μην προκαλούν σκιασμό στα πλαίσια, να επιτρέπουν την προσέγγιση στα πλαίσια, αλλά ταυτόχρονα να διασφαλίζουν την ασφάλειά τους. (Καραμάνου, 2006)

Συστήματα μετατροπής ισχύος (inverters): Τα φορτία των Φ/Π καταναλώνουν εναλλασσόμενο ρεύμα ενώ τα Φ/Β πλαίσια παράγουν συνεχές ρεύμα. Τα Φ/Β συστήματα χρησιμοποιούν αντιστροφείς (inverters) συνεχούς σε εναλλασσόμενο (DC/AC) για την μετατροπή της ισχύος. Σκοπός των συστημάτων μετατροπής ισχύος είναι η κατάλληλη ρύθμιση των χαρακτηριστικών του παραγόμενου ρεύματος, ώστε να καταστεί δυνατή η τροφοδοσία των διάφορων καταναλώσεων. Τα σημαντικότερα κριτήρια για την επιλογή του αντιστροφέα είναι:

- οι αρμονικές παραμορφώσεις
- το κόστος
- αξιοπιστία
- ενεργειακή απόδοση
- η συμβατότητα με τις τεχνικές απαιτήσεις της ΔΕΗ

Σε ένα τυπικό Φ/Β σύστημα είναι αναγκαία η απόσταση μεταξύ αντιστροφέας (ή αντιστροφείς) Φ/Β πλαισίων σε στεγασμένο χώρο. Στην παραπάνω περίπτωση η καλωδίωση είναι συνεχούς ρεύματος.

Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου προστασίας και λοιπά στοιχεία: Οι ηλεκτρονικές διατάξεις ελέγχου, η γείωση, οι καλωδιώσεις (συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος) συμπληρώνουν το σχετικό ηλεκτρολογικό υλικό και το σύστημα παρακολούθησης της λειτουργίας του Φ/Β συστήματος. (Γκίκα, 2008)

1.5 Τύποι Φωτοβολταϊκών Στοιχείων

Η διάκριση των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι τριμερείς και ζηγείται ακολούθως:

Μονοκρυσταλλικού Πυριτίου πλαίσια (στοιχεία).	Η κατασκευή γίνεται μέσω κυψελών που έχουν κοπεί από κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Κατατάσσονται στα αποδοτικότερα φωτοβολταϊκά συστήματα και η απόδοση τους φτάνει το 15%. Η κατασκευαστική τους δομή είναι πολυπλοκότερη και αυτό διότι απαιτεί την κατασκευή του μονοκρυσταλλικού πυριτίου με αποτέλεσμα το υψηλότερο κόστος κατασκευής.
Πολυκρυσταλλικού Πυριτίου πλαίσια (στοιχεία).	Τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά κατασκευάζονται από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλομένου πυριτίου. Για την παραγωγή τους οι ράβδοι του πυριτίου κόβονται σε λεπτά τμήματα από τα οποία κατασκευάζεται η κυψέλη του φωτοβολταϊκού. Η διαδικασία κατασκευής τους είναι απλούστερη από εκείνη των μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών με αποτέλεσμα το φθηνότερο κόστος παραγωγής. Παρουσιάζουν όμως σε γενικές γραμμές μικρότερη απόδοση της τάξεως του 12%.
Άμορφου Πυριτίου πλαίσια (στοιχεία).	Η δομή των φωτοβολταϊκών αυτής της κατηγορίας αποτελείται από ένα λεπτό στρώμα πυριτίου που έχει τοποθετηθεί με όμοιο τρόπο σε κατάλληλο υπόβαθρο. Σαν υπόβαθρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια μεγάλη γκάμα

υλικών από δύσκαμπτα μέχρι ελαστικά με αποτέλεσμα να βρίσκει μεγαλύτερο εύρος εφαρμογών, ιδιαίτερα σε καμπύλες ή εύκαμπτες επιφάνειες. Ενώ το άμορφο πυρίτιο παρουσιάζει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην απορρόφηση του φωτός, εντούτοις η φωτοβολταϊκή απόδοση του είναι του μικρότερη των κρυσταλλικών, περίπου 6%. Το κόστος κατασκευής αυτών των φωτοβολταϊκών επειδή είναι χαμηλό τα καταστεί κατάλληλα για εφαρμογές όπου δεν είναι απαραίτητη η υψηλή απόδοση.

Άλλα είδη.

Μια σειρά από νέα υλικά που μπορούν να παραχθούν με φθηνότερες διαδικασίες από το κρυσταλλικό πυρίτιο όπως το CdTe και το CIS έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται σε φωτοβολταϊκά συστήματα.

1.6 Τύποι Σύνδεσης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Δύο είναι οι κύριες κατηγορίες σύνδεσης φωτοβολταϊκών συστημάτων:

- Το διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα (solar-pv) με το δίκτυο της ΔΕΗ
- Το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα (solar-pv).

Η φωτοβολταϊκή γεννήτρια φωτοβολταϊκού πλαισίου αποτελεί την πιο απλή μορφή του δεύτερου συστήματος εκ των δυο η οποία τροφοδοτεί η ίδια με συνεχές ρεύμα ένα φορτίο οποιαδήποτε στιγμή υπάρχει αρκετός φυσικός φωτισμός. Η χρήση αυτού του συστήματος βρίσκει εφαρμογή στα σπίτια, τις γεωργικές εργασίες και την άντληση. Σε άλλες περιπτώσεις το φωτοβολταϊκό σύστημα (solar-pv) παρέχει δυνατότητα αποθήκευση ενέργειας στις μπαταρίες. Συχνά συμπεριλαμβάνεται μετατροπέας ισχύος της ηλεκτρικής ενέργειας, όπως στην περίπτωση που απαιτείται εναλλασσόμενο ρεύμα να εξέρχεται από το σύστημα. Υφίστανται περιπτώσεις όπου η

εφεδρική ηλεκτρογεννήτρια ή ανεμογεννήτρια (υβριδικό φωτοβολταϊκό σύστημα) περιέχονται στο σύστημα. (Αναστάσιος, 2012)

1.6.1 Διασυνδεδεμένα Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά, στα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα, τροφοδοτεί τα ηλεκτρικά φορτία και την εναπομείναντα ηλεκτρική ενέργεια. Επίσης εάν και εφ'όσον υπάρχει μεταβιβάζεται και πωλείται στο δίκτυο. Στις περιπτώσεις όμως που η ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά δεν επαρκεί για να καλύψει τα φορτία τότε το δίκτυο παρέχει τη συμπληρωματική ενέργεια. Έτσι στα διασυνδεδεμένα συστήματα υπάρχουν δύο μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ένας μετράει την ενέργεια που δίνεται στο δίκτυο και ο άλλος την ενέργεια που παρέχει το δίκτυο. Επίσης στη περίπτωση των διασυνδεδεμένων συστημάτων δεν απαιτείται χρήση συσσωρευτών, γεγονός που ελαττώνει το αρχικό κόστος της εγκατάστασης καθώς και το κόστος συντήρησης. (Ιωαννίδης, 2013)

Η Δ.Ε.Η. είναι υπεύθυνη για την έγκριση της σύνδεσης των Φ/Β σταθμών με το δίκτυο. Η πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας διεξάγεται μόνο υπό την προϋπόθεση σύναψης σύμβασης μέσω του Διαχειριστή (ΔΕΣΜΗΕ). Η σύμβαση αυτή έχει ισχύ 10 χρόνων καθώς μπορεί να παραταθεί για άλλα 10 χρόνια κάνοντας δήλωση του παραγωγού, με την προϋπόθεση να έχει αυτή υποβληθεί τουλάχιστον 3 μήνες πριν από τη λήξη της αρχικής σύμβασης. Ο Υπουργό Ανάπτυξης είναι ο μόνος και κύριος αρμόδιος για το ακριβές περιεχόμενο των συμβάσεων πώλησης.

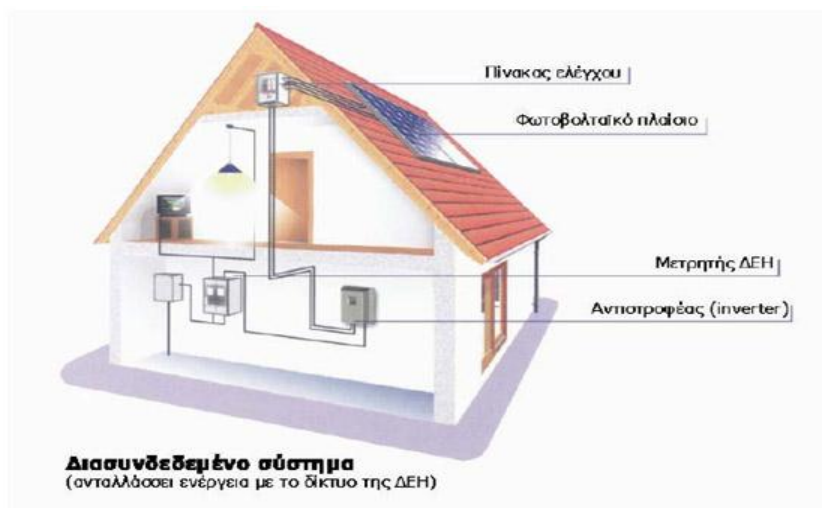
Οι τιμές πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας δίνεται στον παρακάτω πίνακα:

<u>Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)</u>	<u>Διασυνδεδεμένο Σύστημα</u>	<u>Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά</u>
Μικρότερη ή ίση των 100 kWp	0.45 Ευρώ/kWh	0.50 Ευρώ/kWh
Μεγαλύτερη των 100 kWp	0.40 Ευρώ/kWh	0.45 Ευρώ/kWh

Οι παραπάνω τιμές ισχύουν και για αυτοπαραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας έως 35 MW, δηλαδή παραγωγούς που παράγουν ενέργεια από Φ/Β κυρίως για δική τους χρήση και διοχετεύουν το πλεόνασμα αυτής στο Δίκτυο. Οι τιμές ισχύουν πλεόνασμα

έως 20% της συνολικά παραγόμενης από αυτούς ηλεκτρικής ενέργειας σε ετήσια βάση. (Μπίκου, 2008)

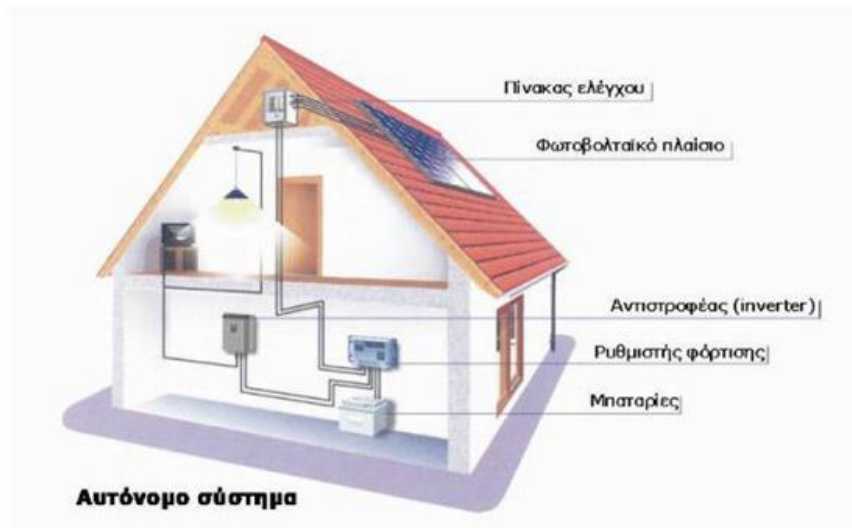
Με απόφαση του εκάστοτε Υπουργού Ανάπτυξης που εκδίδεται μετά από γνώμη της ΡΑΕ, οι τιμές που αναλύθηκαν παραπάνω αναπροσαρμόζονται κάθε έτος. Για να αναπροσαρμοστούν οι τιμές αυτές λαμβάνεται υπόψη ο μέσος όρος της μεταβολής των τιμολογίων της ΔΕΗ.



Εικόνα 12 Διασυνδεδεμένο σύστημα

1.6.2 Αυτόνομα Φωτοβολταϊκά Συστήματα

Η ύπαρξη μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι αυξημένη και ρυθμικά αυξανόμενη. Τα συστήματα αυτά τα βρίσκουμε σε κεραίες τηλεπικοινωνιακών σταθμών, εξοχικά σπίτια, αντλίες άντλησης νερού, χιονοδρομικά κέντρα, τροχόσπιτα, φάρους, μετεωρολογικούς σταθμούς, υπαίθρια φωτιστικά σώματα, σκάφη και άλλα τα οποία καθίστανται ενεργειακά αυτόνομα. Βέβαια υπάρχουν συστοιχίες συσσωρευτών οι οποίες αποθηκεύουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια. ενώ σε περίπτωση που έχουμε φορτία εναλλασσομένου ρεύματος θα πρέπει να υπάρχει ένας αντιστροφέας στο σύστημα ο οποίος θα μετατρέπει την συνεχή σε εναλλασσόμενη τάση. Ο συνδυασμός αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων με άλλη ανανεώσιμη ή συμβατική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως ανεμογεννήτρια, ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, κ.λ.π. μπορεί να τα χαρακτηρίσει ως υβριδικά (Γεωργία, 2010)



Εικόνα 13 Αυτόνομο σύστημα

Η δομή ενός αυτόνομο φωτοβολταϊκού με αποθήκευση βασίζεται στα εξής μέρη:

- στα φωτοβολταϊκά πλαίσια
- τους συσσωρευτές,
- έναν ελεγκτή φόρτισης, που ελέγχει την κυκλική πορεία φόρτισης και εκφόρτισης των μπαταριών, ανάλογα με τη ζήτηση των καταναλώσεων
- τις συνθήκες ηλιοφάνειας
- έναν αντιστροφέα μετατροπής της τάσης από συνεχή σε εναλλασσόμενη.
(Λειβαδιώτη, 2012)

2. ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΣΤΟ ΒΕΛΟ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ

Εισαγωγή

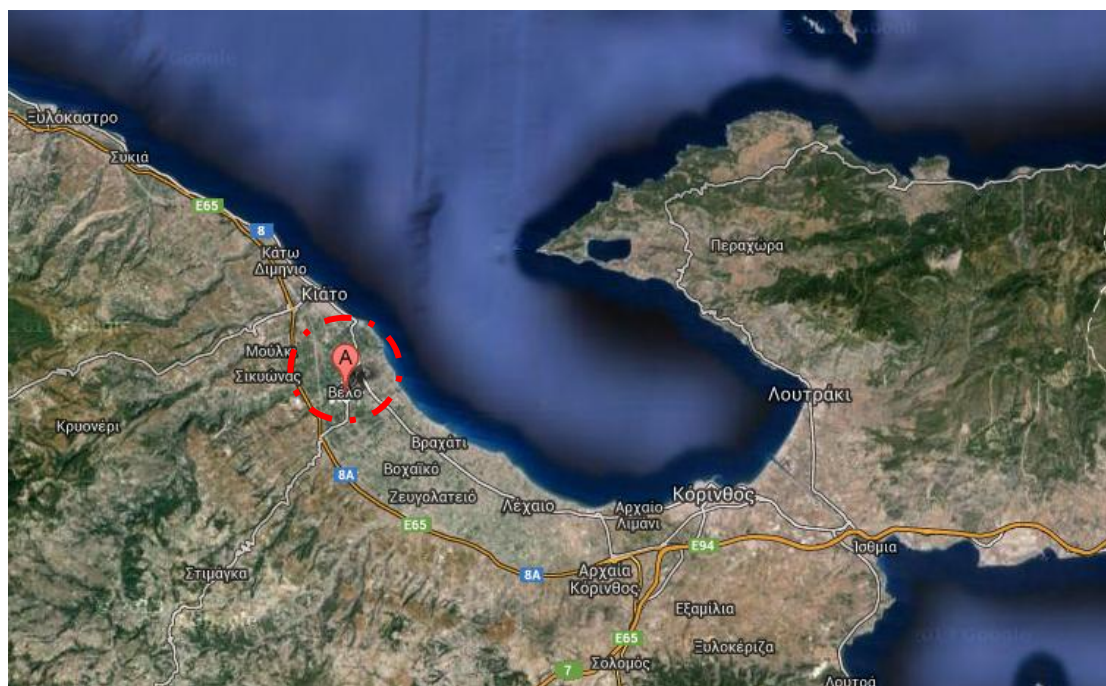
Στο κεφάλαιο παρουσιάζεται η περιοχή Βέλου του νομού Κορινθίας και το οικόπεδο το οποίο χρησιμοποιείται για τις ανάγκες της μελέτης. Στα πλαίσια παρουσίασης της περιοχής αναλύονται οι τομείς της γεωγραφικής τοποθέτησης του νομού, το κλίμα, οι ενεργειακές του ανάγκες, και η υφιστάμενη κατάσταση σχετικά με την εκμετάλλευση της φωτοβολταϊκής ενέργειας.

2.1 Νομός Κορινθίας

Ο Νομός Κορινθίας έχει έκταση 2.290 τετρ. χλμ. και πληθυσμό 154.624 κατοίκους. Η πληθυσμιακή πυκνότητα του νομού είναι 68 κάτοικοι ανά τετρ. χλμ. Πρωτεύουσα του νομού είναι το ομώνυμο αστικό κέντρο της Κορίνθου με 36.555 μόνιμους κατοίκους. Ο νομός συγκεντρώνει ποσοστό 1,4% του πληθυσμού της χώρας και παράγει 1,7% του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος. Η συμμετοχή του νομού στο Α.Ε.Π. της χώρας αυξάνεται, 1,4% το 1991 και 2% το 2001. Μεταξύ των απογραφών 1991 και 2001 ο πληθυσμός του νομού αυξήθηκε 9%. Έχει σχετικά χαμηλή αναλογία μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ανά 1.000 κατοίκους (62 με μέσο χώρας 66). Στη γεωργία αναλογεί 6,8 % του προϊόντος του νομού και εκεί παράγεται 2% του συνολικού γεωργικού προϊόντος της χώρας. Στη μεταποίηση αναλογεί 46% του προϊόντος του νομού το 2002 από 33% το 1997 και εκεί παράγεται 8,2% της συνολικής μεταποιητικής παραγωγής της χώρας (4,5% το 1997). Στις επιχειρήσεις του αναλογεί 5% των επενδύσεων των βιομηχανικών επιχειρήσεων της χώρας σύμφωνα με στοιχεία της περιόδου 2000-2001. (Μανταγάρης, 2008)

2.2 Δήμος Βέλου

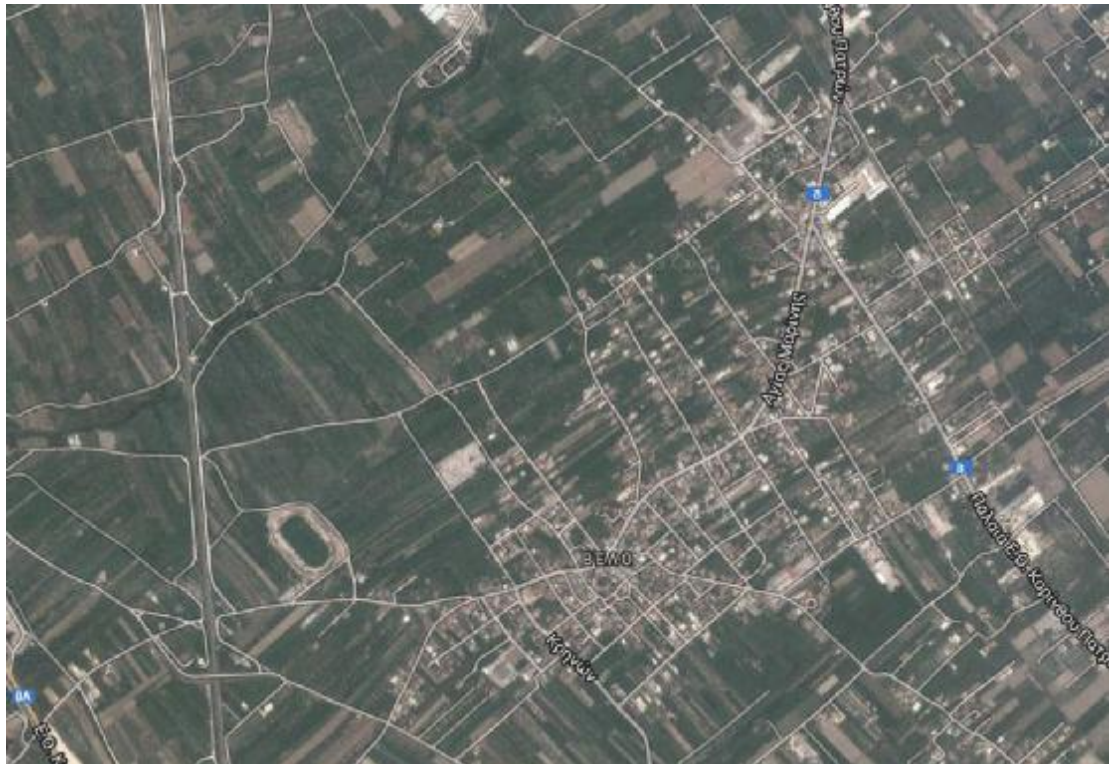
Το Βέλο είναι κωμόπολη του νομού Κορινθίας. Βρίσκεται κοντά στις ακτές του Κορινθιακού κόλπου, 15 χιλιόμετρα δυτικά της Κορίνθου. Ο πληθυσμός του σύμφωνα με την απογραφή του 2001 είναι 3.096 κάτοικοι συμπεριλαμβανομένου και του οικισμού Σαταίικα. Αποτέλεσε έδρα του δήμου Βέλου-Νεράντζας που λειτούργησε την περίοδο 1998-2010. Σήμερα ανήκει στον δήμο Βέλου Βόχας. (Βικιπαίδεια, 2014)



Εικόνα 14 Η γεωγραφική θέση της κωμόπολης Βέλο

Πίνακας 2 Η πληθυσμιακή εξέλιξη της περιοχής

Έτος	Πληθυσμός Κωμόπολης Βέλου	Πληθυσμός Δήμου Βέλου - Βόχας
1971	2.433	2.472
1981	2.715	2.794
1991	3.135	3.237
2001	3.156	8.211
2011	3.096	8.061



Εικόνα 15 Αεροφωτογραφία της κομόπολης

2.3 Κλιματολογικά Δεδομένα

Ο ελλαδικός χώρος διαιρείται σε 4 κλιματικές ζώνες, οι οποίες διακρίνονται στην επόμενη εικόνα.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται όλοι οι νομοί της Ελλάδος διαχωρισμένοι ανάλογα με την κλιματική ζώνη στην οποία υπάγονται.



Εικόνα 16 Απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας

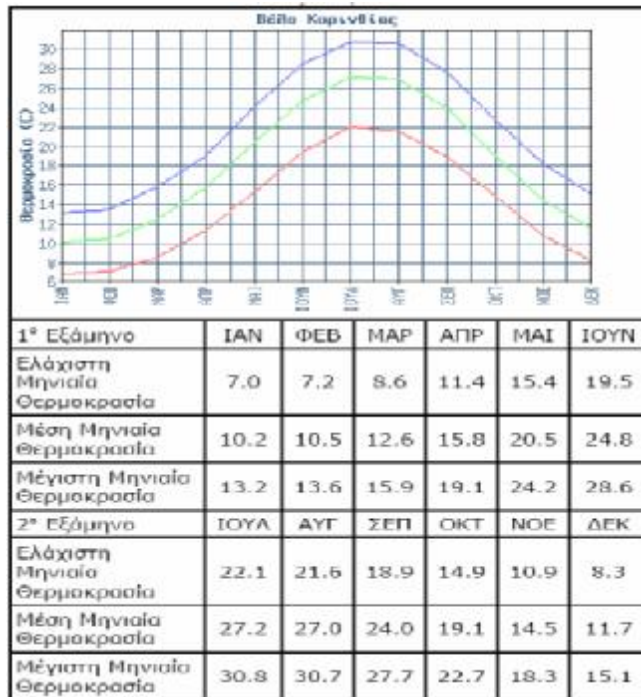
Πίνακας 3 Νομοί Ελλάδας ανά κλιματική ζώνη

Κλιματική Ζώνη	Νομοί
A	Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιθί, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη
B	Κορινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνησία, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα
Γ	Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος
Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα

Ο Νομός Κορινθίας, επομένως και ο Δήμος Βέλου Βόχας, υπάγεται στη Β' κλιματική ζώνη. Το κλίμα στο Δήμο έχει σε γενικές γραμμές τα χαρακτηριστικά του Μεσογειακού κλίματος, δηλαδή ήπιους και βροχερούς χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια και μεγάλη ηλιοφάνεια όλο σχεδόν το χρόνο. (Παπαδοπούλου, 2011)

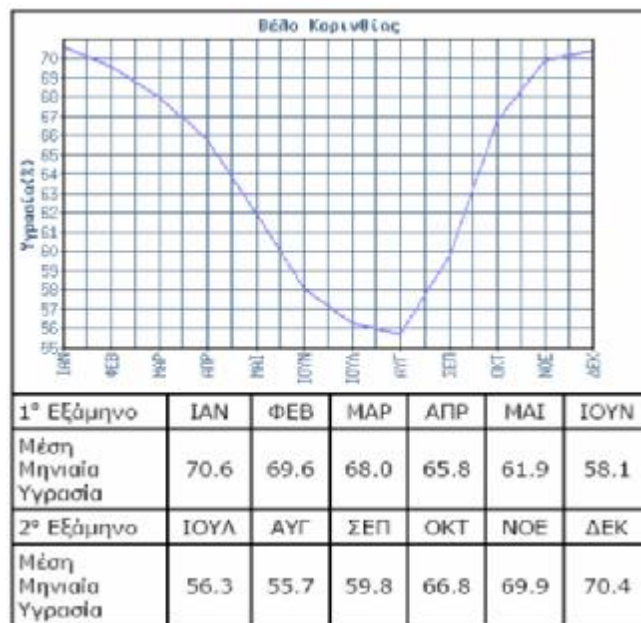
Από κλιματολογικής πλευράς το έτος μπορεί να χωριστεί κυρίως σε δύο εποχές: Την ψυχρή και βροχερή χειμερινή περίοδο που διαρκεί από τα μέσα του Οκτωβρίου και μέχρι το τέλος Μαρτίου και τη θερμή και άνομβρη εποχή που διαρκεί από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο. Κατά την πρώτη περίοδο, οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, όπου ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 7 °C έως 7,2 °C

Η θερμότερη περίοδος αφορά το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου και στο πρώτο του Αυγούστου όπου η μέγιστη θερμοκρασία φτάνει τους 30,8 °C (Σχήμα 3.5). Η μέση μηνιαία σχετική υγρασία (Σχήμα 3.6) είναι σταθερά πάνω από 50% καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Υγρότεροι μήνες είναι ο Νοέμβριος, Δεκέμβριος και Ιανουάριος με τη μέση σχετική υγρασία να κυμαίνεται από 69,9% έως 70,6%, ενώ οι χαμηλότερες τιμές σημειώνονται κατά τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο και κυμαίνονται από 55,7% έως 58,1%. (Νικόλαος, 2010)



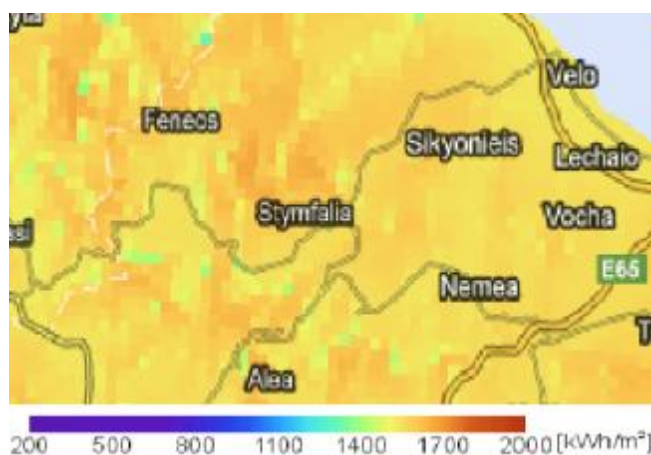
Ο Δήμος Σικυωνίων λόγω της έντονης ηλιοφάνειας τη μεγαλύτερη περίοδο του έτους, διαθέτει υψηλό ηλιακό δυναμικό.

Εικόνα 17 Ελάχιστη, μέγιστη και μέση θερμοκρασία



Η αξιοποίησή του για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, πέρα από το γεγονός ότι επιβάλλεται από την ενεργειακή πολιτική της Ευρώπης αλλά και της χώρας, μπορεί να συντελέσει σημαντικά στην αναβάθμιση απομακρυσμένων περιοχών που στερούνται υποδομών. (Μαρία, 2011)

Εικόνα 18 Μέση μηνιαία εργασία



Εικόνα 19 Ηλιακό δυναμικό στο Δήμο Βέλο

2.4 Ζήτηση Ηλεκτρικής Ισχύς

Η ενεργειακή ζήτηση στην περιφέρεια της Πελοποννήσου καλύπτεται κυρίως με συμβατικά καύσιμα (diesel, βενζίνη, μαζούτ, υγραέριο) και ηλεκτρισμό, αλλά και με ηλιακή ενέργεια και βιομάζα. Σύμφωνα με το Συνοπτικό Πληροφοριακό Δελτίο του Λ.Α.Γ.Η.Ε. για το Απρίλιο του 2012 η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στην Πελοπόννησο είναι:

Πίνακας 4 Συνολική εγκατεστημένη ισχύς στην Πελοπόννησο

Είδος Μονάδων		Εγκατεστημένη Ισχύς (MW)
Θερμοηλεκτρικές Μονάδες		1.286,6
Υδροηλεκτρικές Μονάδες		70
ΑΠΕ	Αιολικά Πάρκα	297,0
	Φωτοβολταϊκοί Σταθμοί	98,2
	Μικρά Υδροηλεκτρικά	4,0
Υποσύνολο Ισχύος ΑΠΕ		399,2
Σύνολο Ισχύος		1.755,8

κυριότερος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Πελοπόννησο βρίσκεται στη Μεγαλόπολη Αρκαδίας. Αποτελείται από 4 λιγνιτικές μονάδες (2 μονάδες των 300 MW και 2 των 125 MW) και έχει μέση ετήσια ηλεκτροπαραγωγή 5000 GWh που αντιστοιχεί στο 13% της συνολικής παραγωγής της χώρας. Εξίσου σημαντικός είναι και ο υδροηλεκτρικός σταθμός του ποταμού Λάδωνα στην Αρκαδία με μέση ετήσια ηλεκτροπαραγωγή 260 GWh. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο σταθμός αυτός είναι εξαιρετικά ευέλικτος, δηλαδή μπορεί να παρακολουθεί πλήρως τις αυξομειώσεις των αιολικών πάρκων. Το χαρακτηριστικό αυτό αποτελεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα σε μία εποχή που η ηλεκτροπαραγωγή από ανεμογεννήτριες αυξάνεται με μεγάλους ρυθμούς. (Νικόλαος, 2010) Σύμφωνα με τα Συνοπτικά Πληροφοριακά Δελτία του Λ.Α.Γ.Η.Ε. / Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. η εγκατεστημένη ισχύς ΑΠΕ στην Πελοπόννησο για το μήνα Απρίλιο του 2011 και του 2012 είναι όπως αναφέρεται στον ακόλουθο πίνακα.

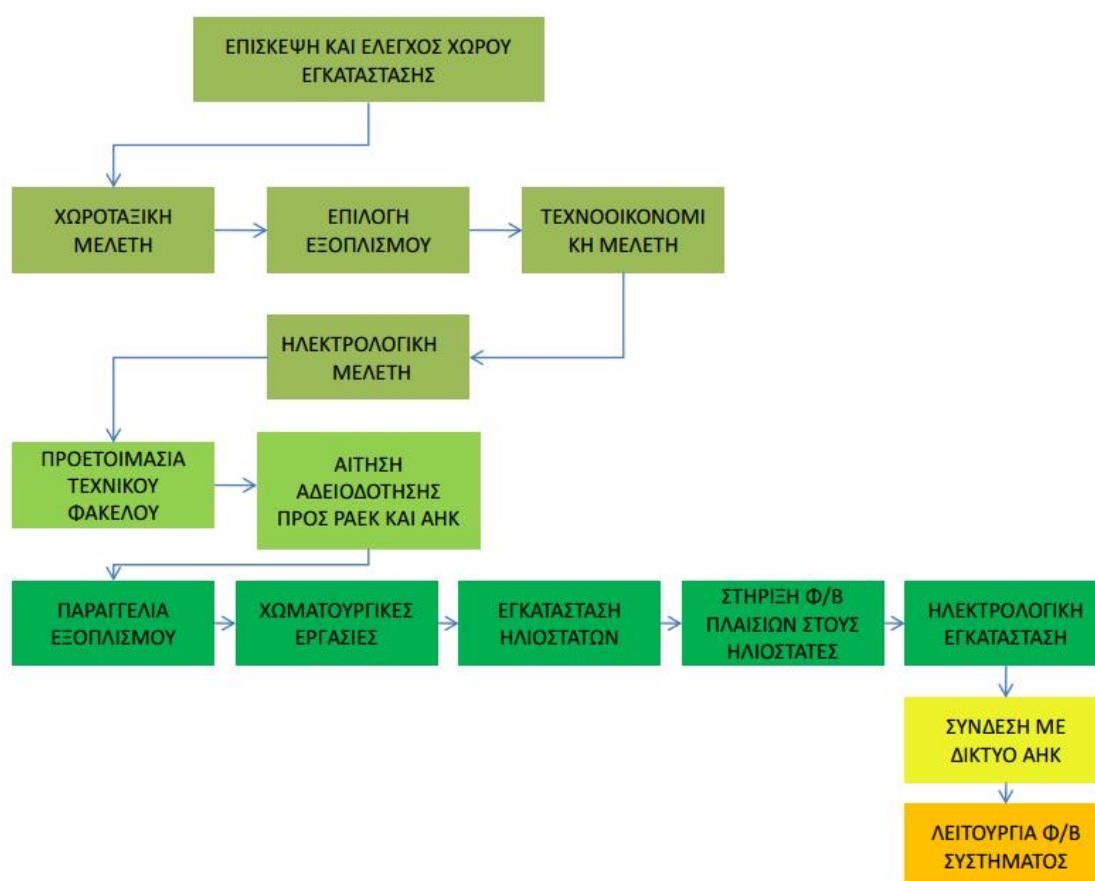
Πίνακας 5 Αύξηση εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ στην Πελοπόννησο

Είδος ΑΠΕ	Εγκατεστημένη Ισχύς		Ποσοστό Αύξησης
	Απρίλιος 2011	Απρίλιος 2012	
Αιολικά Πάρκα	264	297	12,5%
Φωτοβολταϊκοί Σταθμοί	43,5	98,2	125,75%
Μικρά Υδροηλεκτρικά	4,0	4,0	0%
Σύνολο	311,5	399,3	28,19%

Όπως προκύπτει απο τον πίνακα υπάρχει ραγδαία αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος ΑΠΕ στην Πελοπόννησο μέσα στο έτος 2012 με ποσοστό 28,19%, με τα φωτοβολταϊκά να παρουσιάζουν αύξηση της τάξης του 125,75%. Έτσι σύμφωνα με στοιχεία του Λ.ΑΓ.Η.Ε. για τον Απρίλιο του 2012 πρωτοπόρες περιφέρειες στην εγκατεστημένη ισχύ αιολικών πάρκων είναι η Πελοπόννησος με ποσοστό 21,39% επί της εθνικής αιολικής ισχύος μαζί με τη Στερεά Ελλάδα, ενώ στα φωτοβολταϊκά κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό με 13,80% (Μανταγάρης, 2008)

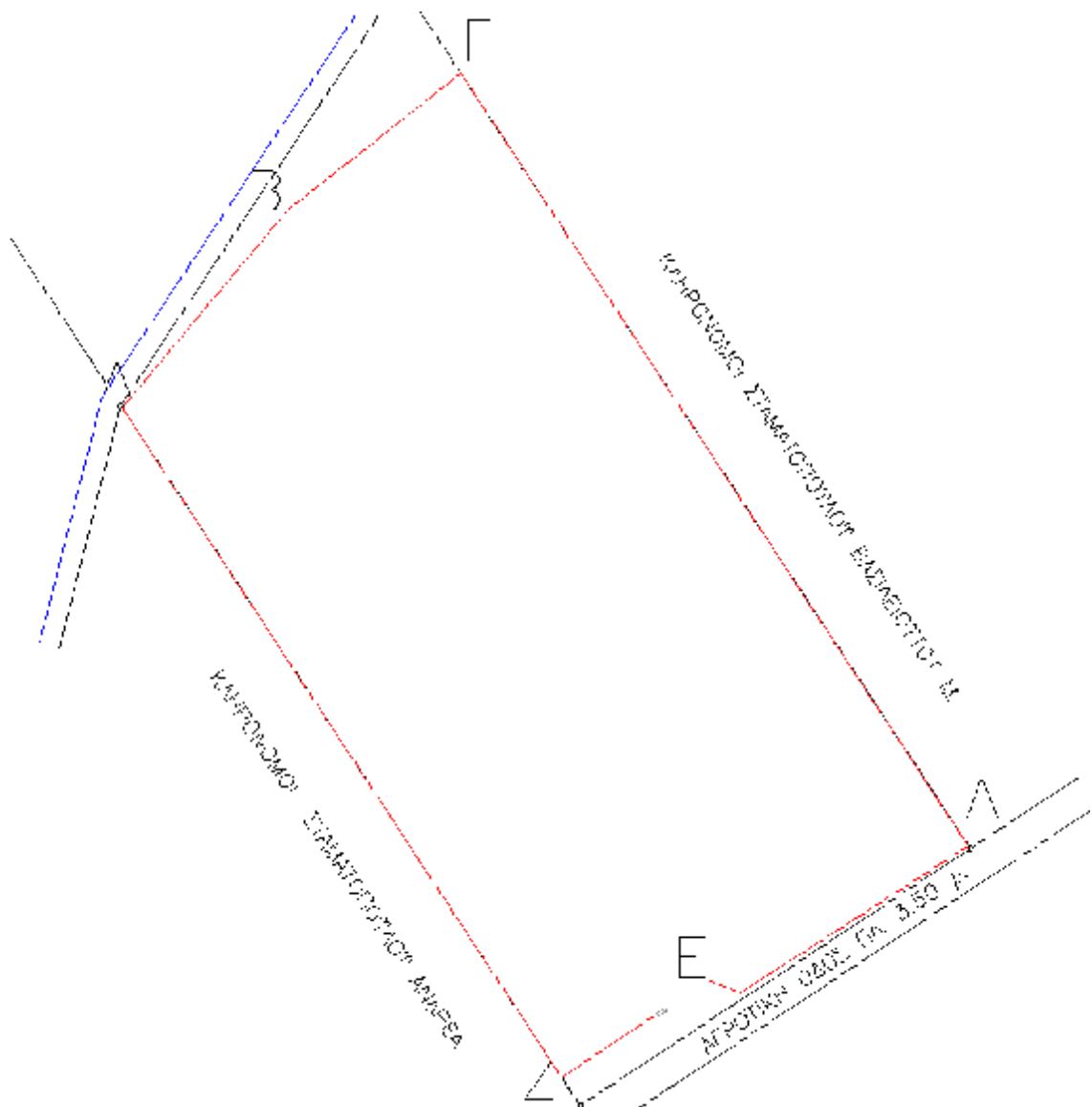
2.5 Τοπογραφικό Σχέδιο Οικοπέδου

Η ανάλυση του τοπογραφικού σχεδίου του οικοπέδου αποτελεί το πρώτο βήμα της μελέτης εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πάνελ. Η διαδικασία περάτωσης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος ισχύος 100KW παρουσιάζει την εξής διαδικασία :



Εικόνα 20 Διάγραμμα ροής εργασιών υλοποίησης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος

Το οικόπεδο μελέτης (Α,Β,Γ,Δ,Ε,Ζ,Α) έχει συνολικού εμβαδόν 4.126 τ.μ. (Παπαδοπούλου, 2011)



Εικόνα 21 Τοπογραφική αποτύπωση οικοπέδου

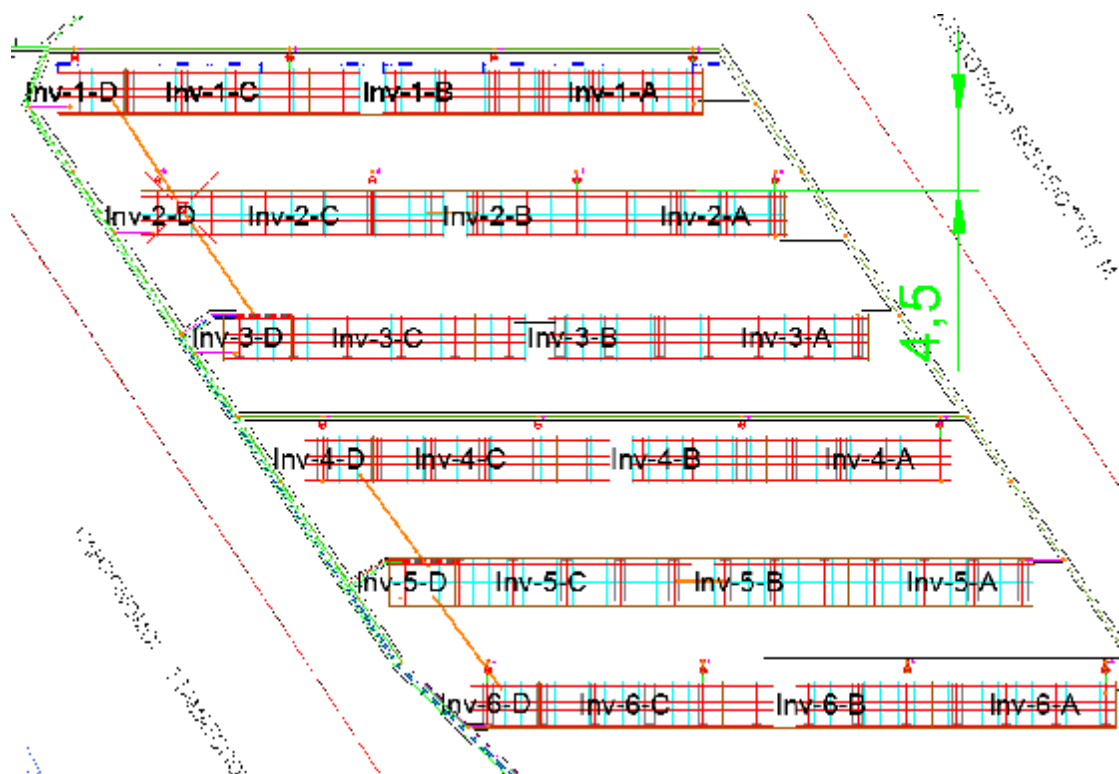
2.6 Μελέτη Διαστασιολόγησης Εγκατάστασης

Αρχικά, επιλέχθηκαν τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού σταθμού βάσει πραγματικών δεδομένων και προδιαγραφών. Η επιλογή της ισχύς, 100 KW, πραγματοποιήθηκε λόγω διευκολύνσεων που προκύπτουν από την αδειοδοτική

διαδικασία, η επιλογή της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών πλαισίων πραγματοποιήθηκε βάσει παραμέτρων που αφορούν στην μέγιστη ισχύ που μπορούν να παράξουν, την απόδοση και το κόστος τους. Από τα παραπάνω σε συνδυασμό με τους ειδικούς όρους και τις διαδικασίες για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων που περιγράφονται από την Υπουργική Απόφαση 40158/2010, υπολογίστηκε ο αριθμός των φωτοβολταϊκών πλαισίων και η διάταξή τους, ώστε να προκύψει το ελάχιστο απαιτούμενο εμβαδόν. (Παναγιώτης, 2013)

2.6.1 Συλλέκτες

Συνηθίζεται ο συλλέκτης τοποθετείται με κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος ϕ της τοποθεσίας εγκατάστασης, δηλαδή 36° . Για καλύτερη όμως απόδοση κατά την χειμερινή περίοδο εγκαθίσταται με γωνία $\phi+15=51^{\circ}$. Συνολικά θα τοποθετηθούν 24 συλλέκτες σε παράλληλη διάταξη (έξι σειρές, τεσσάρων συστοιχιών). Η κάθε σειρά θα απέχει από την επόμενη 4,50μ. (Κοντοπούλου, 2012)



2.6.2 Αντιστροφέας

Οι Μετατροπείς Τάσης θα διαθέτουν όλες τις αναγκαίες διατάξεις προστασίας έτσι ώστε να μην επιτρέπεται η κυκλοφορία ρεύματος μεταξύ των Φ/Β Συστοιχιών σε περίπτωση που παρουσιάζουν διαφορετικές τιμές τάσης.

Η επιλογή των αντιστροφέων είναι το σημαντικότερο κομμάτι στη μελέτη μιας φ/β εγκατάστασης. Αν η προσέγγιση γίνει μόνο από οικονομικής πλευράς τότε αναμφισβήτητα θα καταλήξουμε στην επιλογή αντιστροφέων μεγάλης ισχύος, γιατί η διαφορά στην τιμή είναι αρκετά μεγάλη και η πολυπλοκότητα του φ/β συστήματος μικρή. (Παναγιώτης, 2013)

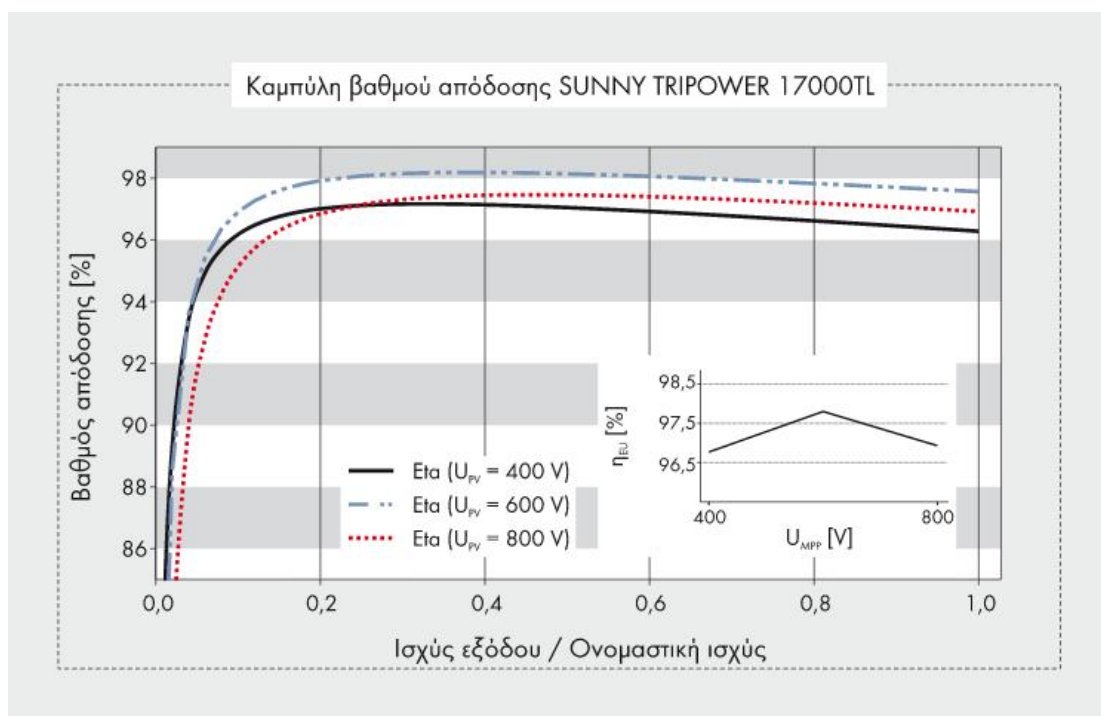


Εικόνα 22 SMA Sunny tripower 17000TL inverter

Ακόμα πρέπει να τονιστεί ότι η ονομαστική ισχύς εξόδου του αντιστροφέα δεν πρέπει να ταυνίζεται σε καμία περίπτωση με την ισχύ αιχμής των φ/β πλαισίων στην είσοδό του. Μια τέτοια επιλογή θα ήταν λανθασμένη, καθώς τα φ/β πλαίσια παράγουν την ονομαστική ισχύ αιχμής τους υπό ιδανικές συνθήκες, οι οποίες δεν συναντώνται στην πράξη και αν συμβεί ποτέ αυτό διαρκεί για ένα πολύ μικρό διάστημα. Επιπλέον και οι εταιρίες, οι οποίες παράγουν αντιστροφείς προτείνουν η μέγιστη ονομαστική ισχύς της γεννήτριας να είναι αυξημένη κατά ένα ποσοστό σε σχέση με την ονομαστική ισχύ εισόδου του αντιστροφέα. Η τιμή αυτή μπορεί να είναι κατά 10-20% μεγαλύτερη

από την ονομαστική ισχύ εξόδου του αντιστροφέα. Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή αν επιλεγεί μικρότερη τιμή, αυτό θα είχε σαν αποτέλεσμα μη αποδοτική χρήση των αντιστροφέων και ακόμα μεγαλύτερο κόστος, καθώς θα απαιτούνται περισσότεροι αντιστροφέες για την υλοποίηση της ίδιας φ/β εγκατάστασης. (Παπαδόπουλος Αθανάσιος, 2011)

Η προσέγγιση που ακολουθείται για την επιλογή του κατάλληλου μοντέλου αντιστροφέα έχει πρώτα από όλα να κάνει με την επιλογή της κατάλληλης ισχύος. Η επιλογή αυτή πρέπει να συμβιβάζει τους παράγοντες του κόστους, της αξιοπιστίας και ευκολίας χειρισμού του συστήματος. Θεωρούμε ότι όλοι οι αντιστροφέες που θα χρησιμοποιηθούν είναι όμοιοι, γεγονός που εξασφαλίζει ότι και τα string των φ/β πλαισίων, καθώς και οι συστοιχίες θα προκύψουν ίδιες. Αυτό θα έχει με τη σειρά του σαν αποτέλεσμα να απλοποιηθεί η τοπογραφική διάταξη της εγκατάστασης και να γίνει ευκολότερη η κυκλωματική σύνδεση. Εφόσον η συνολική εγκατάσταση έχει ισχύ 100kWp, η ισχύς των αντιστροφέων πρέπει να επιλεγεί αναλογικά με αυτή την τιμή. (Κορδαλής, 2010)



Εικόνα 23

Ο τριφασικός μετατροπέας Sunny Tripower διαθέτει μέγιστη ευελιξία κατά το σχεδιασμό μίας εγκατάστασης χάρη στη νέα τεχνολογία Optiflex με δύο εισόδους

ανίχνευσης σημείου μέγιστης ισχύος MPP και με μεγάλο εύρος τιμών τάσης εισόδου και έτσι ενδεικνύται για τη διαστασιολόγηση με κάθε τύπο φωτοβολταϊκού πλαισίου. Ο Sunny Tripower πληροί όλες τις απαιτήσεις, παραδείγματος χάριν για την παροχή άεργου ισχύος και την υποστήριξη δικτύου, συμβάλλοντας με αυτό τον τρόπο αξιόπιστα στη διαχείριση του δικτύου.

Το σύστημα ασφάλειας Optiprotect με εντοπισμό βλάβης στοιχειοσειρών, ηλεκτρονική ασφάλεια των στοιχειοσειρών και ενσωματωμένο απαγωγό υπέρτασης DC Τύπου II, εξασφαλίζει την υψηλή διαθεσιμότητα του μετατροπέα.¹ Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αντιστροφέα SMA Sunny Tripower 17000TL είναι τα εξής :

Μοντέλο : SMA Sunny Tripower 17000TL

Μέγιστη ισχύς εισόδου DC : 17410 W

Μέγιστη τάση εισόδου : 1000 V

Ρεύμα εισόδου / ανά στοιχειοσειρά : 40 A

Μέγιστη ισχύς εξόδου AC : 17000 W

Μέγιστο Ρεύμα Εξόδου : 24,6 A

Διαστάσεις : 665 * 690 * 265 mm

Βάρος : 59 kg



¹ Πηγή: <http://www.sma-hellas.com/el/proionta/iliakoi-metatropois/sunny-tripower/sunny-tripower-10000tl-12000tl-15000tl-17000tl.html>

2.6.3 Βάσεις Στήριξης

Τα Φ/Β πλαίσια θα τοποθετηθούν επί μεταλλικών προκατασκευασμένων τυποποιημένων βάσεων της γερμανικής εταιρείας τα Schott Solar Poly 220 . Οι εν λόγω μεταλλικές κατασκευές είναι ειδικά σχεδιασμένες για Φ/Β πάρκα ανάλογης κλίμακας και δοκιμασμένες σε αρκετά Φ/Β έργα στην Ευρώπη. Οι βάσεις αυτές είναι ρυθμιζόμενες, έχουν εύκολη πρόσβαση για συντήρηση από το έδαφος, σχετικά μεγάλη ζωή και γρήγορη εγκατάσταση. Η αζιμουθιακή γωνία τοποθέτησης των βάσεων στο χώρο εγκατάστασης του Φ/Β Πάρκου θα είναι 0 ως προς τον Νότο και η σταθερή γωνία στήριξη των Φ/Β Πλαισίων θα είναι περίπου 30 ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Η επιλογή του παραπάνω προσανατολισμού, γίνεται προκειμένου να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή ενεργειακή απόδοση των Φ/Β Συστοιχιών στην τοποθεσία που πρόκειται να εγκατασταθούν.

Το ύψος τοποθέτησης των Φ/Β Συστοιχιών στις β (Γεώργιος, 2013) άσεις, θα είναι περίπου 30 – 50 εκατοστόμετρα πάνω από το έδαφος, προκειμένου να δίδεται διέξοδος διαφυγής στα ρεύματα ανέμου που θα προσβάλλουν τις Φ/Β Συστοιχίες από την μια, και από την άλλη να είναι εύκολη η συντήρηση και καθαρισμός των Φ/Β Πλαισίων από το έδαφος καθώς επίσης να επιτρέπεται η ανάπτυξη χαμηλής βλάστησης για περιβαλλοντικούς λόγους. Κάθε Φ/Β Συστοιχία θα είναι τοποθετημένη σε μεταλλική βάση στήριξης η οποία β πασσάλους.

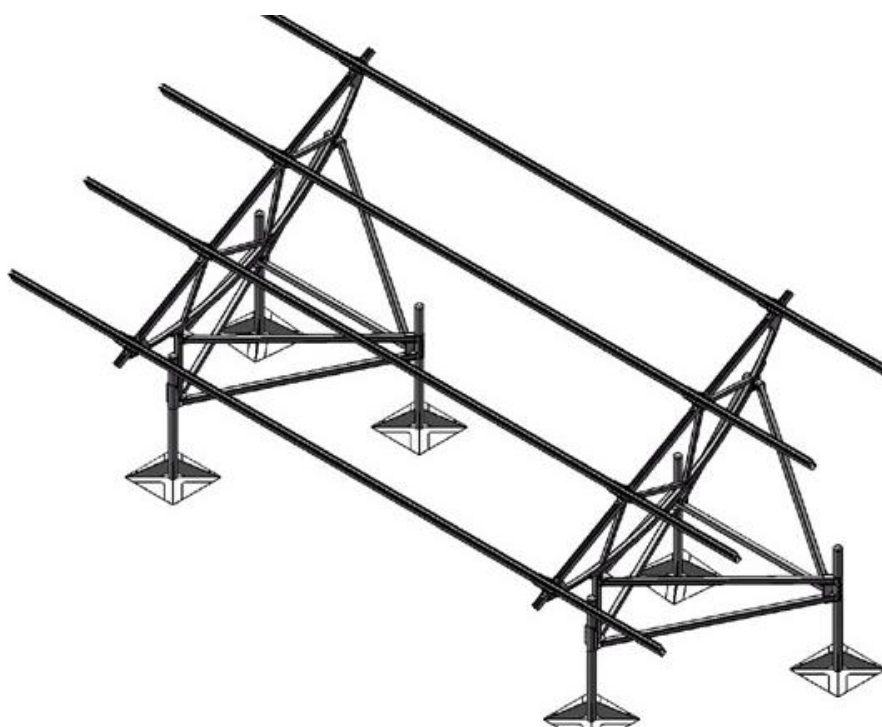
Οι βάσεις θα είναι κατασκευασμένες από αλουμίνιο και εν θερμό γαλβανισμένο χάλυβα ώστε να επιτυγχάνεται η αντοχή τους στις καιρικές συνθήκες για τον σχετικά μεγάλο χρονικό ορίζοντα ζωής του έργου.

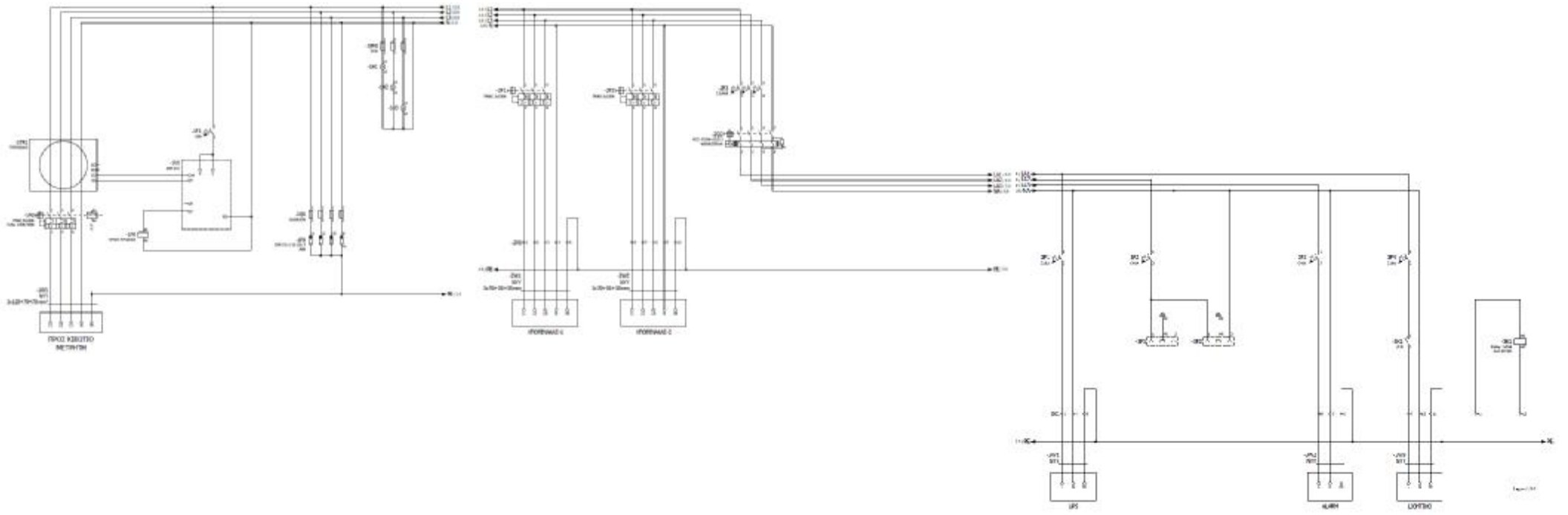
Η εγκατάσταση των βάσεων στο έδαφος θα γίνει σε σχετικά πολύ σύντομο χρονικό διάστημα και με μηχανοποιημένο τρόπο. Προς το σκοπό αυτό θα γίνει χρήση ειδικού μηχανήματος το οποίο καρφώνει πασσάλους στο έδαφος. (Χριστόφορος, 2012)

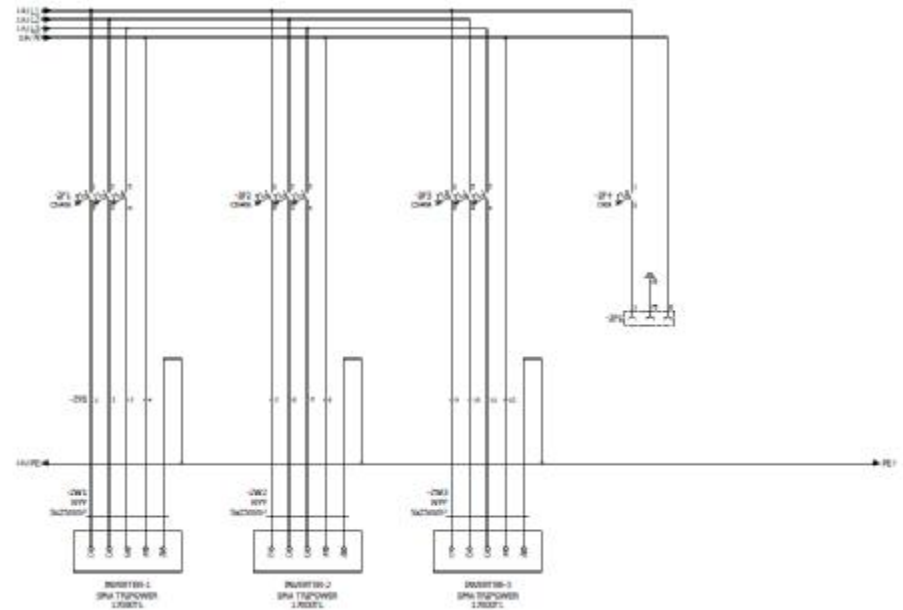
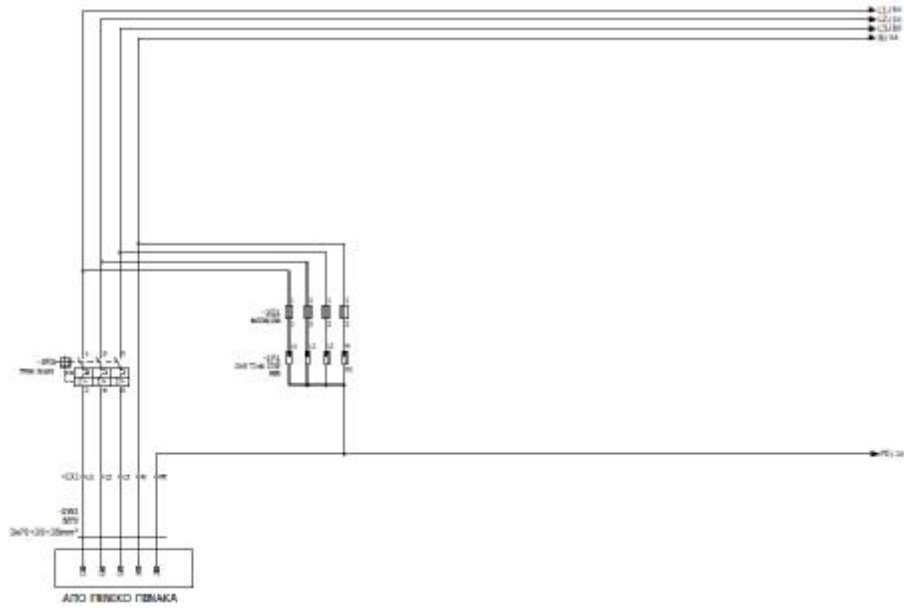


Το σύστημα στήριξης φωτοβολταϊκών πλαισίων Exel G1 είναι ιδανικό για περιοχές με ισχυρούς ανέμους και μεγάλες χιονοπτώσεις. Επίσης είναι κατάλληλο για ικανής πυκνότητας εδάφη προς αποφυγή εκσκαφής και χρήσης εδαφοπασσάλων. Η καινοτόμα σχεδίαση του συστήματος Exel G1 σας προσφέρει μια σειρά από ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα:

Ισχυρό Τριγωνικό Πλαίσιο	Τρία (3) σημεία πάκτωσης ανά στατικό φορέα για αντοχή σε αξονικές και εγκάρσιες φορτίσεις Δυνατότητα ρύθμισης για τοποθέτηση σε μη διαμορφωμένα, επικλινή και βραχώδη εδάφη Δεν απαιτείται κατασκευή βάσης από οπλισμένο σκυρόδεμα
Βάση στήριξης τειγίδων	Κατασκευή με δικτύωμα για αυξημένη αντοχή σε φορτίσεις Σε σχήμα τόξου, για γρήγορη και εύκολη ρύθμιση της γωνίας κλίσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων Διαμόρφωση για δυνατότητα άμεσης στήριξης όλων των τύπων φωτοβολταϊκών πλαισίων
Τρεις (3) εναλλακτικοί τρόποι θεμελίωσης	Εδαφοπάσσαλος για έμπηξη ή/και μετόμπηξη Σύνδεση σε πέγμα σκυροδέματος Μεταλλικό πέγμα με εκσκαφή και επίχωση







2.6.4 Γείωση

Για την εγκατάσταση που μελετάται επιλέγεται ο συνδυασμός άμεσης θεμελιακής γείωσης με διακόπτες διαφυγής έντασης. Η θεμελιακή γείωση αποτελείται από ταινία ή κυλινδρικό αγωγό, που τοποθετείται στο κάτω μέρος των θεμελίων των κτιρίων, μέσα στο σκυρόδεμα. Στην φ/β εγκατάσταση που μελετάται η θεμελιακή γείωση συνδέεται με τα βάρη των συστοιχιών, τα οποία είναι χυτά από Ο/Σ (οπλισμένο σκυρόδεμα) και θεμελιωμένα σε βάθος περίπου 1m. Η θεμελιακή γείωση καθώς συνδέεται ηλεκτρικά με τον οπλισμό της εγκατάστασης αποκτά εντυπωσιακά χαμηλές τιμές αντίστασης, διότι σχηματίζει ένα πολύ μεγάλο ηλεκτρόδιο γείωσης. (Χριστόφορος, 2012)

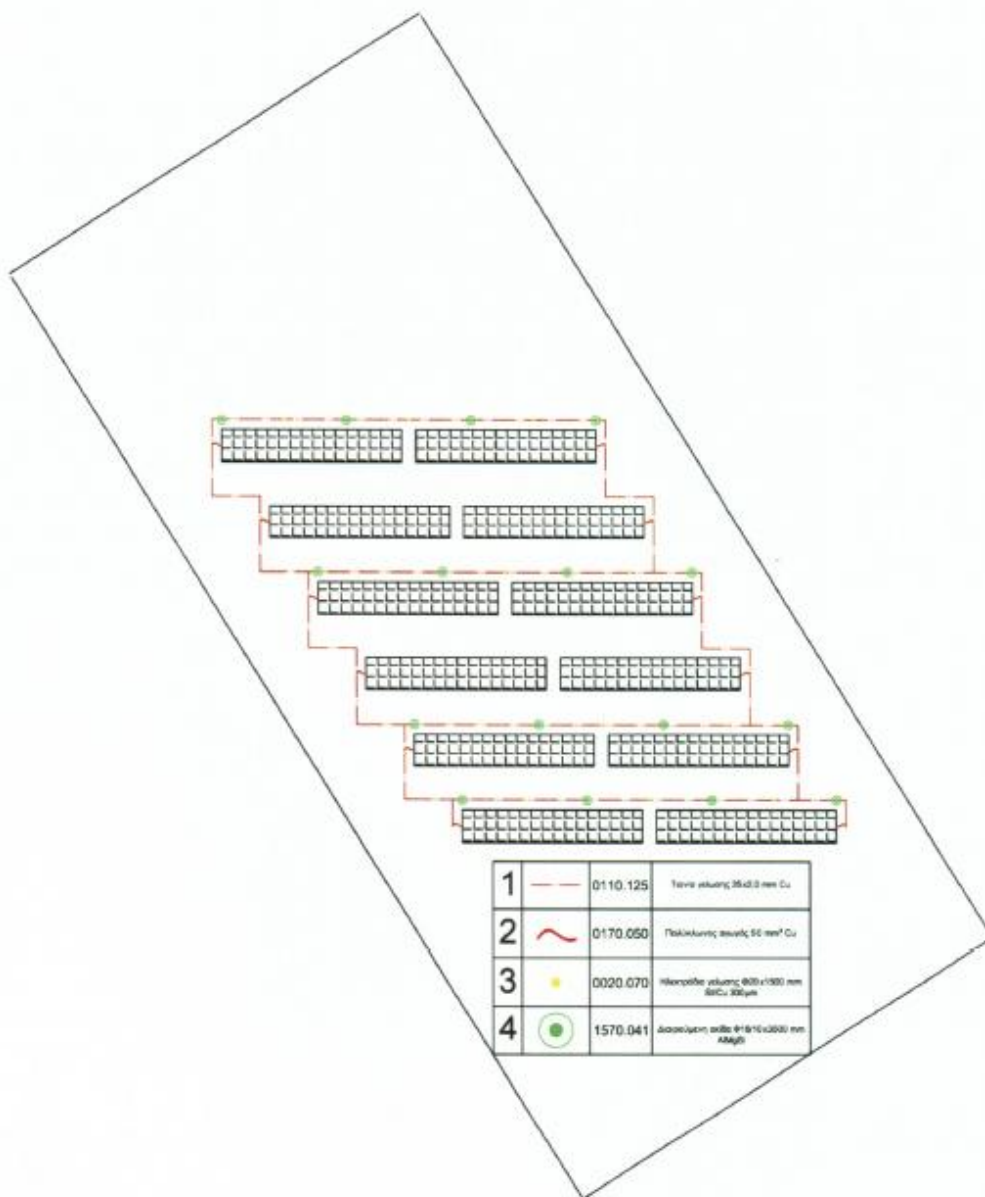
Σε εγκαταστάσεις μεγάλων διαστάσεων (με τη μία τουλάχιστον διάσταση μεγαλύτερη από 25m) επιλέγεται η από τη θεμελιακή γείωση περικλειόμενη επιφάνεια να κατανέμεται σε μικρότερα τμήματα – βρόχους, μέγιστων διαστάσεων (20 m x 20 m). Στην περίπτωση του φ/β πάρκου που εξετάζεται, αυτό έχει ληφθεί υπόψη και η θεμελιακή γείωση αποτελείται από έξι βρόχους Ως ηλεκτρόδια θεμελιακής γείωσης χρησιμοποιούνται χαλύβδινες ταινίες με ελάχιστες διαστάσεις διατομής 30 mm × 3.5 mm ή χαλύβδινοι αγωγοί κυκλικής διατομής με ελάχιστη διάμετρο 10 mm. (Μαυρομάτη, 2012)

Όμως χαμηλότερη αντίσταση γείωσης επιτυγχάνεται με την χρήση ταινίας. Αν χρησιμοποιηθεί ηλεκτρόδιο γείωσης σε μορφή ταινίας, αυτή πρέπει να τοποθετηθεί με τη μεγαλύτερη διάσταση της διατομής της κατακόρυφα.

Τα εξαρτήματα για τη σύνδεση των αγωγών ή των ταινιών μεταξύ τους καθώς και με το σιδηρό οπλισμό πρέπει να είναι κατασκευασμένα από θερμά γαλβανισμένο ή ανοξείδωτο χάλυβα, να έχουν αντοχή σε διάβρωση και ικανότητα να άγουν το αναμενόμενο ρεύμα σφάλματος.

Για τη σύνδεση της ηλεκτρικής εγκατάστασης, των ισοδυναμικών συνδέσεων κλπ. Με τη θεμελιακή γείωση κατασκευάζονται λήψεις όσο το δυνατόν πλησιέστερα στις θέσεις εγκατάστασης πινάκων διανομής που προβλέπεται η άμεση σύνδεσή τους στη γείωση καθώς και όπου θα πραγματοποιηθούν οι κύριες και συμπληρωματικές ισοδυναμικές συνδέσεις. Οι λήψεις θεμελιακής γείωσης είναι κατασκευασμένες από υλικό ανθεκτικό στη διάβρωση (γαλβανισμένο ή ανοξείδωτο χάλυβα). Μπορεί να είναι σε μορφή ακροδέκτη γείωσης ή ζυγού γείωσης ή σε μορφή στρογγυλού

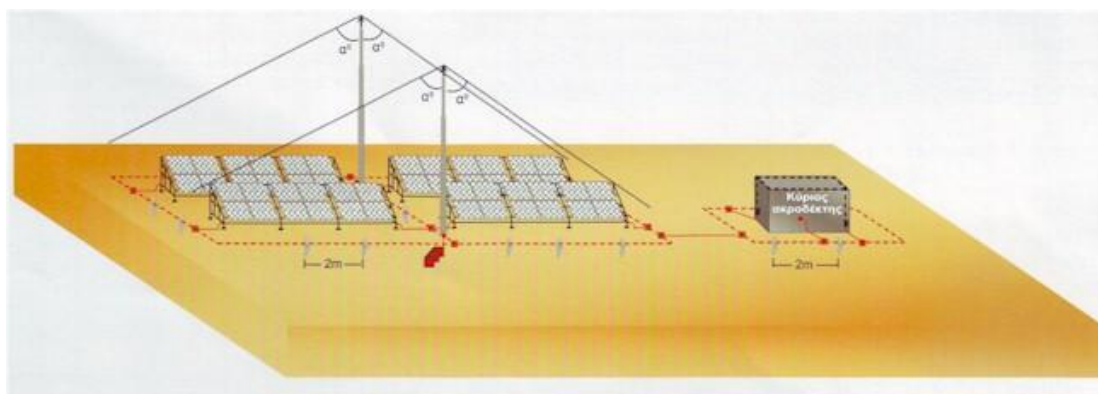
αγωγού ή ταινίας. Πρέπει να επισημαίνονται (π.χ. με επικάλυψη ταινίας, χρωματισμό κλπ.) και να προστατεύονται κατάλληλα από φθορά κατά τη φάση κατασκευής του κτιρίου. Τα εξαρτήματα σύνδεσης της ηλεκτρικής εγκατάστασης και των ισοδυναμικών συνδέσεων με τις λήψεις της θεμελιακής γείωσης, καθώς και τα σημεία σύνδεσης των εξαρτημάτων διαστολής με τις λήψεις της θεμελιακής γείωσης πρέπει να έχουν αντοχή σε διάβρωση στο περιβάλλον που εγκαθίστανται, ικανότητα να άγουν το αναμενόμενο ηλεκτρικό ρεύμα και επαρκή μηχανική αντοχή ώστε να εξασφαλίζεται η διατήρηση της ηλεκτρικής συνέχειας. (Παπαδόπουλος Αθανάσιος, 2011)



Εικόνα 24 Χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ στο οικοπέδο μελέτης

2.6.5 Αντικεραυνική Προστασία

Αν και η πιθανότητα να χτυπήσει κεραυνός την φ/β εγκατάσταση είναι αρκετά μικρή εντούτοις η ζημιά που μπορεί να προκαλέσει ένα τέτοιο ενδεχόμενο είναι πολύ μεγάλη στα φ/β πλαίσια και τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό (inverters, καλώδια, συστήματα ελέγχου κλπ.). Στόχος είναι να προστατευτούν οι φ/β συστοιχίες από μια ενδεχόμενη φωτιά εξαιτίας ενός άμεσου χτυπήματος από κεραυνό και η προστασία του ηλεκτρονικού και ηλεκτρολογικού εξοπλισμού από έναν ηλεκτρομαγνητικό παλμό που μπορεί να προκληθεί από τον κεραυνό. Για να προστατευτεί η εγκατάσταση στον χώρο που καταλαμβάνουν τα φ/β πλαίσια πρέπει να εγκατασταθεί ένα σύστημα αντικεραυνικής προστασίας. Ανάλογα με τον τύπο της αντικεραυνικής προστασίας και το ύψος των απαιτούμενων ράβδων – αλεξικέραυνων, καθορίζεται η ποσότητά τους καθώς και η απόστασή τους. (Κτενίδης, 2008)



Εικόνα 25 Εξωτερικό σύστημα αντικεραυνικής προστασίας φωτοβολταϊκών

Όσον αφορά την αντικεραυνική προστασία του Φ/Β Πάρκου, θα μελετηθεί η εγκατάσταση εντός του χώρου εγκατάστασης του έργου αλεξικέραυνων τύπου ακίδας (Αλεξικέραυνο TESLA-S) σε σημεία που δεν θα σκιάζουν την εγκατάσταση και θα παρέχουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη προστασία από κεραυνικά πλήγματα. Το σύνολο των μεταλλικών μερών, δηλαδή τα μεταλλικά μέρη των βάσεων, των Φ/Β Συστοιχιών, της μεταλλικής περιφράξης κλπ, θα συνδεθούν με το σύστημα γείωσης του Φ/Β Πάρκου. (Μαρία, 2010)

Αλεξικέραυνο TESLA-S, παλμικής διέγερσης, με ενισχυμένο σύστημα ιονισμού. Η κεφαλή του αλεξικεραύνου TESLA-S φέρει διμερή ακίδα σύλληψης του κεραυνού από ειδικό κράμα ορειγάλκου, με διάκενο ασφαλείας. Διαθέτει μεταλλικό δίσκο συλλογής, αγωγίμο προς την ακίδα και προς το περίβλημα της κεφαλής, ο οποίος ζευγνύετε χωρητικά προς το ηλεκτρικό πεδίο κακοκαιρίας και φορτίζεται επαγωγικά με την αύξηση του ανωτέρω πεδίου. Η κεφαλή περιλαμβάνει ειδικό μεταλλάκτη παραγωγής υψηλής τάσης ιονισμού, μέσω της φυσικής αστάθειας τόξου (πλάσματος) και με την βοήθεια μαγνητικού πεδίου, με χαρακτηριστικό γνώρισμα την εν σειρά σύνδεση σπινθηριστή με πηνίο και πυκνωτή. Στον χώρο γύρω από την ακίδα του αλεξικεραύνου, δημιουργείται ισχυρότατος ιονισμός. Το TESLA-S λειτουργεί όταν υπάρχουν οι κατάλληλες συνθήκες κεραυνοφόρου πεδίου, φαινόμενο που τυπικά διαρκεί μερικά λεπτά της ώρας. Η κεφαλή TESLA-S φέρει διάταξη ασφαλείας για την προστασία των κυκλωμάτων της κατά την στιγμή της πτώσης και σύλληψης του κεραυνού. Όλος ο μηχανισμός του διακένου, του εξωτερικού σπινθηριστή και των κυκλωμάτων της κεφαλής, ευρίσκεται εντός υδατοστεγούς περιβλήματος, (με αυτοφερόμενο τον δίσκο συλλογής), το οποίο είναι διαμορφωμένο έτσι ώστε να επιτρέπει την ελεύθερη διέλευση του φορτίου προς την κάθοδο του αλεξικεραύνου. Ταυτόχρονα, η διαμόρφωση της βάσης του περιβλήματος (σφαίρα) της κεφαλής, παίζει το ρόλο (εξωτερικού) σπινθηριστή ασφαλείας, μεταξύ κεφαλής και καθόδου. Το αλεξικέραυνο TESLA-S είναι φιλικό στο περιβάλλον εργαστηριακά δοκιμασμένο κατά ΕΛΟΤ EN 50164-1. (Χριστόφορος, 2012)

2.6.6 Σύστημα Ασφαλείας

Περιμετρικά του χώρου εγκατάστασης του Φ/Β Πάρκου θα τοποθετηθούν κάμερες κεντρικού συστήματος ασφαλείας (CCTV) για την παρακολούθηση του χώρου καθώς επίσης και ειδικός συναγερμός περιμετρικής φύλαξης του χώρου. (Χριστόφορος, 2012)



Εικόνα 26 Σύστημα φύλαξης φωτοβολταϊκών πάρκων

2.6.7 Περίφραξη Έργου

Περιμετρικά του χώρου εγκατάστασης του Φ/Β Πάρκου θα κατασκευαστεί κατάλληλη περίφραξη, προκειμένου αφενός να αποτρέπεται η είσοδος σε αναρμόδια άτομα στον χώρο του πάρκου και αφετέρου να παρέχεται ένας υψηλός βαθμός ασφάλειας των εγκαταστάσεων. Η περίφραξη θα αποτελείται από βάση κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα, ύψους περίπου 0,20 μέτρα (πάνω από το έδαφος), επί της οποίας θα είναι τοποθετημένοι μεταλλικοί πάσσαλοι και πλέγμα έως συνολικού ύψους 2,10 μέτρα. Περιμετρικά του Φ/Β Πάρκου και εσωτερικά της περίφραξης θα φυτευτούν θάμνοι για την δημιουργία αισθητικά αποδεκτού τοπίου. Η περίφραξη θα περιλαμβάνει διπλή πόρτα εισόδου στον χώρο του Φ/Β Πάρκου πλάτους περίπου 4,15 μέτρα (Χριστόφορος, 2012)



Εικόνα 27 Λήψη απο περιφραγμένο φωτοβολταϊκό πάρκο

2.7 Σύνοψη Μεθοδολογίας Εργασιών

Σύμφωνα με τα ως άνω προκύπτει η ακόλουθη μεθοδολογία για την ολοκλήρωση της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης:

- ü ενεργειακή μελέτη, μελέτη σκίασης και χωροθέτηση εξοπλισμού
- ü διαστασιολόγηση των inverters και επιλογή αριθμού panels ανά string και strings ανά inverters
- ü διενέργεια εδαφοτεχνικής μελέτης και επιλογής τρόπου στήριξης των βάσεων
- ü μεταφορά του εξοπλισμού στο χώρο εγκατάστασης
- ü εγκατάσταση γείωσης, βάσεων και τοποθέτηση – σύνδεση των panels σε αυτές
- ü τοποθέτηση, διασύνδεση και ρύθμιση inverters, πινάκων και υπόλοιπου ηλεκτρολογικού εξοπλισμού
- ü διενέργεια δοκιμών και μετρήσεων για την εξασφάλιση της ποιότητας της εργασίας
- ü παρουσία κατά την διενέργεια της σύνδεσης από τους μηχανικούς της ΔΕΗ

Αντίστοιχα ο εξοπλισμός που απαιτείται για την υλοποίηση του έργου καταγράφεται ως εξής :

1. Φωτοβολταϊκές γεννήτριες (panels)
2. Μετατροπείς DC/AC (inverters) & σύστημα ελέγχου και παρακολούθησης
3. Βάσεις στήριξης
4. Καλώδια DC για τη διασύνδεση των panels με τους inverters
5. Καλώδια AC για τη διασύνδεση inverters με τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης
6. Ηλεκτρολογικοί πίνακες
7. Συστήματα προστασίας του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού από κεραυνικό πλήγμα
8. Σύστημα γείωσης

3. ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ

Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση του συστήματος τηλεμετρίας που προτείνεται να χρησιμοποιηθεί στο υπο εξέταση έργο καθώς και οι λοιπές εργασίες και υλικά που απαιτούνται για την υλοποίηση του έργου.

3.1 Συστήματα Τηλεμετρίας

Για τον αποτελεσματικό έλεγχο της λειτουργίας του Φ/Β Πάρκου προβλέπεται η εγκατάσταση συστήματος Τηλεμετρίας και Ελέγχου. Το σύστημα αυτό θα ελέγχει:

- Την θερμοκρασία του περιβάλλοντος
- Την θερμοκρασία των Φ/Β Πλαισίων
- Την ολική ακτινοβολία
- Την παραγόμενη ενέργεια συνεχούς ρεύματος, η οποία θα εισέρχεται στους Μετατροπείς Τάσης
- Την ενέργεια εναλλασσόμενου ρεύματος που θα εξέρχεται από τους Μετατροπείς Τάσης
- Την ολική παραγόμενη ενέργεια

Τα δεδομένα τα οποία θα καταγράφονται θα αποστέλλονται μέσω modem σε ηλεκτρονικό υπολογιστή για περαιτέρω ανάλυση και αποθήκευση.

3.2 Διαστασιολόγηση και Παραμετοποίηση του Συστήματος

Η λύση επιτήρησης για φωτοβολταϊκά συστήματα μεσαίας κλίμακας: το Sunny WebBox λαμβάνει και αποθηκεύει όλες τις τρέχουσες τιμές μέτρησης και τα δεδομένα – μέσω Bluetooth ή RS485. Έτσι, σας ενημερώνει ανά πάσα στιγμή για τη

λειτουργία της εγκατάστασής σας. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις μπορεί να αντιδρά γρήγορα και να διασφαλίζει την απόδοση. Μέσω του διαδικτυακού προγράμματος πλοήγησης μπορείτε να εμφανίζετε, να αξιολογείτε ή να κατεβάζετε στον ηλεκτρονικό υπολογιστή σας όλες τις τιμές μέτρησης, καθώς και να αλλάζετε τις παραμέτρους. Όλα τα δεδομένα των συνδεδεμένων συσκευών αποθηκεύονται και, αν το επιθυμείτε, μεταφέρονται αυτόματα στο Sunny Portal. Χάρη στο Sunny WebBox μπορείτε να αποθηκεύετε την εγκατάστασή σας στο διαδίκτυο, για κεντρική πρόσβαση στο Sunny Portal.



Εικόνα 28 Συσκευή τηλεμετρίας Sunny WebBox

Τα πλεονεκτήματα της επιλογής είναι τα εξής :

Ασφάλεια

- Τηλεπιτήρηση, τηλεδιάγνωση και τηλεδιαμόρφωση της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης
- Καταγραφείας δεδομένων των σημαντικότερων συμβάντων της εγκατάστασης
- Άμεσος εντοπισμός σφαλμάτων λειτουργίας

Απλή χρήση

- Αυτόματη επιτήρηση έως και 50 μετατροπέων μέσω SMA *Bluetooth*®
- Γρήγορη διαμόρφωση χάρη στο πρόγραμμα Sunny WebBox Assistant και τις συνοπτικές οδηγίες χρήσης
- Δυνατότητα σύνδεσης χωρίς καλώδιο ακόμα και στο Sunny SensorBox

Φιλικό στο χρήστη

- Συμπεριλαμβάνεται δωρεάν, βασική πρόσβαση στο Sunny Portal για όλη τη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης
- Ευέλικτες παρουσιάσεις, αξιολογήσεις, αναφορές απόδοσης και συμβάντων μέσω του Sunny Portal

3.3 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Συστήματος Τηλεμετρίας

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος τηλεμετρίας που επιλέχτηκε

	Sunny WebBox με <i>Bluetooth</i> ®
Επικοινωνία	
Επικοινωνία μετατροπέων	<i>Bluetooth</i>
Επικοινωνία Η/Υ	10 / 100 Mbit Ethernet
Μόντεμ	—
Διεπαφή δεδομένων	RPC
Συνδέσεις	
Ethernet	10 / 100 Mbit, RJ45
Μετατροπέας	—
Μέγιστος αριθμός συσκευών SMA	
RS485, Ethernet	— / —
<i>Bluetooth</i>	50
Μέγιστη εμβέλεια επικοινωνίας	
RS485	—
Ethernet	—
<i>Bluetooth</i> σε ανοιχτό χώρο	έως και 100 m (δυνατότητα επέκτασης με SMA <i>Bluetooth Repeater</i>)
Τροφοδοσία τάσης	
Τροφοδοσία τάσης	Εξωτερικό βυσματωτό τροφοδοτικό
Τάση εισόδου	100 V – 240 V AC, 50 / 60 Hz
Κατανάλωση ισχύος	Τύπος 4 W / μέγ. 12 W

Περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη λειτουργία	
Θερμοκρασία περιβάλλοντος	-20 °C ... +65 °C
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή σχετικής υγρασίας (χωρίς συμπύκνωση)	5 % ... 95 %
Μνήμη	
Εσωτερική	12,5 MB με οργάνωση κυκλικής μνήμης
Εξωτερική	Κάρτα SD 1 GB / 2 GB (προαιρετικά)
Γενικά χαρακτηριστικά	
Διαστάσεις (Π / Υ / Β)	225 / 130 / 57 mm
Βάρος	0,75 kg
Σημείο τοποθέτησης	Σε εσωτερικό χώρο
Τρόπος τοποθέτησης	Τοποθέτηση σε ράγες, επιτοίχια τοποθέτηση, επιτραπέζια συσκευή
Ένδειξη κατάστασης	Ενδεικτική λυχνία LED
Γλώσσες λογισμικού, γλώσσες εγχειριδίου οδηγιών	Γερμανικά, Αγγλικά, Ιταλικά, Ισπανικά, Γαλλικά, Ολλανδικά, Πορτογαλικά, Ελληνικά, Κορεάτικα, Τσέχικ
Εξοπλισμός	
Χειρισμός	Ενσωματωμένος διαδικτυακός διακομιστής (πρόγραμμα περιήγησης στο Internet)
ύηση	5 χρόνια
Πιστοποιητικά και εγκρίσεις	www.SMA-Solar.com
Εξαρτήματα	
SMA Bluetooth Repeater για επέκταση της μέγιστης εμβέλειας επικοινωνίας	προαιρετικά
Sunny SensorBox	προαιρετικά
Κάρτα SD 1 GB / 2 GB (προαιρετικά)	προαιρετικά
Εξωτερική κεραία GSM, κάρτα δεδομένων GSM	- / -
Καλώδιο επικοινωνίας RS485	-
Εμβυσματώσιμο τροφοδοτικό με προσαρμογείς	ναι
Χαρακτηρισμός τύπου	Sunny WebBox με Bluetooth

3.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Λοιπού Εξοπλισμού Φωτοβολταϊκού Συστήματος

Καλώδια DC

Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται είναι πιστοποιημένα για εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων. Για εφαρμογές δηλαδή με πολυετή έκθεση των καλωδίων στις καιρικές συνθήκες.

Τα ειδικά καλώδια DC χαρακτηρίζονται από τα παρακάτω ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, τα οποία τα διαφοροποιούν αισθητά από τα κοινά καλώδια:

- § Ελεγμένα και πιστοποιημένα από τα Εργαστήρια VDE και TÜV της Γερμανίας.
- § Καθορισμένοι με ακρίβεια και περιεκτικοί κανονισμοί για τις δοκιμές (Tests) των καλωδίων, καθώς και των μονωτικών μειγμάτων.
- § Επιτρεπτή τάση λειτουργίας συστήματος μέχρι 2kV DC. Τάση δοκιμής 10kV DC.
- § Εύρος θερμοκρασιών λειτουργίας από -40°C έως +120°C.
- § Αναμενόμενη διάρκεια ζωής 30 έτη, για τα οποία παρέχεται εγγύηση του κατασκευαστή.
- § Πιστοποίηση της μεγάλης διάρκειας ζωής σύμφωνα με το IEC 60216.
- § Άριστη συμπεριφορά κατά την καύση όσον αφορά μετάδοση και διασπορά της φλόγας, χαμηλές εκπομπές καπνού, μη έκλυση διαβρωτικών αερίων και χαμηλή τοξικότητα.
- § Ανθεκτικά στην αμμωνία.
- § Ανθεκτικά στην υπεριώδη ακτινοβολία (UV) και στο όζον.
- § Οικολογικά αβλαβή όσον αφορά την ανακύκλωση, την απόθεση και την οικονομία ενεργειακών πόρων στη διαδικασία παραγωγής.
- § Αντί των «ανώνυμων» υλικών, όπως είναι τα θερμοπλαστικά ελαστομερή (thermoplastic elastomers –TPE), δηλαδή Πολυολεφίνες, Πολυαλκένια ή Radox, χρησιμοποιούνται ευρέως γνωστά μείγματα

ελαστικών που έχουν δοκιμαστεί για πάνω από 40 χρόνια κάτω από τις πιο δυσμενείς συνθήκες και έχει αναπτύξει υλικά κορυφαίας και σύγχρονης (state of the art) τεχνολογίας. Πιο συγκεκριμένα, έχει αναπτύξει ελεύθερα αλογόνου δικτυωμένα (cross linked) υλικά: Μόνωση = Hard Grade Ethylene Propylene Rubber (HEPR), Μανδύας = Ethylene Vinyl Acetate (EVA).

- § Τα καλώδια αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους, σε βιομηχανικές και αγροτικές εγκαταστάσεις καθώς και σε αντιαεροπορικά περιβάλλοντα.
- § Μπορούν να εγκατασταθούν σε σχάρες όδευσης καλωδίων, μέσα, πάνω ή κάτω από γύψο, ασβεστοκονίαμα ή σοβά και σε εξοπλισμό. Είναι κατάλληλα για εφαρμογές μέσα ή πάνω σε εξοπλισμό με προστατευτική μόνωση.
- § Δυνατός ο απευθείας ενταφιασμός στο έδαφος χωρίς απαίτηση για σωλήνες, κανάλια κλπ.

Καλώδια AC

Τύπος καλωδίου : J1VV πολύκλωνος αγωγός

Ονομαστική τάση : 600/1000V

Προδιαγραφές : IEC 60502-1

Χρήσεις : Καλώδια ισχύος για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους στον αέρα ή στο έδαφος

Η επιλογή της διατομής των αγωγών στα καλώδια DC ή AC γίνεται μέσω ειδικό λογισμικό το οποίο παραμετροποιεί τα ηλεκτρολογικά δεδομένα (τάση, ένταση, ισχύς, απόσταση). Κριτήριο επιλογής είναι να επιτευχθεί στην εγκατάσταση συνολική απώλεια λόγω καλωδιώσεων μικρότερη από 1%.



Ηλεκτρολογικοί πίνακες

Στην εγκατάσταση θα τοποθετηθούν:

Γενικός πίνακας χαμηλής τάσης.

Γ.Π.Χ.Τ. με ασφαλειοδιακόπτες ανά φάση στην είσοδο από τους μετατροπείς και ασφαλειοδιακόπτες για την τροφοδοσία του πάρκου με 220V για τα συστήματα ασφαλείας, φωτισμού κ.λ.π. Προβλέπονται ταυτόχρονα κατάλληλες διατάξεις ασφαλείας έναντι υπερτάσεων από το δίκτυο της ΔΕΗ, ώστε να μην κινδυνεύει ο εξοπλισμός από την πλευρά του AC.



Στον ηλεκτρολογικό πίνακα προβλέπονται απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων που προστατεύουν την εγκατάσταση από κεραυνικό πλήγμα που θα προέλθει από το δίκτυο της ΔΕΗ.

Προστασία Υπερτάσεων



αντικεραυνικής προστασίας

Στην εγκατάσταση θα τοποθετηθούν υλικά προστασίας υπέρτασης από τη μεριά του εναλλασσόμενου (ειδικές διατάξεις προστασίας εντός των ηλεκτρολογικών πινάκων).

Αναλυτική μελέτη επιλογής των υλικών περιλαμβάνεται στην μελέτη γείωσης και

Πιστοποίηση εγκατάστασης

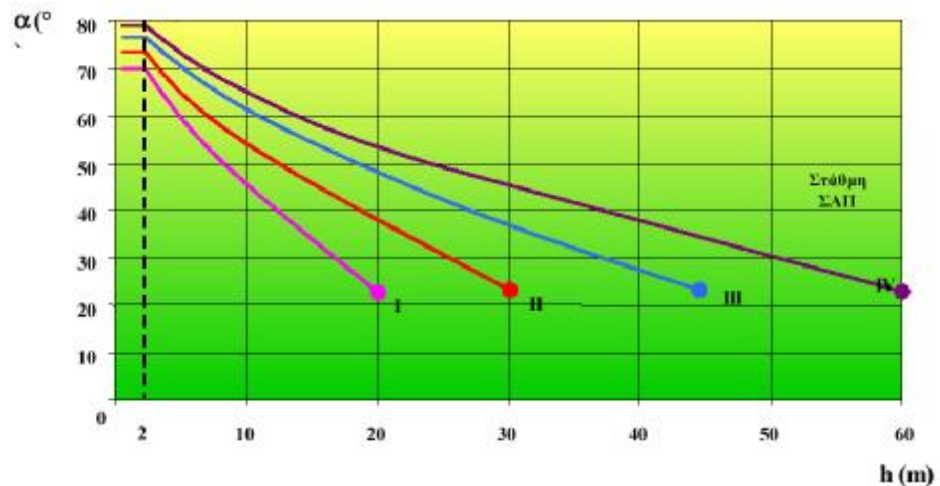
Η συνολική εγκατάσταση θα παρακολουθείται και θα επιβλέπεται σε όλη της την διάρκεια από μηχανικούς της εταιρίας με σκοπό την σύμφωνα με τη Νομοθεσία, κανόνες ασφαλείας και διαδικασιών ISO 9001:2008, ολοκλήρωση των εγκαταστάσεων. Θα τηρείται ημερολόγιο έργου και θα τηρούνται όλα τα προβλεπόμενα μέτρα ασφαλείας και υγιεινής. Καθώς η «καρδιά» του συστήματος είναι το ηλεκτρολογικό μέρος της εγκατάστασης και αυτό αποτελεί το κριτήριο μιας επιτυχημένης επένδυσης (σωστή εγκατάσταση χωρίς βραχυκυκλώματα, μεγάλες απώλειες κ.λ.π.) και πριν την τελική σύνδεση με τους μηχανικούς της ΔΕΗ, θα πραγματοποιηθούν οι παρακάτω

δοκιμές:

Βασικές μετρήσεις ηλεκτρολογικής εγκατάστασης

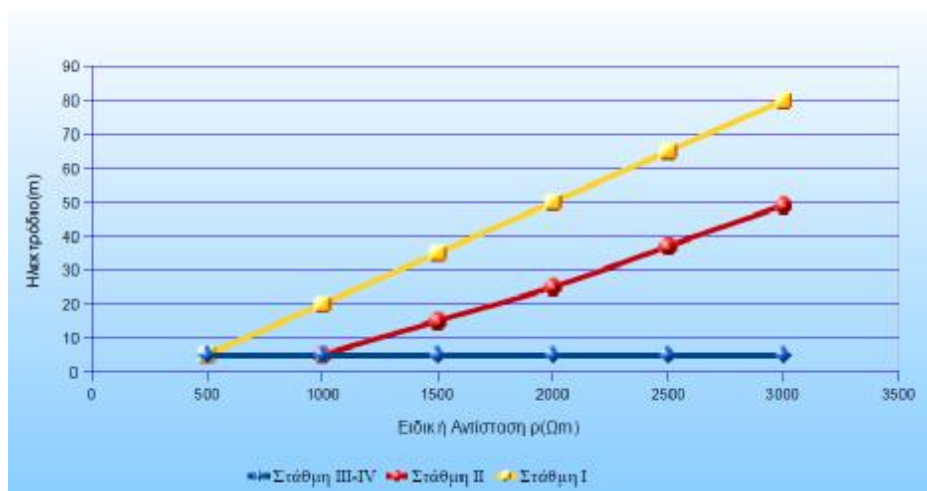
- **Αντίσταση μόνωσης** : Η μέτρηση της αντίστασης μόνωσης των καλωδίων γίνεται με όργανο ελέγχου Meger και ο σκοπός της μέτρησης είναι ή αποφυγή πιθανών διαρροών και βραχυκυκλωμάτων. Εφαρμόζεται στα καλώδια AC και DC και πιστοποιεί την διατήρηση των τεχνικών χαρακτηριστικών του μετά την εγκατάσταση αυτού.
- **Συνέχεια καλωδίου** : Η μέτρηση της συνέχειας των καλωδίων γίνεται με όργανο ελέγχου Meger / πολύμετρο και ο σκοπός της μέτρησης είναι ο έλεγχος των καλωδίων για εργοστασιακό σφάλμα ή εγκαταστατικό σφάλμα (κόψιμο). Εφαρμόζεται στα καλώδια AC και DC.
- **Γειώσεις** : Η μέτρηση της γείωσης γίνεται με γειωσόμετρο και ο σκοπός της μέτρησης είναι ο έλεγχος της αντίστασης της γείωσης με σκοπό την πιστοποίηση της εγκατάστασης σύμφωνα με την μελέτη.
- **Τάση Ένταση Ισχύς DC** : Η μέτρηση γίνεται με αναλυτή ισχύος και ο σκοπός της μέτρησης είναι ο έλεγχος των δεδομένων που εφαρμόζεται στα καλώδια ανάλογα με την τοπολογία της εγκατάστασης. Μετριοούνται ανά string και πιστοποιούν τόσο την ορθή καλωδίωση όσο και την ποιότητα των ενώσεων (connectors). Συγκρίνονται τα δεδομένα σύμφωνα με την τοπολογία της εγκατάστασης (αριθμό πάνελς/string και string/inverter ή κουτί διασύνδεσης ή υποπίνακας)
- **Τάση Ένταση Ισχύς AC** : Η μέτρηση γίνεται με αναλυτή ισχύος και ο σκοπός της μέτρησης είναι ο έλεγχος των δεδομένων που εφαρμόζεται στα καλώδια ανάλογα με την τάση λειτουργίας της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Πραγματοποιείται έτσι ταυτοποίηση των δεδομένων με πιστοποιημένα όργανα με αυτά που «παράγονται» από τους μετατροπείς και απεικονίζονται στις οθόνες.

ΣΤΑΘΜΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΡΟΧΩΝ (m)	ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΘΟΔΟΥ (m)
I	5x5	10
II	10x10	10
III	15x15	15
IV	20x20	20



β. Ο σχεδιασμός του συστήματος γείωσης σε σχέση με την απαιτούμενη στάθμη προστασίας απαιτεί ελάχιστα μήκη ηλεκτροδίων που φαίνονται στο διάγραμμα 2.

Τα ελάχιστα μήκη μπορούν να μη ληφθούν υπ' όψη με την προϋπόθεση ότι έχει επιτευχθεί μία αντίσταση γείωσης μικρότερη από 10Ω.



Ελάχιστο μήκος L1 οριζόντιων ηλεκτροδίων γείωσης, ανάλογα με τη στάθμη προστασίας και την ειδική αντίσταση του εδάφους, σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ ΕΝ 62305-3 : 2006. Οι στάθμες προστασίας III και IV είναι ανεξάρτητες από την ειδική αντίσταση του εδάφους. Για τα κατακόρυφα ηλεκτρόδια το ελάχιστο μήκος γειωτή είναι 0,5L1.

Το εσωτερικό σύστημα αποτελείται από:

Τις ισοδυναμικές συνδέσεις

Ο σκοπός των ισοδυναμικών συνδέσεων είναι να μειώσουν τις διαφορές δυναμικού μεταξύ των μεταλλικών μερών του υπό αντικεραυνική προστασία χώρου και να μειώσουν το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που δημιουργείται κατά την άμεση ή έμμεση κεραυνοπληξία, εντός αυτού.

Τους απαγωγούς κρουστικών υπερτάσεων

Με τον όρο Κρουστικές Υπερτάσεις εννοούμε τις απότομες αυξήσεις της απόλυτης τιμής του δυναμικού, η διάρκεια των οποίων κυμαίνεται από μseconds μέχρι κάποια mseconds. Η αύξηση της απόλυτης τιμής δυναμικού, κυμαίνεται από μερικά Volts, μέχρι χιλιάδες Volts.

Η σχεδίαση του εσωτερικού συστήματος πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τα πρότυπα εφαρμογής **EN/IEC 62305-4**, **EN/IEC 61643-12**, **EN/IEC 61643-22** ενώ παράλληλα οι απαγωγοί κρουστικών πρέπει να ικανοποιούν τα πρότυπα δοκιμών **EN/IEC 61643-11** και **EN/IEC 61643-21** ανάλογα με τον τύπο του απαγωγού.

Οι πηγές των Κρουστικών Υπερτάσεων μπορεί να είναι φυσικές, όπως :

- Κεραυνοί (LEMP)
- Αστραπές
- Ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις (DSD)
- ή τεχνητές, όπως :
- Χειρισμοί διακοπών
- Βραχυκυκλώματα (SEMP) κλπ.
- Αλλά και η έναυση των ημιαγωγικών στοιχείων όπως π.χ. των thiristors τα οποία με την σειρά τους δημιουργούν αρμονικές οι οποίες καταπονούν τα διηλεκτρικά των ευαίσθητων ηλεκτρονικών συσκευών.

Τα προβλήματα που δημιουργούν οι Κρουστικές Υπερτάσεις είναι :

- Πιθανή εστία επικίνδυνων καταστάσεων, σπινθήρες, πυρκαγιά, εκρήξεις, ηλεκτροπληξία.

- Ολική καταστροφή συσκευών, καταστροφή των ηλεκτρικών μονώσεων ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών – μηχανημάτων.
- Βαθμιαία φθορά συσκευών με καταπόνηση μονωτικών από υπερτάσεις, επίσπευση γήρανσης μονωτικών, μείωση ζωής συσκευών και μηχανημάτων.
- Απώλειες μνήμης “Πάγωμα” οθονών, επανεκκίνηση ηλεκτρονικών συσκευών κλπ.

Τρόποι αντιμετώπισης των Κρουστικών Υπερτάσεων

Τοποθετώντας σε κατάλληλη θέση στο ηλεκτρικό δίκτυο κατάλληλους απαγωγούς κρουστικών υπερτάσεων επιτυγχάνεται η προστασία των ηλεκτρικών – ηλεκτρονικών συσκευών με την εξομάλυνση του φαινομένου.

Λειτουργία Απαγωγών Κρουστικών Υπερτάσεων.

Οι απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων είναι συσκευές που σε ονομαστικές τάσεις του δικτύου ή σε μικρές υπερτάσεις αυτού, παρουσιάζουν εσωτερική αντίσταση σχεδόν άπειρη ενώ όταν η τιμή της τάσης του δικτύου υπερβεί κάποια τιμή, όπως συμβαίνει στην περίπτωση διέλευσης κρουστικής τάσης, τότε η εσωτερική αντίσταση μικραίνει ακαριαία που τείνει στο μηδέν, οδηγώντας την επικίνδυνη υπέρταση στη γείωση καθ’ όλη την χρονική διάρκεια που εφαρμόζεται στο δίκτυο.

Μετά την παρέλευση του φαινομένου και επαναφορά της τάσης του δικτύου στα φυσιολογικά επίπεδα, ο απαγωγός ανακτά την αρχική του άπειρη αντίσταση προστατεύοντας την εγκατάσταση από το καταστροφικό κεραυνικό ρεύμα ενώ παράλληλα εξασφαλίζει την αδιάλειπτη λειτουργία της εγκατάστασης.

Τα βασικά χαρακτηριστικά για την επιλογή ενός απαγωγού Κρουστικών Υπερτάσεων είναι :

Ur: Παραμένουσα τάση ή τάση διάσπασης που πρέπει να είναι χαμηλότερη από την στάθμη μόνωσης της συσκευής.

UN: Ονομαστική τάση συνεχούς λειτουργίας που πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την τάση του δικτύου.

IN : Κρουστικό ονομαστικό ρεύμα διέλευσης.

I_{imp} ή I_{max} : Το μέγιστο κρουστικό ρεύμα διέλευσης που εξαρτάται από το αναμενόμενο κρουστικό ρεύμα διέλευσης στην θέση εγκατάστασης του Απαγωγού το οποίο υπολογίζεται με βάση το Διεθνές Πρότυπο IEC1312-1 και το Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ 1412. (Με το 1412 υπολογίζουμε την στάθμη και το αναμενόμενο κεραυνικό ρεύμα στην κατασκευή και με το 1312 την τιμή του ρεύματος που θα διαρρεύσει τους αγωγούς κλπ)

Επιλογή και τοποθέτηση των απαγωγών.

Οι απαγωγοί επιλέγονται σύμφωνα με το IEC 61312 λαμβάνοντας υπόψη ότι υπάρχει καταμερισμός του κεραυνικού ρεύματος και ότι ένα μικρό ποσοστό αυτού τελικά οδεύει μέσα από καλωδιώσεις. Συγκεκριμένα σύμφωνα με το παραπάνω Πρότυπο το 50% του κεραυνικού ρεύματος οδεύει στη γείωση και το υπόλοιπο καταμερίζεται σε καλωδιώσεις και μεταλλικές σωληνώσεις που υπάρχουν.

Η τοποθέτησή τους πρέπει να γίνεται όσο δυνατόν πλησιέστερα στην υπό προστασία συσκευή. Η γείωση των απαγωγών που λαμβάνουν μέρος στην προστασία κάποιας συσκευής θα πρέπει να είναι κοινή.

Η καλωδίωση της γείωσης θα πρέπει να ακολουθεί την συντομότερη διαδρομή και να είναι όσο το δυνατό πιο ευθύγραμμη από τον απαγωγό προς τη γείωση.

Αγωγοί Καθόδου

Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305 – 3 (§ 5.3.5 & 5.5.2), τα μεταλλικά μέρη των Φ/Β πάνελ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φυσικοί αγωγοί καθόδου εφόσον πληρούν τις κάτωθι προϋποθέσεις:

- Η ηλεκτρική συνέχεια μεταξύ των διαφόρων τμημάτων τους είναι αξιόπιστη.
- Οι διαστάσεις τους είναι τουλάχιστον ίσες με αυτές που καθορίζονται για τους τυποποιημένους συλλεκτήριους αγωγούς και τους αγωγούς καθόδου.

Σύστημα Γείωσης

Το σύστημα γείωσης κατασκευάζεται με ταινία σύμφωνα με τα EN 50164-2 σε μορφή κλειστού δακτυλίου περιμετρικά της κατασκευής σε απόσταση περίπου 2m από την άκρη των βάσεων στήριξης των πάνελ εντός χάνδακος καθώς και ανάμεσα

στις σειρές των panels σε ίδια απόσταση από αυτές, κατά EN 50164 – 1 και EN 50164 – 2,

Η σύνδεση των γειωτών με το μεταλλικό πλαίσιο πραγματοποιείται με γωνιακούς ακροδέκτες κατά EN 50164 – 1 (100KA, 10/350μs) και αντίστοιχους αγωγούς.

Η ταινία τοποθετείται επί ορθοστατών ανά 2m περίπου με τη μεγάλη της επιφάνεια κάθετη.

Η γείωση συνδέεται με τις καθόδους με σφικτήρες κατά EN 50164 – 1 (100KA, 10/350μs)

Βασικές μετρήσεις ηλεκτρολογικής εγκατάστασης

- **Αντίσταση μόνωσης** : Η μέτρηση της αντίστασης μόνωσης των καλωδίων γίνεται με όργανο ελέγχου Meger και ο σκοπός της μέτρησης είναι ή αποφυγή πιθανών διαρροών και βραχυκυκλωμάτων. Εφαρμόζεται στα καλώδια AC και DC και πιστοποιεί την διατήρηση των τεχνικών χαρακτηριστικών του μετά την εγκατάσταση αυτού.
- **Συνέχεια καλωδίου** : Η μέτρηση της συνέχειας των καλωδίων γίνεται με όργανο ελέγχου Meger / πολύμετρο και ο σκοπός της μέτρησης είναι ο έλεγχος των καλωδίων για εργοστασιακό σφάλμα ή εγκαταστατικό σφάλμα (κόψιμο). Εφαρμόζεται στα καλώδια AC και DC.
- **Γειώσεις** : Η μέτρηση της γείωσης γίνεται με γειωσόμετρο και ο σκοπός της μέτρησης είναι ο έλεγχος της αντίστασης της γείωσης με σκοπό την πιστοποίηση της εγκατάστασης σύμφωνα με την μελέτη.
- **Τάση Ένταση Ισχύς DC** : Η μέτρηση γίνεται με αναλυτή ισχύος και ο σκοπός της μέτρησης είναι ο έλεγχος των δεδομένων που εφαρμόζεται στα καλώδια ανάλογα με την τοπολογία της εγκατάστασης. Μετριοούνται ανά string και πιστοποιούν τόσο την ορθή καλωδίωση όσο και την ποιότητα των ενώσεων (connectors). Συγκρίνονται τα δεδομένα σύμφωνα με την τοπολογία της εγκατάστασης (αριθμό πάνελς/string και string/inverter ή κουτί διασύνδεσης ή υποπίνακας)

- **Τάση Ένταση Ισχύς AC** : Η μέτρηση γίνεται με αναλυτή ισχύος και ο σκοπός της μέτρησης είναι ο έλεγχος των δεδομένων που εφαρμόζεται στα καλώδια ανάλογα με την τάση λειτουργίας της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Πραγματοποιείται έτσι ταυτοποίηση των δεδομένων με πιστοποιημένα όργανα με αυτά που «παράγονται» από τους μετατροπείς και απεικονίζονται στις οθόνες.

Όλες οι μετρήσεις καταγράφονται και συμπληρώνονται τα έντυπα μετρήσεων και πραγματοποιείται αξιολόγηση αυτών σύμφωνα με την ηλεκτρολογική και ενεργειακή μελέτη.

4. ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Εισαγωγή

Αφού έχουν αναλυθεί η τεχνικές λεπτομέρειες σχετικά με την φωτοβολταϊκή εγκατάσταση στο παρόν γίνεται μια προσπάθεια προσέγγισης του κόστους της κατασκευής, των εσόδων και την διάρκεια απόσβεσης της.

4.1 Έξοδα Αρχικής Εγκατάστασης

Τα έξοδα από τη λειτουργία της επένδυσης διακρίνονται σε αρχικής εγκατάστασης, πάγια και λειτουργικά έξοδα. Στο παρόν υποκεφάλαιο αναλύονται τα έξοδα αρχικής εγκατάστασης.

Πίνακας 6 Έξοδα εγκατάστασης για φωτοβολταϊκό πάρκο ισχύς 100kW

Περιγραφή	Μ/Μ	Μονάδες	Τιμή Μον.	Σύνολο
Φωτοβολταϊκά Πλαίσια	τεμ.	414	182 €	75.650 €
Μετατροπέας	τεμ.	6	3.700 €	22.200 €
Σύστημα Τηλεπίβλεψης	σετ.	1	850 €	850 €
Σύστημα συλλογής μετεωρολογικών δεδομένων	σετ.	1	900 €	900 €
Σύστημα μεταλλικής βάσης	σετ.	1	17.100 €	17.100 €
Σύστημα Θεμελίωσης	σετ.	1	22.000 €	22.000 €
Ηλεκτρολογικοί Πίνακες	σετ.	1	2.300 €	2.300 €
Καλώδια AC/DC	σετ.	1	4.500 €	4.500 €
Σύστημα Γείωσης	σετ.	1	2.000 €	2.000 €
Ηλεκτρολογική Εγκατάσταση	σετ.	1	19.500 €	19.500 €
Λοιπές Προμήθειες και υπηρεσίες	σετ.	1	8.500 €	8.500 €
Δοκιμές και Ενεργοποίηση	σετ.	1	500 €	500 €
Σύνολο Εξοπλισμού				147.500 €
Σύνολο Υπηρεσιών				28.500 €
Συνολικό Συμβατικό Κόστος χωρίς ΦΠΑ				176.000 €
Συνολικό Συμβατικό Κόστος με ΦΠΑ				216.480 €

4.2 Πάγια Έξοδα

Σύμφωνα με την μελέτη τα πάγια έξοδα ενός φωτοβολταϊκού πάρκου με ισχύς μεγαλύτερη των 5kW είναι όπως αυτά καταγράφονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 7 Πάγια έξοδα φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύς 100kW

α/α	Είδος Έργου	Κόστος (€)
1	Τοπογραφικό διάγραμμα	500 €
2	Φάκελος Αδειοδότητας	1.500 €
3	Αίτηση ΔΕΗ	600 €
4	Κόστος Έργων ΔΕΗ	12.500 €
5	Συμβόλαιο ΔΕΣΜΗΕ	800 €
Συνολικό Κόστος		15.900 €

4.3 Λειτουργικά Έξοδα

Το κόστος των λειτουργικών εξόδων για κάθε εξεταζόμενο έτος έχει υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη ότι κάθε επιμέρους στοιχείο του κόστους θα μεταβάλλεται ανά έτος κατά 3,5%, όσο δηλαδή προβλέπεται να είναι ο πληθωρισμός στη χώρα μας για τα επόμενα έτη.

Πίνακας 8 Λειτουργικά έξοδα φωτοβολταϊκού πάρκου ισχύς 100kW

α/α	Είδος Έργου	Κόστος (€)
1	Συντήρηση Φ/Β Σταθμού	2.000 €
2	Ασφάλιση Εξοπλισμού	1.200 €
3	Φύλαξη Πάρκου	300 €
4	Κόστος Συνδρομής με Κέντρο Λήψης Σημάτων	150 €
Συνολικό Κόστος		3.650 €

Πίνακας 9 Σύνολο λειτουργικών εξόδων για το διάστημα 2014-2024

Έτος	Κόστος (€)
2014	3.650 €
2015	3.778 €
2016	3.910 €
2017	4.047 €
2018	4.188 €
2019	4.335 €
2020	4.487 €
2021	4.644 €
2022	4.806 €
2023	4.975 €
Συνολικό κόστος δεκαετίας	42.820 €

4.4 Έτήσια Έσοδα Επένδυσης

Το σύνολο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά πάρκα διατίθεται αποκλειστικά στο δίκτυο υψηλής τάσης της ΔΕΗ. Με βάση τα ισχύοντα σήμερα τιμολόγια πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από συμπαραγωγή και Α.Π.Ε. και χρέωσης ισχύος στο ηλεκτρικό Δίκτυο προς τη ΔΕΗ και σύμφωνα με τη νέα Υπουργική Απόφαση το Δεκέμβριο του 2009 που βασίζεται στον Νόμο 3468/2006, ένα Αιολικό Πάρκο που είναι ανεξάρτητος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας και είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο υψηλής τάσεως της ΔΕΗ στο διασυνδεδεμένο σύστημα, εισπράττει για κάθε MWh που πουλά στη ΡΑΕ, 0,188 € kWh. Η μέση ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια υπολογίζεται βάσει ειδικού λογισμικού σε 127.290,00 kWh.

$$0.188 * 127.290,00 = 23.930,00 \text{ €}$$

Πίνακας 10 Τιμολόγηση ενέργειας

Μήνας / Έτος Τιμή (ευρώ/MWh)	Ηπειρωτική Ελλάδα και Διασυνδεδεμένα νησιά 10-100kW (ευρώ/kWh)	Μη διασυνδεδεμένα Νησιά - Ανεξαρτήτως ισχύος (ευρώ/kWh)	Ηπειρωτική Ελλάδα και Διασυνδεδεμένα νησιά >100kW (ευρώ/kWh)
Αύγουστος 2012 - Ιανουάριος 2013	0.225	0.225	0.18
Φεβρουάριος - Ιούλιος 2013	0.215	0.215	0.172
Αύγουστος 2013 - Ιανουάριος 2014	0.205	0.205	0.165
Φεβρουάριος - Ιούλιος 2014	0.196	0.196	0.157
Αύγουστος 2014 – Ιανουάριος 2015	0.188	0.188	0.149
Φεβρουάριος 2015 - Δεκέμβριος 2020	1.4ΧμΟΤΣν-1*	1.4ΧμΟΤΣν-1*	1.3ΧμΟΤΣν-1*

Σύμφωνα με τα ως άνω σε βάθος χρόνου μιας δεκαετίας τα έσοδα απο την παραγωγή και πώληση του ρεύματος θα είναι 239.300,00 €, ενώ τα έξοδα 275.200. Δεδομένου οτι ανά έτος έχουμε έσοδα 23.930,00 € και έξοδα 3.650 € η απόσβεση για την επένδυση γίνεται σε 13 έτη.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ένας από τους στόχους που έθεσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με το σχέδιο που εγκρίθηκε στις 17 Δεκεμβρίου 2008 είναι η αύξηση κατά 20% της συμβολής των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέχρι το 2020. Ακολουθώντας την ίδια πολιτική η Ελλάδα έθεσε τους αντίστοιχους εθνικούς στόχους. Έτσι σύμφωνα με το Άρθρο 27 Παράγρ. 9 του Ν.3468/2006, Η συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας καθορίζεται σε ποσοστό 20,1% μέχρι το 2010 και 29% 2020.

Η Περιφέρεια της Πελοποννήσου έχει πρωταγωνιστικό ρόλο τα τελευταία χρόνια στην εγκατάσταση μονάδων Ανανεώσιμων Πηγών στην Ελλάδα. Στο γεγονός αυτό συντελεί το υψηλό αιολικό δυναμικό στα ορεινά και στη νοτιοανατολική κυρίως πλευρά της περιφέρειας αλλά και το υψηλό ηλιακό δυναμικό σε όλη την έκταση της. Επιπλέον, οι τεράστιες πεδινές και γεωργικές εκτάσεις ευνοούν την κατασκευή φωτοβολταϊκών σταθμών.

Το προτεινόμενο φωτοβολταϊκό Πάρκο, ισχύος 100 kW θα κατασκευασθεί επί ιδιόκτητου γηπέδου επιφάνειας 4 στρεμμάτων. Θα αποτελείται από 414 φωτοβολταϊκά πλαίσια ονομαστικής ισχύος 240Wp έκαστο. Τα πλαίσια συνδέονται ανά 12 και Δημιουργούν ένα Φωτοβολταϊκό στοιχείο.

Θα εγκατασταθούν συνολικά 24 φωτοβολταϊκά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά αφού συνδεθούν μεταξύ τους σειριακά και παράλληλα, καταλήγουν στους αντιστροφείς, που τροφοδοτούν με την σειρά τους μέσω καταλλήλων ηλεκτρικών πινάκων τον μετασχηματιστή μέσης τάσης. Μέσω κατάλληλου διακόπτη αποζεύκτη και του Μετρητικού συστήματος, συνδεόμεθα στο δίκτυο της ΔΕΗ.

Ο Αυτόματος αποζεύκτης θα προστατεύει την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών, ή θα διακόπτει την σύνδεση με το δίκτυο σε περίπτωση συντήρησης του δικτύου . Ο Κεντρικός πίνακας Μέσης τάσης καθώς και οι λοιπές απαιτούμενες βοηθητικές διατάξεις θα στεγαστούν εντός οικίσκου ελέγχου . Ακόμη Θα εγκατασταθεί σύστημα κεντρικού εποπτικού ελέγχου και τηλεπίβλεψης.

Σύμφωνα με την τεchnοοικονομική μελέτη σε βάθος χρόνου μιας δεκαετίας τα έσοδα από την παραγωγή και πώληση του ρεύματος θα είναι 239.300,00 € ενώ τα έξοδα 275.200. Δεδομένου ότι ανά έτος έχουμε έσοδα 23.930,00 € και έξοδα 3.650 € η απόσβεση για την επένδυση γίνεται σε 13 έτη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Ν. Αράπογλου Ν** Μελέτη της τεχνολογίας ελέγχου συστημάτων αιολικής ενέργειας με χρήση υδραυλικής μετάδοσης ισχύος. [Βιβλίο]. - Κρήτη : Τ.Ε.Ι Κρήτης - Τμήμα Ηλεκτρολογίας, 2010.
2. **Αναστάσιος Ξενάκης** Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις Διασυνδεδεμένων Συστημάτων [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π Σχολή Ηλεκτολόγων Μηχανικών Και Μηχανικών Υπολογιστών, 2012.
3. **Βικιπαίδεια**
http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%AD%CE%BB%CE%BF_%CE%9A%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BD%CE%B8%CE%AF%CE%B1%CF%82 [Ηλεκτρονικό]. - 2014.
4. **Γεωργία Αποστόλου** Ενεργητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης χώρου με χρήση υλικών αλλαγής φάσης (PCM) σε εξωτερική δεξαμενή αποθήκευσης [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών - Τομέας Θερμότητας, 2010.
5. **Γεώργιος Θεωδόρου** Μελέτη Εφαρμογής Φωτοβολταϊκού Συστήματος Εώς 10KW Σε Οροφή Κτιρίου [Βιβλίο]. - Ηράκλειο : Τ.Ε.Ι Κρήτης Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, 2013.
6. **Γκίκα Αικατερίνη Β.** Μοντελοποίηση ηλεκτρονικών μετατροπέων ευρέως χρησιμοποιούμενων σε ανεμογεννήτριες μεταβλητών στροφών [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, 2008.
7. **Ιωάννης Γιαννακόπουλος** Ανάλυση Της Λειτουργίας Του Τοίχου Trombe Με Τη Χρήση Μεθόδων Πεπερασμένων Διαφορών [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π Τομέας Θερμότητας, 2006.

8. **Ιωαννίδης Βασίλης** Μέγιστη Αξιοποίηση Της Ηλιακής Ακτινοβολίας [Βιβλίο]. - Χανία : Τ.Ε.Ι Κρήτης Σχολή Εφαρμοσμένων Επιστημών, 2013.
9. **Καραμάνου Ελένης Γ.** Διερεύνηση Δυνατοτήτων Διείσδυσης Φωτοβολταϊκής Παραγωγής Σε Αυτόνομα Νησιώτικα Συστήματα Με Εγκατεστημένη Αιολική Ισχύ [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π Σχολή Ηλεκτολόγων Μηχανικών Και Μηχανικών Υπολογιστών, 2006.
10. **Κοντοπούλου Ευαγγελία Ν.** Ηλιακή Γεωμετρία : Προσδιορισμός της Άμεσης Ηλιακής Δέσμης για Εφαρμογή σε Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Και Μηχανικών Υπολογιστών, 2012.
11. **Κορδαλής Πέτρος Β.** Μελέτη Διασυνδεδεμένης Φωτοβολταϊκής Εγκατάστασης Σε Κτηνοτροφική Μονάδα [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Και Μηχανικών Υπολογιστών, 2010.
12. **Κτενίδης Γεώργιος Α.** Μελέτη Διασυνδεδεμένου Φωτοβολταϊκού Σταθμού Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας των 100kW [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Και Μηχανικών Υπολογιστών, 2008.
13. **Λειβαδιώτη Μυρτώ** Εξέλιξη Ενεργειακών Μεγέθων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Στην Ελλάδα - Προβλέψεις [Βιβλίο]. - Αθήνα : Π.Α.Π.Ε.Ι Τμήμα Οργάνωσης Και Διοίκησης Επιχειρήσεων, 2012.
14. **Μανταγάρης Αναστάσιος Αθ.** Περιφερειακή Μελέτη Νομού Μεσσηνίας [Βιβλίο]. - Πειραιάς : Π.Α.Π.Ε.Ι Τμήμα Οργάνωσης Και Διοίκησης Σπουδών Στην Διοίκηση Επιχειρήσεων - Ολική Ποιότητα, 2008.
15. **Μάργαρης Ιωάννης Α.** Προσομοίωση Ανεμογεννήτριας Μτεβλητών Στροφών Με Γεννήτρια Επαγωγής Διπλής Τροφοδότησης Και Μελέτη Δυνατότητας Παραμονής Της Σε Λειτουργία Κατά Τη Διάρκεια Βυθίσεων Τάσης [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π Σχολή Ηλεκτολόγων Μηχανικών Και Μηχανικών Υπολογιστών, 2006.

16. **Μαρία Αθανασιάδη Ι.** Αποτίμηση Τεχνολογιών Ενεργειακής Αξιοποίησης Αστικών Απορριμάτων [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π Σχολή Χημικών Μηχανικών, 2011.
17. **Μαρία Αργυράκη** Βιοκλιματικός Σχεδιασμός , Ηλιακά Παθητικά Συστήματα Και Άλλες Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας Στον Κτηριακό Τομέα [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών - Τομέας Θερμότητας , 2008.
18. **Μαρία Τρυπαναγοστοπούλου** Σύνθεση και μελέτη υβριδικών φωτοβολταϊκών κυττάρων: Νέα πρόκληση για το περιβάλλον και τα κτίρια [Βιβλίο]. - Πάτρα : ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ, 2010.
19. **Μαυρομάτη Έλενα** Ασφαλής Σχεδίαση Συστήματος Γείωσης Φωτοβολταϊκού Πάρκου [Βιβλίο]. - Θεσσαλονίκη : ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ, 2012.
20. **Μπίκου Φωτεινή Α.** Προσομοίωση Λειτουργίας Ανεμογεννήτριας Για Την Εξυπηρέτηση Υδροηλεκτρικού Σταθμού [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π Διεπιστημονικό - Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών, 2008.
21. **Νικόλαος Μακρυγιάννης** Μελέτη Αντικεραυνικής Συμπεριφοράς Εναέριων Γραμμών Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας Στην Περιοχή Της Καλαμάτας [Βιβλίο]. - Πάτρα : Πανεπιστήμιο Πάτρας Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Και Τεχνολογίας Υπολογιστών, 2010.
22. **Παναγιώτης Πινιρτζής Στάυρος & Δασκαλάκης** Ηλεκτρομηχανολογική Μελέτη Και Εφαρμογή Φ/Β Πάρκου 80 KWp Με Tracker Δυο Αξόνων [Βιβλίο]. - Κρήτη : Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης Τμήμα Ηλεκτρολογίας, 2013.

23. **Παπαδόπουλος Αθανάσιος Τοσκάνο Αλέξανδρος Σαβέριο** Προσδιορισμός της βέλτιστης ισχύος αντιστροφών σε φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις με σύστημα δύο αξόνων [Βιβλίο]. - Θεσσαλονίκη : Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Πολυτεχνική Σχολή, 2011.
24. **Παπαδοπούλου Αθηνά Ι.** Η Συμβολή Εναλλακτικών Μορφών Γεωργικής Παραγωγής Στην Αγροτική Ανάπτυξη : Η Περίπτωση Της Καλλιέργειας Επιτραπέζιων Σταφυλιών Στο Δημοτικό Διαμέρισμα Στιμάγκας [Βιβλίο]. - Αθήνα : Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών Τμήμα Αγροτικής Οικονομίας & Ανάπτυξης, 2011.
25. **Χρηματοπούλου Μαρία** Προσομοίωση Ηλιακά Υποβοηθούμενης Αντλίας Θερμότητας [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών - Τομέας Θερμότητας, 2009.
26. **Χριστοφάκης Γεώργιος** Πάσινη Ενέργεια Και Επιχειρήσης Στατιστική Έρευνα Στην Περιφέρεια Κρήτης [Βιβλίο]. - Ηράκλειο : Α.Τ.Ε.Ι.Κ Σχολή Διοίκησης Και Οικονομίας Τμήμα Λογιστικής, 2012.
27. **Χριστόφορος Γεωργιάδης Μιχαήλ & Μίχος** Μελέτη φωτοβολταϊκού πάρκου [Βιβλίο]. - Αθήνα : Ε.Μ.Π Σχολή Ηλεκτρολογικών Μηχανικών Και Μηχανικών Υπολογιστών, 2012.

Νομοθετικό Παράρτημα

Αριθμ. Δ6/Φ1/οικ.13310 (ΦΕΚ Β' 1153/10.07.2007)

Διαδικασία έκδοσης αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

ΕΝΤΥΠΟ ΑΙΤΗΣΗΣ

για χορήγηση αδειών ν. 3468/2006 σε σταθμούς εμπύκτοντες στις ρυθμίσεις της παρούσας απόφασης

Κωδικός Αριθμός (ΚΑ):

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΙΤΟΥΝΤΟΣ

1.1. Για φυσικά πρόσωπα

1.2. Για νομικά πρόσωπα

Επώνυμο:

Επωνυμία:

Όνομα:

Διακριτικός τίτλος:

Όνομα πατέρα:

Έδρα επιχείρησης

Διεύθυνση κατοικίας

Οδός:

Οδός:

Αριθμός:

Αριθμός:

Τ.Κ.:

Τ.Κ.:

Πόλη:

Πόλη:

Τηλέφωνο:

Τηλέφωνο:

Φαξ:

Φαξ:

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:

2. ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΔΕΙΑΣ ΣΤΑΘΜΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

2.1. Άδεια εγκατάστασης

2.2. Άδεια επέκτασης

2.3. Ανανέωση άδειας εγκατάστασης ή επέκτασης

2.4. Άδεια ενσωμάτωσης άδειας χρήσης νερού ή της ενιαίας άδειας χρήσης νερού
- εκτέλεσης έργου αξιοποίησης υδατικών πόρων σε άδεια εγκατάστασης, σε περίπτωση ΥΗΣ

2.5. Τροποποίηση άδειας εγκατάστασης ή επέκτασης

2.6. Άδεια λειτουργίας

2.7. Ανανέωση άδειας λειτουργίας

2.8. Τροποποίηση άδειας λειτουργίας

2.9. Μεταβίβαση άδειας λειτουργίας

3. ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ

3.1. Αιολικός σταθμός

3.2. Υδροηλεκτρικός σταθμός

3.3. Ηλιακός σταθμός

3.4. Σταθμός βιομάζας

3.5. Γεωθερμικός σταθμός

3.6. Σταθμός παραγωγής ενέργειας από την θάλασσα

3.7. Συνδυασμός

3.8. Συμπαγωγή από ανανεώσιμες πηγές με χρήση

4. ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- 4.1. Αυτοπαραγωγός από ΑΠΕ, μη συνδεδεμένος στο Σύστημα ή Δίκτυο
- 4.2. Αυτοπαραγωγός από ΑΠΕ, συνδεδεμένος στο Σύστημα ή Δίκτυο
- 4.3. Παραγωγός από ΑΠΕ συνδεδεμένος στο Σύστημα ή σε Δίκτυο, που για τμήμα της αιτουμένης ισχύος είναι αυτοπαραγωγός
- 4.4. Παραγωγός ΑΠΕ που δεν υπάγεται στις ανωτέρω κατηγορίες
- 4.5. Παραγωγός από υδροηλεκτρικό σταθμό ισχύος μεγαλύτερης των 15 MWe

5. ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΤΑΘΜΟΥ

- 5.1. Διασυνδεδεμένο Σύστημα ή Δίκτυο Διασυνδεδεμένου Συστήματος
- 5.2. Δίκτυο Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών

6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ

- 6.1. Ηλεκτρική και θερμική ισχύς σταθμού
- 6.2. Ηλεκτρική ισχύς σταθμού περίπτωσης 3.7.
- 6.3. Αιτουμένη ηλεκτρική ισχύς για τμήμα αυτοπαραγωγής περίπτωσης 4.3.
- 6.4. Ηλεκτρική ισχύς εγκαταστάσεων κατανάλωσης αυτοπαραγωγού

7. ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ (απαιτούμενα για την προσφορά σύνδεσης)

- 7.1. Μέγιστος αριθμός μονάδων (γεννητριών) που μπορούν να εκκινούν ταυτόχρονα
- 7.2. Στοιχεία μετασηματιστή σταθμού, εφόσον δεν υφίστανται χωριστοί μετασηματιστές για κάθε μονάδα παραγωγής

- I. Ονομαστική ισχύς
- II. Συνδεσμολογία τυλιγμάτων
- III. Ονομαστική τάση πρωτεύοντος
- IV. Ονομαστική τάση δευτερεύοντος
- V. Επαγωγική αντίδραση
- VII. Τιμή αντίστασης και αντίδρασης γείωσης
- VI. Διάταξη γείωσης ουδέτερου κόμβου

8. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (απαιτούμενα για την προσφορά σύνδεσης)

8.1. Γενικά χαρακτηριστικά μονάδα ο/ων παραγωγής

- I. Κατασκευαστής
- II. Τύπος
- III. Χαρακτηριστικός/οι αριθμός/οι μονάδας/ων
- PIV. Κατηγορία τεχνολογίας μονάδας/ων
- V. Έλεγχος ισχύος για α/γ
 - Βήμα πτερυγίων (pitch)
 - Αεροδυναμικός (stall)
 - Μεταβλητών στροφών
- VI. Έλεγχος στροφών για α/γ Σταθερών στροφών

8.2. Είδος γεννήτριας/ών

- I. Σύγχρονη Ασύγχρονη ... Με μετατροπέα ισχύος.....
- II. Μονοφασική..... Τριφασική

III. Προκειμένου για σύγχρονες γεννήτριες, συνδεδεμένες χωρίς μετατροπέα ισχύος:

Λόγος βραχυκυκλώσεως Σύγχρονη επαγωγική αντίδραση

Μεταβατική επαγωγική αντίδραση ευθέως άξονα, X_d

ευθέως άξονα, $X'd$ Υπομεταβατική επαγωγική αντίδραση

ευθέως άξονα, $X''d$

IV. Προκειμένου για μονάδα/ες με μετατροπέα ισχύος:

- Διαμόρφωση εύρους παλμών NAI OXI

(PWM):

- Διακοπτική συχνότητα, εάν NAI OXI

είναι τύπου PWM:

- Δυνατότητα συνεχούς ελέγχου NAI OXI

συνφ:

- Δυνατότητα ελέγχου τάσης: NAI OXI

8.3 Στοιχεία γεννήτριας/ών

I. Ονομαστική τάση II. Ονομαστική ισχύς

III. Μέγιστη στιγμιαία

ενεργός ισχύς IV. Μέγιστη ενεργός ισχύς συνεχούς

λειτουργίας

V. Ονομαστική τιμή συνφ VI. Μέγιστη ισχύς βραχυκυκλώσεως ...

VII. Μέγιστο ρεύμα ζεύξης VIII. Ελάχιστη χρονική απόσταση

μεταξύ διαδοχικών χειρισμών ...

ΙΧ. Ορια μεταβολής/ρύθμισης αέργου ισχύος υπό ενεργό ισχύ εξόδου:

- μηδενική (κενό φορτίο): απο επαγ./χωρ. έως επαγ./χωρ.
- 50% της ονομαστικής: απο επαγ./χωρ. έως επαγ./χωρ.
- 100% της ονομαστικής: απο επαγ./χωρ. έως επαγ./χωρ.
- μέγιστη τιμή συνεχούς λειτουργίας: απο επαγ./χωρ. έως επαγ./χωρ.

8.4. Στοιχεία μετασχηματιστού /ών

I. Ονομαστική ισχύς

II. Συνδεσμολογία τυλιγμάτων

III. Ονομαστική τάση πρωτεύοντος ...

IV. Ονομαστική τάση δευτερεύοντος ...

V. Επαγωγική αντίδραση

VI. Τιμή αντίστασης και αντίδρασης γείωσης

VII. Διάταξη γείωσης ουδέτερου κόμβου

9. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΓΟΥ

9.1. Προϋπολογισμός έργου

9.2. Γεωγραφικά στοιχεία χώρου εγκατάστασης

Περιφέρεια:

Νομός:

Δήμος/Κοινότητα:

Δημοτικό διαμέρισμα (τέως ΟΤΑ):

Τοπώνυμο θέσης εγκατάστασης:

9.3. Ιδιοκτησιακό καθεστώς

Κυριότητα ιδιωτικής έκτασης Δικαίωμα χρήσης με έγκριση επέμβασης

σε δημόσια δασική έκταση

Μίσθωση ιδιωτικής έκτασης Άλλη μορφή

Παραχώρηση δημόσιας έκτασης

Ο Αιτών / Η Αιτούσα

.....

(Θέση υπογραφής νομίμου εκπροσώπου)

.....

(Πόλη)

.....

(Ημερομηνία)

**Έγκριση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Ε.Π.Ο.) και άδειες
εγκατάστασης και λειτουργίας**

1. Στο τέλος της περίπτωσης στ` της παρ. 6 του άρθρου 4 του ν. 1650/1986 (ΦΕΚ 160 Α`), όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 2 του ν. 3010/2002 (ΦΕΚ 91 Α`), προστίθενται εδάφια ως ακολούθως:

"Προκαταρκτική Περιβαλλοντική Εκτίμηση και Αξιολόγηση δεν απαιτείται επίσης για τους υβριδικούς σταθμούς και τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, καθώς και για τα συνοδό έργα που απαιτούνται για την ηλεκτρική σύνδεση στο Σύστημα ή το Δίκτυο και τα έργα εσωτερικής οδοποιίας και οδοποιίας πρόσβασης. Για την έγκριση των περιβαλλοντικών όρων των έργων αυτών στη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων που εκπονείται σύμφωνα με την παρ. 1 του άρθρου 5 εξετάζονται επίσης τα κριτήρια που προβλέπονται στις υποπεριπτώσεις αα` έως και εε` της περίπτωσης β`, οι εναλλακτικές λύσεις, στις οποίες περιλαμβάνεται και η μηδενική και τηρούνται όλες οι απαιτήσεις της κοινοτικής και εθνικής νομοθεσίας για την ενημέρωση και τη συμμετοχή του κοινού στη διαδικασία έγκρισης του οικείου έργου."

Άδειες

1. Για την εγκατάσταση ή επέκταση σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., απαιτείται σχετική άδεια. Η άδεια αυτή χορηγείται, εφόσον συντρέχουν οι προϋποθέσεις των παραγράφων 3 και 4, με απόφαση του Γενικού Γραμματέα της Περιφέρειας, εντός των ορίων της οποίας εγκαθίσταται ο σταθμός, για όλα τα έργα για τα οποία αρμόδιος για την περιβαλλοντική αδειοδότηση είναι ο Νομάρχης ή ο Γενικός Γραμματέας της Περιφέρειας σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 1650/1986, όπως ισχύει, και τις κανονιστικές πράξεις που εκδίδονται κατ` εξουσιοδότηση του.

Η άδεια εγκατάστασης χορηγείται μέσα σε προθεσμία δεκαπέντε (15) εργάσιμων ημερών από την ολοκλήρωση της διαδικασίας ελέγχου των δικαιολογητικών. Ο

έλεγχος αυτός πρέπει σε κάθε περίπτωση να έχει ολοκληρωθεί μέσα σε τριάντα (30) εργάσιμες ημέρες από την κατάθεση της σχετικής αίτησης. Αν η άδεια δεν εκδοθεί μέσα στο ανωτέρω χρονικό διάστημα, ο αρμόδιος Γενικός Γραμματέας της Περιφέρειας υποχρεούται να εκδώσει διαπιστωτική πράξη με ειδική αιτιολογία για την αδυναμία έκδοσης της. Η πράξη αυτή με ολόκληρο τον σχετικό φάκελο διαβιβάζεται στον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, ο οποίος αποφασίζει για την έκδοση ή μη της άδειας εγκατάστασης μέσα σε τριάντα (30) ημέρες από την παραλαβή των ανωτέρω εγγράφων. Για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης μπορεί να παρέχεται από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) στον Υπουργό Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής γραμματειακή, τεχνική, επιστημονική υποστήριξη αντί αμοιβής, η οποία καθορίζεται με απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

2. Η άδεια εγκατάστασης σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Ο.Υ.Α., για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των οποίων αρμόδιος είναι ο Υπουργός Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και οι κατά περίπτωση συναρμόδιοι Υπουργοί, σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 1650/1986 και τις κανονιστικές αποφάσεις που εκδίδονται κατ' εξουσιοδότηση του, εκδίδεται, εφόσον συντρέχουν οι προϋποθέσεις των παραγράφων 3 και 4, με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Η άδεια χορηγείται μέσα σε προθεσμία δεκαπέντε (15) εργάσιμων ημερών από την ολοκλήρωση της διαδικασίας ελέγχου των δικαιολογητικών η οποία ολοκληρώνεται μέσα σε τριάντα (30) εργάσιμες ημέρες από την κατάθεση της σχετικής αίτησης.

3. Μετά την έκδοση της άδειας παραγωγής από τη Ρ.Α.Ε., ο ενδιαφερόμενος προκειμένου να του χορηγηθεί άδεια εγκατάστασης, ζητά ταυτόχρονα την έκδοση:

α) Προσφοράς Σύνδεσης από τον αρμόδιο Διαχειριστή.

β) Απόφασης Εγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (Ε.Π.Ο.), κατά το άρθρο 4 του ν. 1650/1986, όπως ισχύει, και

γ) Αδειας Επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση, κατά την παρ. 2 του άρθρου 58 του ν. 998/1979 (ΦΕΚ 289 Α'), εφόσον απαιτείται, ή γενικά των αναγκαίων αδειών για την απόκτηση του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου.

4. Ο αρμόδιος Διαχειριστής με απόφαση του χορηγεί μέσα σε τέσσερις (4) μήνες την Προσφορά Σύνδεσης που ζητήθηκε, η οποία οριστικοποιείται και καθίσταται δεσμευτική:

α) με την έκδοση της απόφασης Ε.Π.Ο. για το σταθμό Α.Π.Ε. ή,

β) αν δεν απαιτείται απόφαση Ε.Π.Ο., με τη βεβαίωση από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή της οικείας Περιφέρειας ότι ο σταθμός Α.Π.Ε. απαλλάσσεται από την υποχρέωση αυτή.

Η Προσφορά Σύνδεσης ισχύει για τέσσερα (4) έτη από την οριστικοποίηση της και δεσμεύει τον Διαχειριστή και τον δικαιούχο.

5. Αφού καταστεί δεσμευτική η Προσφορά Σύνδεσης, ο δικαιούχος ενεργεί: α) για τη χορήγηση άδειας εγκατάστασης σύμφωνα με τις διατάξεις του παρόντος άρθρου,

β) για τη σύναψη της Σύμβασης Σύνδεσης και της Σύμβασης Πώλησης, σύμφωνα με τα άρθρα 9, 10 και 12 και τους Κώδικες Διαχείρισης του Συστήματος και του Δικτύου. Οι Συμβάσεις αυτές υπογράφονται και ισχύουν από τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης, εφόσον απαιτείται,

γ) για τη χορήγηση αδειών, πρωτοκόλλων ή άλλων εγκρίσεων που τυχόν απαιτούνται σύμφωνα με τις διατάξεις της ισχύουσας νομοθεσίας για την

εγκατάσταση του σταθμού, οι οποίες εκδίδονται χωρίς να απαιτείται η προηγούμενη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης,

δ) για την τροποποίηση της απόφασης Ε.Π.Ο. ως προς τα έργα σύνδεσης, εφόσον απαιτείται.

6. Για την έκδοση απόφασης Ε.Π.Ο. των έργων από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Ο.Υ.Α. κατά τις διατάξεις του άρθρου 4 του ν. 1650/1986, όπως ισχύει, υποβάλλεται πλήρης φάκελος και Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) στην αρμόδια για την περιβαλλοντική αδειοδότηση αρχή.

Η αρμόδια αρχή εξετάζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τα προτεινόμενα μέτρα πρόληψης και αποκατάστασης, μεριμνά για την τήρηση των διαδικασιών δημοσιοποίησης και αποφαίνεται για τη χορήγηση ή μη απόφασης Ε.Π.Ο. μέσα σε τέσσερις (4) μήνες από το χρόνο που ο φάκελος θεωρήθηκε πλήρης. Ο φάκελος θεωρείται πλήρης, εάν μέσα σε είκοσι (20) ημέρες από την υποβολή του δεν ζητηθούν εγγράφως από τον ενδιαφερόμενο συμπληρωματικά στοιχεία. Η αδειοδοτούσα αρχή δεν μπορεί να ζητήσει εκ νέου από τον ενδιαφερόμενο συμπληρωματικά στοιχεία εκτός από διευκρινίσεις επί στοιχείων που είχαν ήδη ζητηθεί εγγράφως.

Ειδικά, στην περίπτωση έργων της υποκατηγορίας 3 της δεύτερης (Β΄) κατηγορίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης, που κατατάσσονται από τον Γενικό Γραμματέα της Περιφέρειας στην υποκατηγορία 4 της δεύτερης (Β΄) κατηγορίας η απόφαση Ε.Π.Ο, εκδίδεται από τον Νομάρχη μέσα σε δύο (2) μήνες από τη βδιαβίβαση σε αυτόν του σχετικού φακέλου.

Οι αρμόδιες υπηρεσίες και φορείς στους οποίους διαβιβάζεται ο φάκελος από την αρμόδια για την περιβαλλοντική αδειοδότηση αρχή υποχρεούνται να γνωμοδοτούν για τα θέματα αρμοδιότητάς τους και μέσα στα πλαίσια των όρων και προϋποθέσεων χωροθέτησης που προβλέπονται στο Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού

Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΦΕΚ 2464 Β`), όπως ισχύει κατά περίπτωση, μέσα στις προθεσμίες που καθορίζονται από το νόμο ή τάσσονται από την αρμόδια υπηρεσία. Αν δεν απαντήσουν μέσα στις προθεσμίες αυτές, η απόφαση Ε.Π.Ο. χορηγείται χωρίς τις γνωμοδοτήσεις τους, τηρουμένων των σχετικών διατάξεων για την προστασία του περιβάλλοντος.

7. Η απόφαση Ε.Π.Ο. για την εγκατάσταση σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Ο.Υ.Α. ισχύει για δέκα (10) έτη και μπορεί να ανανεώνεται, με αίτηση που υποβάλλεται υποχρεωτικά έξι (6) μήνες πριν από τη λήξη της, για μία ή περισσότερες φορές, μέχρι ίσο χρόνο κάθε φορά. Μέχρι την έκδοση της απόφασης ανανέωσης εξακολουθούν να ισχύουν οι προηγούμενοι περιβαλλοντικοί όροι. Μετά το πέρας της λειτουργίας του σταθμού Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Ο.Υ.Α., ο φορέας του σταθμού υποχρεούται να αποξηλώσει τους υπερκείμενους του εδάφους εξοπλισμούς και να αποκαταστήσει κατά το δυνατό τις επεμβάσεις σύμφωνα με τους όρους που προβλέπονται στην απόφαση Ε.Π.Ο., ή σε περίπτωση απαλλαγής από αυτή, τους όρους που επιβάλλονται από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή της οικείας Περιφέρειας κατά τη χορήγηση της απόφασης απαλλαγής που προβλέπεται στην παράγραφο 13 του παρόντος άρθρου.

8. α) Κατά την έκδοση της άδειας εγκατάστασης σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Ο.Υ.Α. οι οποίοι συνδέονται με το Σύστημα, το Δίκτυο ή το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, τηρούνται υποχρεωτικά και οι ρυθμίσεις που προβλέπονται στους Κώδικες Διαχείρισης για τη σύνδεση σταθμών.

β) Κατά τη διαδικασία έκδοσης της άδειας εγκατάστασης αιολικού σταθμού, ελέγχεται η απόσταση κάθε ανεμογεννήτριας του σταθμού από την πλησιέστερη ανεμογεννήτρια σταθμού του ίδιου ή άλλου παραγωγού, η οποία καθορίζεται με ανέκκλητη συμφωνία των παραγωγών για την οποία ενημερώνεται η Ρ.Α.Ε. και οι αδειοδοτούσες αρχές. Αν δεν υπάρξει τέτοια συμφωνία, η απόσταση δεν πρέπει να

είναι μικρότερη του επταπλασίου της διαμέτρου της μεγαλύτερης πτερωτής. Κατά τον έλεγχο αυτό λαμβάνονται υπόψη μόνο οι σταθμοί για τους οποίους έχει χορηγηθεί άδεια εγκατάστασης.

9. Περίληψη της άδειας εγκατάστασης αναρτάται στην ιστοσελίδα της Αυτοτελούς Υπηρεσίας Α.Π.Ε. που συστήνεται με το άρθρο 11 του παρόντος και δημοσιεύεται, με ευθύνη του δικαιούχου της, σε μία τουλάχιστον ημερήσια εφημερίδα πανελλαδικής κυκλοφορίας και σε μία τοπική εφημερίδα της Περιφέρειας, στα όρια της οποίας πρόκειται να εγκατασταθεί ο σταθμός.

10. Η άδεια εγκατάστασης ισχύει για δύο (2) έτη και μπορεί να παρατείνεται, κατ'ώτατο όριο, για ίσο χρόνο, μετά από αίτηση του κατόχου της, εφόσον:

α) κατά τη λήξη της διετίας έχει εκτελεσθεί έργο, οι δαπάνες του οποίου καλύπτουν το 50% της επένδυσης, ή

β) δεν συντρέχει η προϋπόθεση της ανωτέρω περίπτωσης α` αλλά έχουν συναφθεί οι αναγκαίες συμβάσεις για την προμήθεια του εξοπλισμού ο οποίος απαιτείται για την υλοποίηση του έργου, ή

γ) υφίσταται αναστολή με δικαστική απόφαση οποιασδήποτε άδειας απαραίτητης για τη νόμιμη εκτέλεση του έργου.

Στις περιπτώσεις: α) συγκροτημάτων αιολικών πάρκων συνολικής ισχύος μεγαλύτερης από εκατόν πενήντα (150) MW, β) αιολικών πάρκων που συνδέονται με το Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα μέσω ειδικού προς τούτο υποθαλάσσιου καλωδίου, γ) υβριδικών έργων Α.Π.Ε., και δ) άλλων σύνθετων έργων Α.Π.Ε., επιτρέπεται η έγκριση παράτασης της ισχύος της άδειας εγκατάστασης για χρονικό διάστημα ίσο με αυτό που απαιτείται για την εκτέλεση του έργου, μετά

την υποβολή και την έγκριση από την αδειοδοτούσα αρχή, τεκμηριωμένης πρότασης με συνημμένο χρονοδιάγραμμα από τον δικαιούχο της άδειας.

11. Για τη λειτουργία των σταθμών που προβλέπονται στις παραγράφους 1 και 2 απαιτείται άδεια λειτουργίας.

Η άδεια αυτή χορηγείται με απόφαση του οργάνου που είναι αρμόδιο για τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης, μετά από αίτηση του ενδιαφερομένου και έλεγχο από κλιμάκιο των αρμόδιων Υπηρεσιών της τήρησης των τεχνικών όρων εγκατάστασης στη δοκιμαστική λειτουργία του σταθμού, καθώς και έλεγχο της διασφάλισης των αναγκαίων λειτουργικών και τεχνικών χαρακτηριστικών του εξοπλισμού του, που μπορεί να διενεργείται και από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.). Η άδεια λειτουργίας χορηγείται μέσα σε αποκλειστική προθεσμία είκοσι (20) ημερών από την ολοκλήρωση των ανωτέρω ελέγχων, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής που προβλέπεται στην παράγραφο 15.

Για τα έργα των περιπτώσεων α` έως δ` του τελευταίου εδαφίου της προηγούμενης παραγράφου, επιτρέπεται η έκδοση τμηματικών αδειών λειτουργίας για πλήρως αποπερατωμένα τμήματα τους που έχουν τεχνική και λειτουργική αυτοτέλεια, ύστερα από υποβολή σχετικού αιτήματος από τον ενδιαφερόμενο. Στην περίπτωση αυτή δεν παρατείνεται η προθεσμία του τελευταίου εδαφίου της προηγούμενης παραγράφου.

12. Η άδεια λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. ισχύει για είκοσι (20) τουλάχιστον έτη και μπορεί να ανανεώνεται μέχρι ίσο χρονικό διάστημα. Ειδικά για τους ηλιοθερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής η ελάχιστη διάρκεια ισχύος της άδειας λειτουργίας ορίζεται σε είκοσι πέντε (25) έτη. Κατά τη διάρκεια του χρόνου ισχύος της άδειας λειτουργίας δεν απαλλάσσεται ο δικαιούχος από την υποχρέωση της έκδοσης ή ανανέωσης της

ισχύος άλλων αδειών που απαιτούνται από σχετικές διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας. Αν μεταβιβασθεί ο σταθμός, ο νέος δικαιούχος υποκαθίσταται, έναντι του Διαχειριστή του Συστήματος ή του Δικτύου, στα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις του δικαιοπαρόχου του. Στην περίπτωση αυτή, στο νέο φορέα μεταβιβάζεται και η άδεια παραγωγής, μετά από απόφαση της Ρ.Α.Ε.. Μετά τη μεταβίβαση τροποποιείται, με απόφαση του αρμόδιου οργάνου, και η άδεια λειτουργίας στο όνομα του νέου δικαιούχου.

13. Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. που εξαιρούνται από την υποχρέωση άδειας παραγωγής σύμφωνα με το άρθρο 4, απαλλάσσονται και από την υποχρέωση να λάβουν άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας. Αντίθετα, υποχρεούνται στην τήρηση της διαδικασίας περιβαλλοντικής αδειοδότησης σύμφωνα με το άρθρο 4 του ν. 1650/1986.

Φωτοβολταϊκοί σταθμοί και ανεμογεννήτριες που εγκαθίστανται σε κτίρια ή και άλλες δομικές κατασκευές ή εντός οργανωμένων υποδοχέων βιομηχανικών δραστηριοτήτων, εξαιρούνται, από την υποχρέωση έκδοσης απόφασης ΕΠΟ..

Ομοίως εξαιρούνται από την υποχρέωση έκδοσης απόφασης ΕΠΟ., οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. που εγκαθίστανται σε γήπεδα, εφόσον η εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς τους δεν υπερβαίνει τα εξής όρια ανά τεχνολογία:

- 0,5 MW για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από γεωθερμία, - 0,5 MW για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με χρήση βιομάζας, βιοαερίου και βιοκαυσίμων, - 0,5 MW για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από φωτοβολταϊκά ή ηλιοθερμικά, - 20 kW για αιολικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής

Για τις ανωτέρω περιπτώσεις απαιτείται η χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής εντός αποκλειστικής προθεσμίας είκοσι (20) ημερών από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή της οικείας Περιφέρειας, μετά την άπρακτη παρέλευση της οποίας θεωρείται

αυτή χορηγηθείσα. Για τη χορήγηση της βεβαίωσης εξετάζεται μόνο η εγκατεστημένη ισχύς του σταθμού και ότι ο χώρος εγκατάστασης δεν εμπίπτει στις περιπτώσεις α` έως β` του επόμενου εδαφίου.

Κατ` εξαίρεση, υπόκεινται σε διαδικασία Ε.Π.Ο. σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση προς τα ανωτέρω
ια εφόσον:

α) εγκαθίστανται σε γήπεδα που βρίσκονται σε οριοθετημένες περιοχές του δικτύου Natura 2000 ή σε παράκτιες ζώνες που απέχουν λιγότερο από εκατό (100)μέτρα από την οριογραμμή του αιγιαλού εκτός βραχονησίδων, ή

β) γειτνιάζουν, σε απόσταση μικρότερη των εκατόν πενήντα (150) μέτρων, με μεταθμό Α.Π.Ε. της ίδιας τεχνολογίας που είναι εγκατεστημένος σε άλλο γήπεδο και έχει εκδοθεί γι` αυτόν άδεια παραγωγής ή απόφαση Ε.Π.Ο. ή προσφορά σύνδεσης, η δε συνολική ισχύς των σταθμών υπερβαίνει τα παραπάνω καθοριζόμενα όρια.

14. Στην Αυτοτελή Υπηρεσία Α.Π.Ε. του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής τηρείται μητρώο αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. ή Σ.Η.Ο.Υ.Α. με χρήση .Π.Ε..

Στο μητρώο αυτό, το οποίο αναρτάται στην ειδική ιστοσελίδα της Αυτοτελούς Υπηρεσίας και ενημερώνεται σε μηνιαία βάση, καταχωρίζονται οι άδειες παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας, καθώς και οι περιπτώσεις εξαίρεσης από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής ρυθμίζονται ο τρόπος οργάνωσης, τήρησης και ενημέρωσης του μητρώου και κάθε άλλο σχετικό θέμα.

15. Στις συμβάσεις σύνδεσης που συνάπτει ο αρμόδιος Διαχειριστής με τους φορείς σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε. που εξαιρούνται από τη λήψη άδειας παραγωγής σύμφωνα με τις διατάξεις των προηγούμενων παραγράφων του παρόντος άρθρου, καθορίζεται προθεσμία σύνδεσης στο Σύστημα ή Δίκτυο, η οποία είναι αποκλειστική, και ορίζεται εγγύηση ή ποινική ρήτρα που καταπίπτει αν ο φορέας δεν υλοποιήσει τη σύνδεση εντός της καθορισθείσας προθεσμίας. Πιθανά έσοδα από την κατάπτωση των εγγυήσεων ή ποινικών ρητρών αποτελούν πόρο του ειδικού λογαριασμού, κατά το άρθρο 40 του ν. 2773/1999, που διαχειρίζεται ο Διαχειριστής του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. Α.Ε.) στον οποίο και αποδίδονται.

Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής που εκδίδεται μέσα σε δύο μήνες από την έναρξη ισχύος του παρόντος, καθορίζεται το είδος και το ύψος των ανωτέρω ρητρών και εγγυήσεων οι οποίες κλιμακώνονται ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ του σταθμού, οι ειδικότεροι όροι και προϋποθέσεις για την κατάπτωση τους, ο τρόπος διάθεσης των εσόδων από αυτές στον Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. Α.Ε. και κάθε άλλη σχετική λεπτομέρεια για την εφαρμογή της παραγράφου αυτής. Έως την έκδοση της απόφασης του Υπουργού, ο αρμόδιος Διαχειριστής προβαίνει ακωλύτως στη σύναψη των Συμβάσεων Σύνδεσης με τους κατά τα ανωτέρω υπόχρεους φορείς, οι οποίοι, μετά την έκδοση της, υποχρεούνται στην παροχή των εγγυήσεων που θα καθορίσει.

Από την υποχρέωση παροχής εγγυήσεων εξαιρούνται οι σταθμοί από Α.Π.Ε. ανεξαρτήτως ισχύος που εγκαθίστανται σε κτίρια, καθώς και οι σταθμοί Α.Π.Ε. ανεξαρτήτως ισχύος για τους οποίους έχει υπογραφεί σύμβαση σύνδεσης πριν από την ισχύ του παρόντος νόμου.

