

13. Συντήρηση Φωτοβολταϊκών Εγκαταστάσεων

Νικόλαος Πατεράκης ΤΕΕ ΤΔΚ Κρήτη

Μαθησιακά Αποτελέσματα

Μετά την μελέτη του παρόντος κεφαλαίου, ο αναγνώστης θα είναι ικανός να:

- Καταλάβει τα οφέλη της σωστής συντήρησης
- Διακρίνει τις κύριες αιτίες δυσλειτουργίας του εξοπλισμού
- Καταγράψει τις βασικές παραμέτρους συντήρησης
- Καταλάβει γιατί οι οπτικοί έλεγχοι πρέπει να γίνονται επιπλέον της απομακρυσμένης παρακολούθησης
- Έχει μία πλήρη εικόνα για τον αριθμό των επιθεωρήσεων που απαιτούνται για κάθε εξάρτημα του φ/β συστήματος
- Καταγράψει τις παραμέτρους που πρέπει να επιθεωρηθούν όταν γίνεται έλεγχος των φ/β συστημάτων με παρακολούθηση του ήλιου.

Περίληψη

Οι Φωτοβολταϊκοί σταθμοί είναι επενδύσεις με διάρκεια ζωής τουλάχιστον 20 έτη. Οι εγκαταστάσεις τους είναι διαρκώς εκτεθειμένες στις καιρικές συνθήκες και τα φυσικά φαινόμενα, με αποτέλεσμα τη μακροχρόνια καταπόνηση του ηλεκτρομηχανολογικού και λοιπού εξοπλισμού.

Η συντήρηση Φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για να διασφαλιστεί η αδιάλειπτη και ασφαλής λειτουργία του συστήματος.

Η συνεπής συντήρηση Φωτοβολταϊκών Πάρκων ανά έξι μήνες προτείνεται από όλους τους κατασκευαστές των χρησιμοποιούμενων υλικών και μηχανημάτων, για την ομαλή και χρόνια λειτουργία του συστήματος.

Επίσης η ύπαρξη αντίστοιχου συμβολαίου συντήρησης από πιστοποιημένη εταιρεία εξειδικευμένου χαρακτήρα, επιβάλλεται από τις ασφαλιστικές εταιρείες προκειμένου αυτές να αποζημιώνουν τους πελάτες-ιδιοκτήτες φωτοβολταϊκών πάρκων σε ενδεχόμενες βλάβες.

Εισαγωγή

Πλεονεκτήματα τακτικής συντήρησης

1. Άμεση διάγνωση και εντοπισμός βλάβης/δυσλειτουργίας και ταχεία αποκατάστασή της.
2. Αποφυγή απώλειας κερδών (κάθε ώρα και μέρα χωρίς παραγωγή χάνεται ανεπιστρεπτί).
3. Μείωση της πιθανότητας εμφάνισης τεχνικών προβλημάτων του εξοπλισμού και άρα της οικονομικής επιβάρυνσης για την επιδιόρθωσή τους.
4. Μείωση της πιθανότητας πρόκλησης ατυχημάτων.
5. Επιβράδυνση της διαδικασίας φθοράς/γήρανσης του εξοπλισμού.
6. Τήρηση όρων και προϋποθέσεων ισχυόντων κατασκευαστικών εγγυήσεων, για την αντικατάσταση ή επισκευή εγκατεστημένου εξοπλισμού ο οποίος βρίσκεται εντός εγγύησης.
7. Σύνταξη τεχνικών αναφορών για τραπεζικά ιδρύματα και ασφαλιστικές εταιρίες σε περιπτώσεις διεκδίκησης αποζημιώσεων λόγω ασφαλιζόμενων γεγονότων (π.χ. φυσικές καταστροφές, κλοπές, ακραία καιρικά φαινόμενα).
8. Εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων και δημιουργία προβλέψεων για τη λειτουργία του Φ/Β σταθμού, μέσω της επεξεργασίας του ιστορικού περιοδικών αναφορών παραγωγής και συντήρησης.
9. Μείωση στο ελάχιστο του χρόνου ενασχόλησης του επενδυτή.
10. Διασφάλιση της ορθής λειτουργίας του Φ/Β σταθμού, με στόχο τις υψηλότερες οικονομικές απολαβές της επένδυσης.

Οφέλη

- Ελαχιστοποίηση των βλαβών και συνεπώς ελαχιστοποίηση του κόστους λειτουργίας.
- Μεγιστοποίηση της απόδοσης λειτουργίας της εγκατάστασης του Φωτοβολταϊκού συστήματος.
- Επέκταση του χρόνου ζωής του εξοπλισμού με προληπτική επέμβαση.
- Καταγραφή και τήρηση ημερολογίου κατάστασης-λειτουργίας εξοπλισμού.

Λόγοι εμφάνισης βλαβών και διακοπών λειτουργίας

Τα Φ/Β συστήματα είναι συστήματα εγκατεστημένα πάντα στο εξωτερικό περιβάλλον και εκτίθενται διαρκώς σε πάσης φύσεως καιρικές συνθήκες. Επίσης αποτελούνται από ευπαθή εξοπλισμό όπως είναι τα inverters και τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Επιπλέον παραλαμβάνουν συχνά ανωμαλίες του Δημόσιου Ηλεκτρικού Δικτύου της ΔΕΗ όπου είναι συνδεδεμένα και τις οποίες καλούνται να απορροφήσουν και να απαλήψουν. Λόγω των παραπάνω λόγων παρουσιάζουν συχνά προβλήματα.

Μόνιμες διακοπές λειτουργίας

Μόνιμη διακοπή της λειτουργίας ενός Φ/Β συστήματος χωρίς όμως ταυτόχρονα να έχει εμφανιστεί κάποια βλάβη έχουμε όταν:

- Ενεργοποιούνται συντηκτικές ή αυτόματες ασφάλειες του Γενικού Πίνακα οι οποίες πρέπει να επανέλθουν ή να αντικατασταθούν με την επέμβαση του ανθρώπινου παράγοντα.
- Εμφανίζονται διακοπές στην λειτουργία των inverters, οι οποίες αποκαθίστανται με απλή επανεκκίνηση του μηχανήματος και ΔΕΝ αξιολογούνται ως βλάβες.

Συνήθεις Βλάβες

- Βλάβη του βασικού εξοπλισμού (συνήθως των inverters) η οποία μπορεί να οφείλεται σε κακή κατασκευή / αστοχία του μηχανήματος ή σε κακή εγκατάσταση σε συνδυασμό με την εμφάνιση ακραίων καιρικών φαινομένων ή συνθηκών λειτουργίας.
- Βλάβη σε ηλεκτρικά κυκλώματα από την καταστροφή των μονώσεων των καλωδίων από ζώα, φωτιά ή και τυχαίο τραυματισμό τους.
- Βλάβη των συστημάτων επικοινωνίας και τηλε-επιτήρησης συνήθως λόγω κακού αερισμού του χώρου εγκατάστασής τους.
- Βλάβη του Μ/Σ του ηλεκτρικού υποσταθμού (αν υπάρχει) λόγω της κακής λειτουργίας του αυτοματισμού προστασίας του Μ/Σ ή/και του λιπαντικού ελαίου που περιέχει.
- Βλάβες στα μέσα σύνδεσης των βάσεων και ιδιαίτερα των Φ/Β πανέλων που οφείλονται συνήθως στην ελλιπή επιθεώρηση των βάσεων ή/και την κακή κατασκευή. Οι βλάβες αυτού του είδους συνοδεύονται με την αποσυναρμολόγηση μέρους των Φ/Β πλαισίων από την Φ/Β εγκατάσταση υπό την επίδραση κατάλληλων εντάσεων ανέμου και φυσικά την καταστροφή τους (συναντώνται κυρίως σε κινητές βάσεις - trackers)

Παράμετροι συντήρησης Φ/Β

- **Monitoring**
 - **Οπτικός έλεγχος**
 - **Έλεγχος φωτοβολταϊκών**
 - **Βασεις Στήριξης- Trackers**
 - **Καλωδιώσεις Ρεύματος D/C**
 - **Υπόγειες Καλωδιώσεις Ρεύματος D/C και A/C**
 - **Σωληνώσεις και Φρεάτια**
 - **Μετατροπείς (Inverters)**
 - **Ηλεκτρικοί Πίνακες**
 - **Σύστημα Γείωσης/Αντικεραυνικής**
 - **Μετασχηματιστής-Ηλεκτρονόμος(πακέτο BASIC)**
 - **Αισθητήρες**
 - **Συναγερμός ,Δευτερεύοντα Φορτία και Λοιπά**
 - **Εγκαταστάσεις Υποδομής**
-

- Βλάβηση
- Καθαρισμός

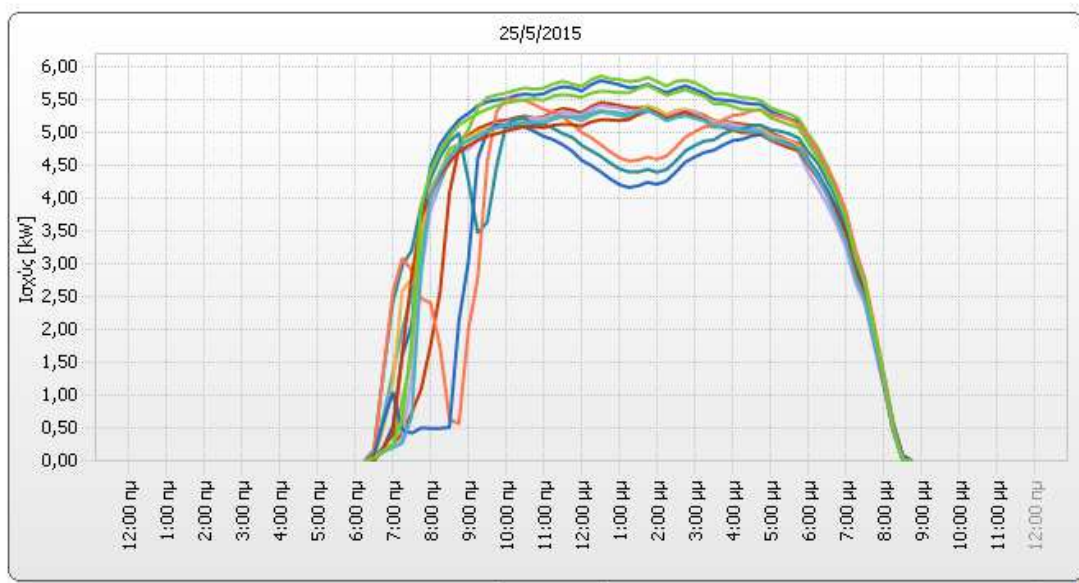
Αναλυτικά

Monitoring

Καθημερινά

Παρακολουθώντας καθημερινά την παραγωγή του Φ/Β σταθμού μέσω της υπηρεσίας απομακρυσμένης παρακολούθησης, μπορούμε να εντοπίσουμε μικρές διακυμάνσεις στην παραγωγή μας, οι οποίες συνήθως είναι προάγγελος κάποιας μεγαλύτερης ζημιάς. Για παράδειγμα, βλέποντας ότι η παραγωγή μας έχει πέσει σε σχέση με παλιότερη παραγωγή ίδιας περιόδου, μπαίνουμε στη διαδικασία να εντοπίσουμε τον λόγο. Αυτός μπορεί να είναι από κάτι πολύ απλό, (πχ άπλυτα πάνελ), μέχρι κάτι πιο σύνθετο (πχ ζημιά κάποιας κυψέλης).

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ότι 3 inverters (μπλε, γαλάζιο, πορτοκαλί) αποκλίνουν από την παραγωγή όλων των υπόλοιπων. Παρατηρώντας ότι ανήκουν στον ίδιο tracker, συμπεραίνουμε ότι κάτι συμβαίνει στην κίνηση του ίδιου tracker. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, ένας έλεγχος στο πάρκο έδειξε ότι ο αισθητήρας εντοπισμού της κάθετης θέσης του tracker είχε απορυθμιστεί με αποτέλεσμα ο tracker να μην έχει την σωστή θέση ως προς τον ήλιο.



Εικόνα: Παραγωγή/inverter σε πάρκο 80 kW

Οπτικός έλεγχος

Μηνιαία

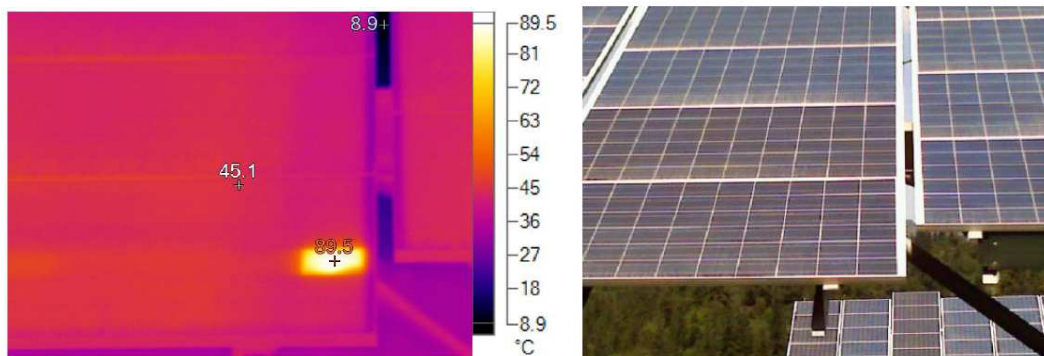
Πλέον είναι επιτακτικές οι συχνές επισκέψεις στα Φ/Β πάρκα, ιδιαίτερα σε αυτά με tracker, γιατί με αυτό τον τρόπο εντοπίζονται προβλήματα τα οποία δεν φαίνονται μέσω της απομακρυσμένης παρακολούθησης (monitoring). Για παράδειγμα σε ένα tracker σύστημα, αν σε κάποιο έμβολο εμφανιστεί μια μικρή διαρροή λαδιού, το κόστος επισκευής του σε αυτή την φάση είναι πολύ μικρότερο από ότι θα ήταν αν εντοπιζόταν μετά από το οριστικό σπάσιμό του. Όπως επιπλέον με την βοήθεια της θερμοκάμερας εντοπίζονται ζημιές στα πάνελ σε αρχικό στάδιο, οι οποίες δεν έχουν αρχίσει ακόμα να φαίνονται στην παραγωγή.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ότι το έμβολο Φ100 της πέδησης του tracker έχει διαρροή. Σε αυτή την φάση επιδιορθώνεται και εξοικονομούνται χρήματα στον ιδιοκτήτη του πάρκου. Αν δεν είχε εντοπιστεί στον οπτικό έλεγχο και έσπαζε, το κόστος θα ήταν πολλαπλάσιο.



Εικόνα: Έμβολο πέδησης με διαρροή

Στις παρακάτω φωτογραφίες διαπιστώνουμε την χρησιμότητα της θερμοκάμερας στην διάγνωση βλαβών στα Φ/Β. Αν δεν αντικατασταθεί αυτό το πάνελ, στη διάρκεια του χρόνου, θα βλέπουμε σταδιακή μείωση της παραγωγής μας.



Εικόνες: Αριστερά, θερμο-φωτογραφία σε πάνελ το οποίο έχει καταστραφεί η κυψέλη του, δεξιά η πραγματική εικόνα που βλέπουμε το ίδιο πάνελ με την ζημιά

Έλεγχος φωτοβολταϊκών

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ είναι η καρδιά του συστήματος. Η καθημερινή τους επαφή με τα φυσικά φαινόμενα, βροχή, σκόνη, ζώα κτλ τα επιβαρύνει. Για αυτό τον λόγο χρειάζεται επιμελής οπτικός έλεγχός τους.

Μηνιαίως

- Έλεγχος εμπρόσθιας όψης φ/β πάνελ (γρατσουνιές, αλλαγή χρώματος).
- Έλεγχος οπίσθιας όψης (κουτί σύνδεσης, μόνωση καλωδίων, ζημιές στην *tedlar* επιφάνεια).

Ανά 6 μήνες

- Έλεγχος σταθερότητας σφιγκτήρων, κάμψης πλαισίων αλουμινίου κι επιφανειακών ζημιών των προφίλ αλουμινίου.

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε την έντονη βρωμιά που έχει συσσωρευτεί σε έναν tracker με αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγής του κατά 30%.



Εικόνα: Έντονη βρωμιά σε ένα tracker από σκόνη

Βάσεις Στήριξης

Λόγω των ανέμων και των συστολών / διαστολών λόγω αλλαγής θερμοκρασίας είναι αναγκαίος ο έλεγχος των βάσεων στήριξης. Οι σταθερές βάσεις είναι πιο εύκολο να ελεγχθούν και να συντηρηθούν λόγω της έλλειψης κινητών μερών, ενώ αυτές με tracker θέλουν ιδιαίτερη προσοχή και παραπάνω χρόνο.

Ανά 6 μήνες

- Έλεγχος για σοβαρές βλάβες με πιθανές δομικές συνέπειες
- Έλεγχος για επιφανειακές βλάβες και οξείδωση και λήψη διορθωτικών μέτρων (κρύος γαλβανισμός με ψεκασμό)
- Έλεγχος καμπυλότητας δοκών

- Έλεγχος και περιοδική συντήρηση του tracker όπως ορίζει ο κατασκευαστής

Ανά 12 μήνες

- Έλεγχος σταθερότητας κατασκευής
- Έλεγχος χαλάρωσης βιδών και σύσφιξη όπου είναι απαραίτητο

Περιοδικός έλεγχος Tracker

1. Έλεγχος πείρων
 2. Έλεγχος σύσφιξης αντιανεμικών χιαστών συνδέσμων .
 3. Έλεγχος σύσφιξης πάκτωσης
 4. Έλεγχος σύσφιξης κοχλιοσυνδέσεων ακραίων στηλών Φ/Β πλαισίων.
 5. Έλεγχος κοχλιοσυνδέσεων
 6. Έλεγχος αναστολέα κίνησης πλαισίου
 7. Αναστολέας εμβόλου.
 8. Αναστολέας βάσης.
 9. Εφαρμογή γράσου.
 10. Έλεγχος μέγιστης πίεσης λειτουργίας
 11. Έλεγχος πίεσης αναστροφέα
 12. Έλεγχος εμβόλων κίνησης/πέδησης
 13. Έλεγχος κωδικοποιητή οριζόντιας κίνησης
 14. Έλεγχος μέγιστης πίεσης ανύψωσης εμβόλου
 15. Έλεγχος κωδικοποιητή κλίσης πλαισίου
 16. Έλεγχος ελάχιστης πίεσης ανύψωσης πλαισίου
 17. Έλεγχος πίεσης καθόδου πλαισίου.
 18. Ρυθμός μείωσης πίεσης καθόδου
 19. Έλεγχος χρόνου οριζοντίωσης πλαισίου
 20. Έλεγχος στάθμης λαδιού
-



Εικόνα: Έλεγχος σύσφιξης όλων των κοχλιοσυνδέσεων τον Φ/Β σταθμού

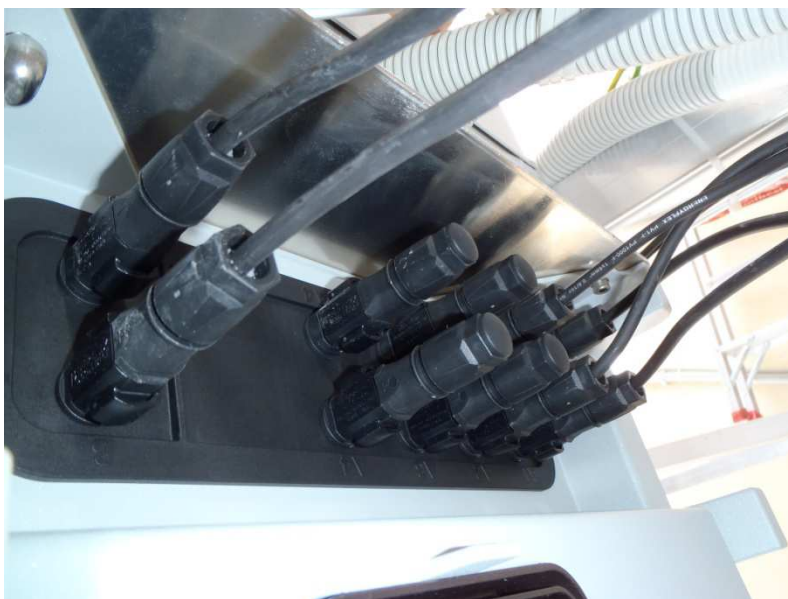


Εικόνα: Έλεγχος πιέσεων σε σύστημα tracker

Καλωδιώσεις Ρεύματος D/C

Ανά 6 μήνες

- Έλεγχος όλων των συνδέσεων για χαλάρωση ή βλάβη
- Έλεγχος καλωδίων πάνω στις βάσεις στήριξης για οπτική βλάβη
- Έλεγχος χαλαρών (κρεμάμενων) καλωδίων και διόρθωση τους



Εικόνα: Έλεγχος όλων των συνδέσεων

Υπόγειες Καλωδιώσεις Ρεύματος D/C και A/C

Ανά 6 μήνες

- Έλεγχος όλων των καλωδιώσεων για βλάβες
- Έλεγχος για υπερβολική τάση καταπόνησης

Σωληνώσεις και Φρεάτια

Ανά 6 μήνες

- Έλεγχος (οπτικά) της στεγανότητας των ανοικτών άκρων. Προσθήκη μονωτικού αφρού ή σιλικόνης, εφόσον απαιτείται
- Έλεγχος για νερό και υγρασία στα φρεάτια και καθαρισμός όπου απαιτείται

Μετατροπείς (Inverters)

Ανά 6 μήνες

- Έλεγχος για εξωτερικές ζημιές
-

- Έλεγχος της οθόνης για κανονικές ενδείξεις. Σε περίπτωση βλάβης ή ενδείξεων προειδοποίησης λαμβάνονται όλα τα διορθωτικά μέτρα (σύμφωνα με τις κατευθύνσεις / οδηγίες του κατασκευαστή του μετατροπέα)
- Έλεγχος όλων των καλωδιώσεων για φθορές και χαλάρωση συνδέσεων
- Επιθεώρηση και αντικατάσταση, αν κριθεί απαραίτητο, του φίλτρου εξερισμού
- Έλεγχος των χρονικών καθυστερήσεων των βαρίστορ και αντικατάσταση τους, αν κρίνεται απαραίτητο
- Έλεγχος διακοπών, ρυθμιστών και βαρίστορ για φθορές και κανονική λειτουργία
- Έλεγχος για φθορές στις σημάσεις κινδύνου
- Έλεγχος συνέχειας των αγωγών γείωσης
- Κάλυψη των μεταλλικών επιφανειών των ασφαλειών D/C με κατάλληλο λιπαντικό για μαχαιρωτές ασφάλειες



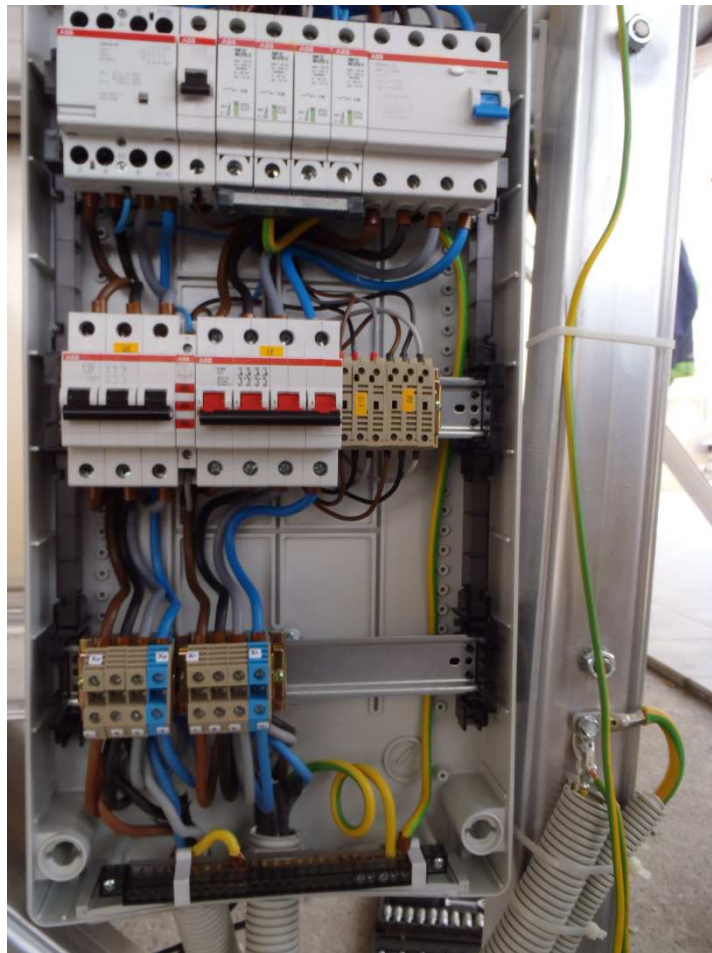
Εικόνα: Έλεγχος όλων των συνδέσεων και για ζημιές

Ηλεκτρικοί Πίνακες

Ανά 6 μήνες

- Έλεγχος για εξωτερικές φθορές (γρατζουνιές, διάβρωση και κάμψη)
- Έλεγχος για φθορές εσωτερικά του πίνακα (σημάδια ηλεκτρικού τόξου κτλ)
- Έλεγχος για νερό/υγρασία στο εσωτερικό του
- Έλεγχος όλων των συνδέσεων (εισερχόμενα – εξερχόμενα καλώδια) για χαλάρωση ή φθορά
- Έλεγχος για καμένες ασφάλειες D/C και αντικατάσταση τους, αν κρίνεται απαραίτητο

- Κάλυψη των μεταλλικών επιφανειών των ασφαλειών D/C με κατάλληλο λιπαντικό για μαχαιρωτές ασφάλειες
- Έλεγχος των χρονικών καθυστερήσεων των αυτόματων διακοπών και αναπροσαρμογή τους, αν κρίνεται απαραίτητο
- Έλεγχος των χρονικών καθυστερήσεων των βαρίστορ και αντικατάσταση τους, αν κρίνεται απαραίτητο
- Έλεγχος της μετρητικής διάταξης (αναλυτής ενέργειας) για σωστές ενδείξεις
- Έλεγχος για φθορές στις σημάνσεις κινδύνου
- Μέτρηση της V_{mprr} , I_{mprr} κάθε στοιχειοσειράς (σε συνθήκες λειτουργίας)
- Μέτρηση της αντίστασης μόνωσης της κάθε στοιχειοσειράς και τομέα (μέτρηση σε τάση 1000V με ελάχιστα αποδεκτή τιμή 1MΩ)
- Έλεγχος ορθής λειτουργίας του μετρητικού εξοπλισμού
- Έλεγχος συνέχειας των αγωγών γείωσης



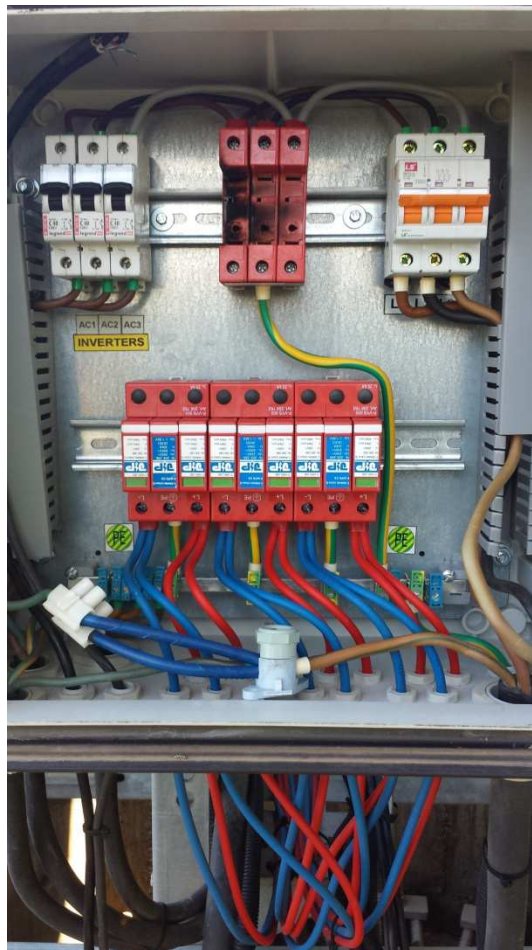
Εικόνα: Έλεγχος ηλεκτρολογικού πίνακα

Σύστημα Γείωσης/ Αντικεραυνικής

Ανά 24 μήνες

- Έλεγχος για φθορές ή διάβρωση στα επιφανειακά στοιχεία (συνδέσεις με τις βάσεις στήριξης κτλ)
- Έλεγχος όλων των αγωγών γείωσης/ αντικεραυνικής για χαλάρωση ή φθορά

- Μέτρηση της αντίστασης γείωσης (υπό ξηρές συνθήκες). Λήψη διορθωτικών μέτρων (προσθήκη ηλεκτροδίων κτλ), αν η τιμή είναι ανώτερη από 2Ω
- Έλεγχος όλων των ράβδων γείωσης για φθορές ή χαλάρωση



Εικόνα: Έλεγχος αντικεραυνικών σε ηλ.πίνακα

Μετασηματιστής-Ηλεκτρονόμος(πακέτο BASIC)

Ανά 6 μήνες

- Έλεγχος στάθμης λαδιού και πιθανών διαρροών
- Χημικός έλεγχος λαδιού και αντικατάσταση όπου επιβάλλεται
- Έλεγχος αφυγραντήρα
- Γενικός έλεγχος μετασηματιστή(εξωτερικές φθορές, καθαρισμός με πεπιεσμένο αέρα, καλωδίωσης)
- Έλεγχος λειτουργίας ανεμιστήρα
- Έλεγχος φωτισμού
- Έλεγχος συνέχειας γειώσεων
- Έλεγχος διακοπτικού υλικού για πιθανή εμπλοκή
- Έλεγχος συστημάτων μέτρησης
- Έλεγχος εξαερισμού και καθαρισμός φίλτρων αέρος
- Έλεγχος μηχανισμών μανδαλώσεων στις πόρτες

- Έλεγχος λειτουργίας συστήματος χειροκίνητου σπλισμού/αφοπλισμού
Ανά 12 μήνες
- Έλεγχος πίεσης και θερμοκρασίας λαδιών / συχνότητα ανά 12 μήνες.



Εικόνα: Μετασχηματιστής μέσης τάσης

Αισθητήρες

Ανά 6 μήνες

- Οπτικός έλεγχος όλων των αισθητήρων και των καλωδιώσεων τους για φθορές και διάβρωση



Εικόνα: Αισθητήρας μέτρησης ταχύτητας ανέμου

Συναγερμός ,Δευτερεύοντα Φορτία και Λοιπά

Ανά 6 μήνες

- Έλεγχος του συστήματος συναγερμού συμπεριλαμβανομένου του περιμετρικού φωτισμού
- Έλεγχος της λειτουργικότητας του συστήματος UPS
- Επιθεώρηση της κατάστασης των πυροσβεστήρων (πίεση, φθορές κλπ)



Εικόνα: Αισθητήρας συναγερμού

Εγκαταστάσεις Υποδομής

Ανά 6 μήνες

- Οπτικός έλεγχος του περιμετρικού φράχτη (συμπεριλαμβανομένης και της πόρτας εισόδου) για φθορές, χαλάρωση ή διάβρωση- λήψη διορθωτικών ενεργειών, όπου απαιτείται

Βλάστηση

Ανά 6 μήνες

Κόψιμο χόρτων και βλάστησης γενικότερα

Καθαρισμός

Ανά 12 μήνες

Καθαρισμός φωτοβολταϊκών πλαισίων με νερό και ειδικό χημικό κατάλληλο για καθαρισμό φωτοβολταϊκών

Βιβλιογραφία

Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Ι.Ε Φραγκιαδάκης, Εκδόσεις Ζήτα

Photovoltaic Systems, Klaus Preiser

Ιστότοπος : www.paterakisenergy.gr

Βιβλιοθήκη της: Mechatron Solar trackers

Κατάλογος Συντομογραφιών

kW: κιλοβάτ (μονάδα ισχύος)

kWh: κιλοβατώρα (μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας)

ΜΤ: Μέση Τάση

ΥΤ: Υψηλή Τάση

Φ/Β: Φωτοβολταϊκά
