



Erasmus+



Project Erasmus+: Training and certification model
for photovoltaic trainers with the use of ECVET system
(EU-PV-Trainer). No 2016-1-PL01-KA202-026279

ΕΝΟΤΗΤΑ 2. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ, ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ, ΕΓΚΣΥΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Μ2.Υ3. ΕΚΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ
ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

RESEARCH NETWORK
ŁUKASIEWICZ



PV
POLAND



FUNDACIÓN *equipo humano*



EDIT·C

EDUCATION & INFORMATION TECHNOLOGY CENTRE

Erasmus+
Cooperation for innovation and the exchange of good practices
Strategic Partnership for vocational education and training

***“Μοντέλο κατάρτισης και πιστοποίησης για τους εκπαιδευτές φωτοβολταϊκών με την
χρήση του συστήματος ECVET (EU-PV-Trainer)”
No 2016-1-PL01-KA202-026279***

Πνευματικό Προϊον Ο4.

**Τράπεζα των ενοτήτων για την εκπαίδευση του Εκπαιδευτή
Φωτοβολταϊκών σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ECVET
(stationary learning)**

Το έργο αυτό ολοκληρώθηκε με την οικονομική υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Το έργο ή η δημοσίευση αντικατοπτρίζουν μόνο τη θέση του συντάκτη τους και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δεν είναι υπεύθυνη για το περιεχόμενό τους.

2018-2019



Erasmus+



**ΕΝΟΤΗΤΑ 2.
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ, ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ,
ΕΓΚΣΥΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ**

**Μ2.Υ3. Εκσυγχρονισμός και συντήρηση των
φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων**

**ΟΔΗΓΟΣ
ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΟΜΕΝΟ ΚΑΙ ΤΟΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗ**

Πρόγραμμα: Φωτοβολταϊκός Εκπαιδευτής

Ενότητα 2. Προγραμματισμός, εγκατάσταση, εκσυγχρονισμός και συντήρηση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων

Υποενότητα M2.U3. Εκσυγχρονισμός και συντήρηση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων

Οδηγός για τον εκπαιδευόμενο και τον εκπαιδευτή

Συγγραφείς:

Stanisław Pietruszko
Kamil Kulma
Radosław Gutowski
Radosław Figura
Mirosław Żurek
Katarzyna Sławińska
Maria Knais
Emilia Pechenau
Adina Cocu
Jose Enrique Val Montros
Alfonso Cadenas Cañamás

Κριτικοί:

Tomasz Magnowski

Σύμβουλοι μεθοδολογίας:

Edyta Kozieł

Έκδοση:

Iwona Nitek

Διόρθωμα κειμένου:

Maria Knais

Ο οδηγός αποτελεί διδακτική ανάπτυξη για τη υποενότητα **M2.U3. Εκσυγχρονισμός και συντήρηση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων** που περιλαμβάνεται στην ενότητα **M2. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ, ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ, ΕΓΚΣΥΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ** που περιέχονται στο πρόγραμμα **Εκπαιδευτή Φωτοβολταϊκών**.

2018-2019

TABLE OF CONTENTS

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
2. ΑΡΧΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	9
3. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	10
4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	11
4.1. Κανονισμοί υγείας και ασφάλειας στην εργασία, προστασία του περιβάλλοντος.....	11
4.2. Προστασία υγείας κατά τις εργασίες εγκυσχρονισμού και συντήρησης των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.....	16
4.3. Κανόνες ασφάλειας για την συντήρηση και διατήρηση της ηλιακής εγκατάστασης.....	19
4.4. Πρόγραμμα συντήρησης φωτοβολταϊκών.....	24
4.5. Παρακολούθηση ιδιοτήτων φωτοβολταϊκού συστήματος – οδηγίες και απαιτήσεις μέτρησης και ανάλυση τους	26
4.6. Ανάλυση των τυπικών λαθών που σχετίζονται με τον εγκυσχρονισμό και την συντήρηση.....	32
4.7. Τύποι των τυπικών ενοχλήσεων και αποτυχιών στα συστήματα	36
4.8. Μέθοδοι και επιδιορθώσεις ή αντικατάσταση των εξαρτημάτων του φωτοβολταϊκού	41
4.9. Αρχεία επιθεώρησης, συντήρησης και επισκευής ηλιακών εγκαταστάσεων.....	49
5. ΑΣΚΗΣΕΙΣ.....	52
5.1. Κανονισμοί υγείας και ασφάλειας στην εργασία, προστασία του περιβάλλοντος – ασκήσεις.....	52
5.2. Προστασία υγείας κατά τις εργασίες εγκυσχρονισμού και συντήρησης των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων – ασκήσεις.....	52
5.3. Κανόνες ασφάλειας για την συντήρηση και διατήρηση της ηλιακής εγκατάστασης – ασκήσεις	53
5.4. Πρόγραμμα συντήρησης του φωτοβολταϊκού – ασκήσεις	53

5.5. Παρακολούθηση ιδιοτήτων φωτοβολταϊκού συστήματος – οδηγίες και απαιτήσεις μέτρησης και ανάλυση τους – ασκήσεις.....	54
5.6. Ανάλυση των τυπικών λαθών που σχετίζονται με τον εγσυχρονισμό και την συντήρηση – ασκήσεις	55
5.7. Τύποι των τυπικών ενοχλήσεις και αποτυχιών στα συστήματα – ασκήσεις.....	55
5.8. Μέθοδοι και επιδιορθώσεις ή αντικατάσταση των εξαρτημάτων του φωτοβολταϊκού – ασκήσεις	56
5.9. Αρχεία επιθεώρησης, συντήρησης και επισκευής ηλιακών εγκαταστάσεων – ασκήσεις	57
6. ΤΕΣΤ ΠΡΟΟΔΟΥ	58
7. ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ	60
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ενώ αρχίζει η εκτέλεση των επαγγελματικών καθκόντων που έχουν ανατεθεί στον εκπαιδευτή φωτοβολταϊκών στο εκπαιδευτικό σύστημα, ως εκπαιδευτικός συμμετέχων θα αποκτήσετε τις απαραίτητες γνώσεις και επαγγελματικές δεξιότητες που περιλαμβάνονται σε δύο ενότητες:

1. **M1. Ο σχεδιασμός, η οργάνωση, η διεξαγωγή και η αξιολόγηση της επαγγελματικής κατάρτισης,**
2. **M2. Προγραμματισμός, εγκατάσταση, εκσυγχρονισμός και συντήρηση της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.**

Κάθε ενότητα χωρίζεται σε υποενότητες που αποτελούνται από υλικό διδασκαλίας, κατάλογο ελέγχου, ασκήσεις και δοκιμασία προόδου.

Η μελέτη περιέχει υλικά που έχουν αναπτυχθεί για τη υποενότητα **M2.U3. Εκσυγχρονισμός και συντήρηση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων** στη Ενότητα M2. Σχεδιασμός, εγκατάσταση, εκσυγχρονισμός και συντήρηση της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.

Πριν από την έναρξη της μάθησης, ως εκπαιδευτικός θα πρέπει να εξοικειωθείτε με τις αρχικές απαιτήσεις και τα λεπτομερή μαθησιακά αποτελέσματα, δηλαδή τη γνώση, τις δεξιότητες και τις στάσεις που θα αποκτήσετε μετά το τέλος της εκμάθησης σε μια συγκεκριμένη υποενότητα.

Κατά την ανάπτυξη του διδακτικού υλικού, η εμπειρία των εταίρων του έργου στο πλαίσιο των διδακτικών μαθημάτων στα μαθήματα που προετοιμάζουν τους μελλοντικούς εγκαταστάτες φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Το διδακτικό υλικό έχει συμπληρωθεί με εκπαίδευση ηλεκτρονικής μάθησης που περιλαμβάνει π.χ. εκπαιδευτικά βίντεο.

Πριν από την εκτέλεση των ασκήσεων, ελέγξτε αν είστε κατάλληλα προετοιμασμένοι. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήστε λίστες ελέγχου μετά από κάθε διδακτικό υλικό. Κάθε μάθημα ολοκληρώνεται με τεστ προόδου που θα σας επιτρέψει να καθορίσετε το πεδίο των γνώσεων και δεξιοτήτων που αποκτήσατε. Εάν τα αποτελέσματά σας είναι θετικά, μπορείτε να μεταβείτε στο επόμενο θέμα. Αν όχι, θα πρέπει να επαναλάβετε το περιεχόμενο που απαιτείται για συγκεκριμένες δεξιότητες.

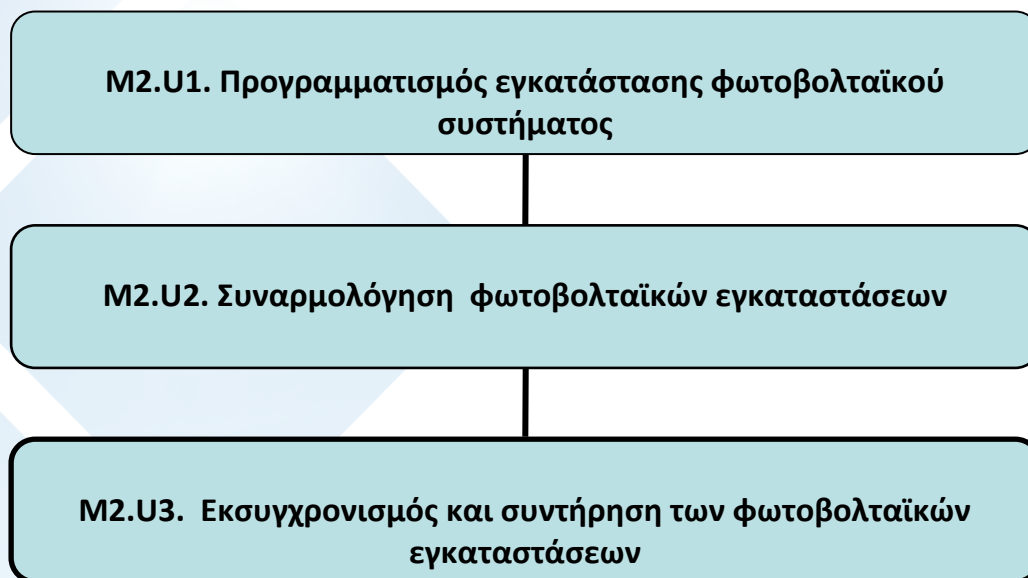
Η επιτυχία του τεστ σε μια έκδοση ηλεκτρονικής μάθησης αποτελεί τη βάση για τη διέλευση της υποενότητας.

Σημείωση: σε περίπτωση διδακτικού περιεχομένου που περιλαμβάνει παραπομπές σε νομικές πράξεις, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι είναι έγκυρα κατά την ημερομηνία εξέλιξης της μελέτης και πρέπει να ενημερωθούν. Το εκπαιδευτικό περιεχόμενο της ενότητας είναι σύμφωνο με το νομικό καθεστώς από τις 15 Αυγούστου 2018.

Ο Οδηγός αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος "Πρότυπο εκπαίδευσης και πιστοποίησης για φωτοβολταϊκούς εκπαιδευτές με χρήση του συστήματος ECVET (EU-PV-Trainer)" που συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο πρόγραμμα Erasmus+

Συνεργασία για καινοτομία και ανταλλαγή ορθών πρακτικών, Στρατηγική εταιρική σχέση για την επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση.

Τα υλικά που περιλαμβάνονται στον Οδηγό αντικατοπτρίζουν μόνο τη θέση των δημιουργών τους και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δεν είναι υπεύθυνη για το περιεχόμενό τους.



Οι υποενότητες την ενότητας **M2. Προγραμματισμός, εγκατάσταση, εκσυγχρονισμός και συντήρηση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων**

Λίστα των υποενοτήτων και αριθμός εκπαιδευτικών ωρών, κατά προσέγγιση, είναι:

Ονομασία ενότητας	Ονομασία υποενότητας	Αριθμός εκπαιδευτικών ωρών
M2. Προγραμματισμός, εγκατάσταση, εκσυγχρονισμός και συντήρηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων	M2.U1. Προγραμματισμός εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος	28
	M2.U2. Συναρμολόγηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων	20
	M2.U3. Εκσυγχρονισμός και συντήρηση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων	16
	Σύνολο:	64

2. ΑΡΧΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Ενώ αρχίζει η εφαρμογή του αναλυτικού προγράμματος της υποενότητας **M2.U3. Εκσυγχρονισμός και συντήρηση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων** που περιλαμβάνονται στη ενότητα **M2. Σχεδιασμός, εγκατάσταση, εκσυγχρονισμός και συντήρηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων**, θα πρέπει να είστε σε θέση:

- να χρησιμοποιείτε διάφορες πηγές πληροφοριών,
- να καθορίσετε τα δικά σας δικαιώματα και υποχρεώσεις,
- να αναγνωρίζετε τις βασικές νομικές πράξεις,
- να συμμετέχετε στη συζήτηση, στην παρουσίαση και στην υπεράσπιση της δικής σας θέσης,
- Να αισθανθείτε υπεύθυνος για την υγεία σας (και τη ζωή σας),
- να εφαρμόζετε βασικές αρχές δεοντολογίας (αξιόπιστη εργασία, ακρίβεια, διατήρηση του λόγου, ειλικρίνεια, ευθύνη για συνέπειες, ειλικρίνεια),
- να συνεργάζεστε σε μια ομάδα λαμβάνοντας υπόψη την κατανομή των καθηκόντων,
- να χρησιμοποιείτε υπολογιστή σε βασικό επίπεδο.

3. ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

M2.U3. Εκσυγχρονισμός και συντήρηση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων

Με την ολοκλήρωση της υποενοότητας αυτής, ο εκπαιδευόμενος θα επιτύχει τα ακόλουθα μαθησιακά αποτελέσματα:

Γνώση (γνωρίζει και κατανοεί):

- Κανονισμοί υγιεινής και ασφάλειας στην εργασία, προστασία του περιβάλλοντος.
- Προστασία της υγείας κατά τη διάρκεια εργασιών εκσυγχρονισμού και συντήρησης φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.
- Κανόνες ασφαλείας για τη συντήρηση και συντήρηση μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.
- Πρόγραμμα συντήρησης φωτοβολταϊκών.
- Παρακολούθηση των ιδιοτήτων των φωτοβολταϊκών συστημάτων – Κατευθυντήριες γραμμές και απαιτήσεις μέτρησης και η ανάλυσή τους.
- Ανάλυση τυπικών σφαλμάτων που σχετίζονται με τον εκσυγχρονισμό και τη συντήρηση.
- Τύποι τυπικών διαταραχών και βλαβών στα συστήματα.
- Μέθοδοι και επισκευές ή αντικατάσταση φωτοβολταϊκών στοιχείων.
- Αρχεία επιθεώρησης, συντήρησης και επισκευής φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.
- Εκτίμηση, προσφορά, σύμβαση έργων που σχετίζονται με τον εκσυγχρονισμό και τη συντήρηση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.

Δεξιότητες (μπορεί):

- Εφαρμόζει την υγεία και την ασφάλεια στην εργασία, την προστασία του περιβάλλοντος, την προστασία της υγείας κατά τον εκσυγχρονισμό και τη συντήρηση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.
- Εκτελεί μετρήσεις χαρακτηριστικών ρεύματος τάσης των φωτοβολταϊκών μονάδων / γεννητριών.
- Εκτελεί μετρήσεις της απόδοσης της φωτοβολταϊκής γεννήτριας.
- Εκτελεί και αναλύει τα αποτελέσματα θερμογραφικών δοκιμών φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.
- Εκτελεί περιοδική αξιολόγηση της λειτουργίας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.
- Εκτελεί περιοδική συντήρηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Διαγνωστικές και επισκευές κατεστραμμένων εξαρτημάτων φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.
- Αξιολογεί την ποιότητα του εκσυγχρονισμού, συντήρησης και επισκευών που πραγματοποιούνται σε φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις.
- Φύλαξη εγγράφων επιθεώρησης, συντήρησης και επισκευής φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.
- Καθορίζει το κόστος των έργων που σχετίζονται με τον εκσυγχρονισμό και τη συντήρηση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.

Κοινωνική ικανότητα:

- Να επιδείξει κάποια αυτονομία στην επίλυση μικρών απρόβλεπτων που σχετίζονται με τη δραστηριότητά τους.
- Αναγνωρίζει την παραγωγική διαδικασία του οργανισμού.
- Να συμμορφώνεται με τα πρότυπα παραγωγής που ορίζει ο οργανισμός.
- Διατηρεί τον χώρο οργανωμένο και καθαρό.
- Ερμηνεύει και εκτελεί τις οδηγίες εργασίας.
- Σεβαστεί τις εσωτερικές διαδικασίες και τα πρότυπα του οργανισμού.

4. ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

4.1. Κανονισμοί υγείας και ασφάλειας στην εργασία, προστασία του περιβάλλοντος

Το περιεχόμενο αυτού του κεφαλαίου συμπληρώνεται από τα θέματα που παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 4.1. Κανονισμοί υγείας και ασφάλειας για την εγκατάσταση στην ενότητα Μ2.Υ2. Συναρμολόγηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.

Ο εγκαταστάτης φωτοβολταϊκών εκτελεί ένα επάγγελμα με υψηλότερη πιθανότητα κινδύνου. Αυτό οφείλεται στο γεγονός της συνεχούς επαφής με τον ενεργό ηλεκτρικό εξοπλισμό, καθώς και των κινδύνων που προκαλούνται από την εργασία σε ένα ύψος και σχετίζονται με την κίνηση φορτίων διαφορετικών διαστάσεων και χωρητικότητας. Επομένως, η εφαρμογή των κανονισμών για την υγεία και την ασφάλεια είναι πολύ σημαντική από την άποψη της διασφάλισης της υγείας και της ζωής των εργαζομένων που εκτελούν συγκεκριμένες δραστηριότητες. Είναι επίσης σημαντικό από την άποψη της νομικής ασφάλειας των ιδιοκτητών της εταιρείας. Δυστυχώς, πολλοί κανόνες για την ασφαλή εργασία είναι συχνά ξεχασμένοι. Ως εκ τούτου, τα ζητήματα αυτά πρέπει να ληφθούν υπόψη για να μην παραβιαστούν οι κανονισμοί αυτοί.

Ο εγκαταστάτης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης θα πρέπει να είναι εφοδιασμένος με ατομικά μέτρα προστασίας με τη μορφή εξοπλισμού ατομικής προστασίας κατά τη πτώση από ύψος που θα αποτελείται από τιράντες και ένα σχοινί ασφαλείας με απορροφητήρα κραδασμών και σκάλα ή σκαλωσιά ή ανυψωτικό.

Ο εγκαταστάτης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης δεν είναι μόνο υπεύθυνος για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων στο χώρο εγκατάστασης, αλλά και για την υγεία και την ασφάλεια των πελατών και άλλων ανθρώπων για τους οποίους ενδέχεται να επηρεαστούν οι εργασίες συναρμολόγησης. Ο εγκαταστάτης είναι επίσης υπεύθυνος για τη μακροπρόθεσμη ασφάλεια του εγκατεστημένου συστήματος. Έτσι, υπάρχει η ευθύνη του προσδιορισμού των κινδύνων που σχετίζονται με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων, λαμβάνοντας τα κατάλληλα μέτρα για τον έλεγχο και την ελαχιστοποίηση αυτών των κινδύνων.

Κάθε εγκατάσταση είναι διαφορετική, οπότε αυτή η μελέτη δεν είναι σε θέση να απαριθμήσει όλες τις περιπτώσεις παραβίασης των κανόνων ασφάλειας της εργασίας με πλήρη και σαφή τρόπο.

Κανόνες Υγείας και ασφάλειας

Οι κανόνες υγείας και ασφάλειας ορίζονται στην Οδηγία αριθ. 89/391 / ΕΟΚ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής της 12ης Ιουνίου 1998 σχετικά με την εισαγωγή μέτρων για τη στήριξη της βελτίωσης της επαγγελματικής υγείας και ασφάλειας.

Η εφαρμογή των κανόνων για την υγεία και την ασφάλεια επιτρέπει να προσδιοριστεί:

α) Μπορεί να προληφθεί ή να αποφευχθεί ο κίνδυνος; Είναι δυνατόν να το εξαλείψουμε, για παράδειγμα, εξετάζοντας εάν μια συγκεκριμένη αποστολή ή εργασία είναι

απαραίτητη ή αφαιρώντας τον κίνδυνο με τη χρήση άλλων υλικών ή διαδικασιών εργασίας.

β) Εάν ο κίνδυνος δεν μπορεί να αποφευχθεί, πρέπει να καθοριστεί πώς μπορεί να μειωθεί σε επίπεδο όπου η υγεία και η ασφάλεια των εργαζομένων δεν θα απειληθεί.

Θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν, μεταξύ άλλων, τα ακόλουθα προληπτικά μέτρα:

- καταπολέμηση του κινδύνου στην πηγή,
- προσαρμογή στην τεχνολογική πρόοδο,
- αντικατάσταση συσκευής, υλικού ή άλλου παράγοντα κινδύνου, τη λιγότερη επικίνδυνη εναλλακτική λύση),
- ανάπτυξη μιας συνεκτικής γενικής προληπτικής πολιτικής που να καλύπτει την τεχνολογία, την οργάνωση της εργασίας, τις συνθήκες εργασίας, τις κοινωνικές σχέσεις και τον αντίκτυπο των παραγόντων που σχετίζονται με το εργασιακό περιβάλλον,
- την παρουσίαση μέτρων συλλογικής προστασίας πάνω από τον εξοπλισμό ατομικής προστασίας (π.χ. έλεγχο της έκθεσης σε καπνούς μέσω συστήματος εξαερισμού, αντί για χρήση ατομικών συσκευών αναπνευστικής προστασίας),
- έκδοση κατάλληλων οδηγιών στον εργαζόμενο.

Οι ευρωπαϊκές απαιτήσεις για την επαγγελματική ασφάλεια είναι γενικά διαθέσιμες, μεταξύ άλλων, στη διεύθυνση: <https://osha.europa.eu/pl/legislation/directives>, www.hse.gov.uk. Οι εθνικοί κανονισμοί έχουν προσαρμοστεί στις ευρωπαϊκές ρυθμίσεις. Οι εταιρείες που έχουν εφαρμόσει το σύστημα διαχείρισης της υγείας και της ασφάλειας στην εργασία βασίζονται συνήθως στις απαιτήσεις των προτύπων του OHSAS (Σύστημα Διαχείρισης Υγείας και Ασφάλειας στην Εργασία)

- BS OHSAS – 18001 – ή PN-N-18001: 2004 Σύστημα διαχείρισης της υγείας και της ασφάλειας κατά την εργασία – Προδιαγραφές.
- BS OHSAS – 18002 – Σύστημα διαχείρισης της υγείας και της ασφάλειας στην εργασία – Κατευθυντήριες γραμμές για την εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου.
- BS OHSAS – 18004 – Σύστημα διαχείρισης της υγείας και της ασφάλειας στην εργασία – Οδηγίες εφαρμογής.

Σχέδιο Υγείας και Ασφάλειας

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η υλοποίηση του έργου με εγγυημένη την ασφάλεια θα πρέπει να αναπτυχθεί ένα Σχέδιο Υγείας και Ασφάλειας, το οποίο δεν πρέπει να είναι εκτεταμένο, αλλά πρέπει πάντα να περιλαμβάνει:

- Κατάλογο και περιγραφή των προς εκτέλεση εργασιών.
- Αξιολόγηση κινδύνου με κατάλογο απειλών και υφιστάμενων προφυλάξεων.
- Περιγραφή των κανόνων ασφαλείας που πρέπει να ακολουθούνται και κατάλογος των μέτρων ασφαλείας που πρέπει να ληφθούν.
- Ισχύουσες διατάξεις.

Κατά την προετοιμασία του σχεδίου υγείας και ασφάλειας, βεβαιωθείτε ότι το περιεχόμενό του είναι σαφές και συνοπτικό, ώστε ο εγκαταστάτης να το κατανοήσει και να εφαρμόσει τις κατάλληλες οδηγίες.

Πιθανοί κίνδυνοι όταν εργάζεστε με φωτοβολταϊκά συστήματα

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων δημιουργεί ένα συνδυασμό κινδύνων που ένας εγκαταστάτης δεν μπορεί να συναντήσει κατά τη διάρκεια προηγούμενων εργασιών,

συμπεριλαμβανομένου του χειρισμού βαρέων φορτίων, την εργασία σε ύψος ή τον κίνδυνο ηλεκτροπληξίας. Στην πράξη, υπάρχουν πολλοί κίνδυνοι που χαρακτηρίζουν τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, οι οποίοι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την εκπόνηση σχεδίου οργάνωσης της εργασίας και ανάλυσης κινδύνου για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Οι πιο σημαντικές από αυτές τις απειλές δίνονται παρακάτω. Πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω της συνεχώς μεταβαλλόμενης φύσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων, οι ακόλουθες πληροφορίες δεν εξαντλούν τους κινδύνους που μπορεί να προκύψουν και μπορεί να αποφευχθούν, επικαιροποιούν τις γνώσεις σε αυτόν τον τομέα και λαμβάνουν τα κατάλληλα προστατευτικά μέτρα. Κατά την προετοιμασία του σχεδίου οργάνωσης της εργασίας και της εκτίμησης κινδύνου πρέπει να δοθεί προσοχή στον εξοπλισμό που είναι απαραίτητος για την εξασφάλιση της ασφάλειας του εγκαταστάτη κατά την εγκατάσταση (π.χ. εξοπλισμός ατομικής προστασίας) και στους κινδύνους που συνδέονται με τη συναρμολόγηση εξαρτημάτων φωτοβολταϊκού συστήματος (π.χ. εξοπλισμός).

Αξιολόγηση κινδύνου

Η εφαρμογή της αρχής της ορθής πρακτικής στον εργασιακό χώρο πρέπει να ξεκινήσει με κατάλληλη εκτίμηση των κινδύνων και των σχετικών απειλών. Η αξιολόγηση αυτή πρέπει να λαμβάνει υπόψη όλους τους τύπους καταστροφών και κινδύνων στο χώρο εργασίας, ώστε να εξασφαλίζεται ότι η έκθεση των εργαζομένων και των άλλων σε κινδύνους περιορίζεται αποτελεσματικά, όχι μόνο για να αντικαταστήσει έναν κίνδυνο άλλο. Ο κίνδυνος ορίζεται ως η πιθανότητα εμφάνισης ανεπιθύμητων συμβάντων (απειλών / κινδύνων) που σχετίζονται με την εργασία, προκαλώντας απώλειες και τις επιπτώσεις τους στην υγεία ή τη ζωή των εργαζομένων με τη μορφή επαγγελματικών ασθενειών και ατυχημάτων στην εργασία. Η αξιολόγηση ενός τέτοιου κινδύνου αποτελεί μια εις βάθος εξέταση του κατά πόσον έχουν ληφθεί επαρκείς προφυλάξεις και αν μπορούν να γίνουν περισσότερα για την πρόληψη ζημιών. Η ανάλυση κινδύνου αποτελείται από τον εντοπισμό των κινδύνων που συνδέονται με την επιχείρηση (που προκύπτουν από την εργασία που πραγματοποιείται ή από άλλους παράγοντες, π.χ. χώρο εργασίας, καιρικές συνθήκες) και από την εκτίμηση του μεγέθους τους, λαμβανομένων υπόψη των υφιστάμενων προφυλάξεων. Τα αποτελέσματα μιας ορθώς διεξαχθείσας εκτίμησης κινδύνου θα πρέπει να συμβάλουν στον προσδιορισμό των καταλληλότερων αρχών ορθής πρακτικής στον χώρο εργασίας. Η αξιολόγηση των κινδύνων πρέπει πάντοτε να γίνεται πριν από την εφαρμογή των αρχών ορθής πρακτικής στον χώρο εργασίας. Πρέπει να προσαρμοστεί στις συγκεκριμένες συνθήκες και ανάγκες.

Βήματα που πρέπει να ληφθούν πριν την έναρξη της εργασίας

Ο εγκαταστάτης των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων πρέπει:

- 1) Διαβάσει προσεκτικά τις οδηγίες ασφάλειας εργασίας στο χώρο εργασίας.
- 2) Ακούσει τις οδηγίες του επιβλέποντος.
- 3) Φορέσει στολή και προστατευτικό ρουχισμό που προορίζεται για χρήση σε συγκεκριμένο σταθμό εργασίας (φόρμες εργασίας, ανακλαστικό γιλέκο, καλύμματα κεφαλής, παπούτσια με μεταλλικά δάκτυλα και σόλα ανθεκτική σε τρύπημα, μαξιλάρια γόνατος, προστατευτικά γάντια). Πρέπει να αφαιρέσει όλα τα περιττά αντικείμενα, όπως τα κοσμήματα, κλπ.
- 4) Φορέσει ατομικό προστατευτικό εξοπλισμό: προστατευτικό κράνος, ζώνη ή ιμάντα προστασίας από την πτώση από ύψος, γυαλιά ηλίου, μάσκες σκόνης κατά την εργασία με αμίαντο.

- 5) Προετοιμασία του εξοπλισμού (φορητές σκάλες – τεχνικά αποδοτικές), ηλεκτρικά εργαλεία, μετρητές και υλικά που χρειάζονται κατά την εργασία κ.λπ.
- 6) Αφαιρέσει όλα τα περιττά αντικείμενα στο χώρο εργασίας. Βεβαιωθεί ότι η βάση γύρω από τον χώρο εργασίας είναι σταθερή και ομοιόμορφη.
- 7) Βεβαιωθεί ότι η έναρξη της εργασίας δεν θα προκαλέσει κινδύνους για άτομα που είναι κοντά ή στο χώρο εργασίας.
- 8) εξοικειωθεί με τις εργασίες για την τρέχουσα ημέρα.
- 9) Αν δεν βρεθούν κίνδυνοι σε συγκεκριμένο σταθμό εργασίας, μπορεί να εκτελεστούν οι εργασίες.

Βήματα που πρέπει να γίνουν κατά την διάρκεια της εργασίας

Κατά την διάρκεια της εργασίας, ο εγκαταστάτης φωτοβολταϊκών συστημάτων πρέπει να:

- 1) Τηρεί αυστηρά τις συστάσεις: οδηγίες για την ασφάλεια στο χώρο εργασίας και οδηγίες των ανωτέρων.
- 2) Τηρεί τη σειρά εργασίας.
- 3) Εκτελεί μόνο τις εργασίες που ανατέθηκαν από τον άμεσο ανώτερο.
- 4) Ενώ συγκεντρώνει όλες τις εργασίες, συγκεντρώνει όλη την προσοχή του μόνο στις δραστηριότητες που εκτελούνται. Να εργάζεται με ταχύτητα που αντιστοιχεί στον φυσικό ρυθμό της εργασίας.
- 5) Τα υλικά που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της εργασίας πρέπει να αποθηκεύονται έτσι ώστε να μην δημιουργούν κινδύνους ατυχημάτων. Τα εργαλεία πρέπει να τοποθετούνται σε αυστηρά καθορισμένους χώρους.
- 6) Εάν κατά τη διάρκεια της εργασίας πρέπει να χρησιμοποιηθούν σκάλες, πλατφορμες ή σκαλωσιές, πρέπει να φυλάσσονται ώστε να είναι τεχνικά υγιείς και να ορίζονται σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς.
- 7) Οι σκάλες πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο για εργασίες χαμηλού κινδύνου, για εργασία μικρής διάρκειας.
- 8) Οι εργασίες σε ύψος πρέπει να γίνονται έτσι ώστε να μην ενοχλούνται οι άλλοι εργαζόμενοι που εκτελούν τα καθήκοντά τους.
- 9) Εάν είναι απαραίτητο να εγκαταλείψετε το χώρο εργασίας, ο εγκαταστάτης είναι υποχρεωμένος να ελέγξει εάν τα εργαλεία εργασίας που παραμένουν πίσω απειλούν, για παράδειγμα, άλλους εργαζόμενους που περνούν από εκεί.
- 10) Σε περίπτωση αμφιβολιών ως προς τον τρόπο εκτέλεσης της εργασίας, ο εγκαταστάτης θα πρέπει να ζητήσει από τους ανώτερους ή εκπαιδευμένους εμπειρογνώμονες λεπτομερείς οδηγίες. Η εργασία μπορεί να επαναληφθεί μετά την άρση των αμφιβολιών και (κατά προτίμηση) υπό την επίβλεψη του επιβλέποντος.
- 11) Να θυμάται ότι οι φωτοβολταϊκές μονάδες που εκτίθενται στο ηλιακό φως παράγουν ρεύμα και τάση και δεν μπορούν να απενεργοποιηθούν, πράγμα που σημαίνει ότι ο εγκαταστάτης εργάζεται με ηλεκτροφόρα ηλεκτρικά κυκλώματα.
- 12) Για να αποφύγει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή μονάδα, πρέπει να καλύψει ολόκληρη την επιφάνεια με ένα αδιαφανές κάλυμμα.

Εγκαταστάτης φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν επιτρέπεται να:

- 1) Εκτελεί επικίνδυνες μεθόδους εργασίας, ώστε να δημιουργήσει κινδύνους για τον εαυτό του ή το περιβάλλον.
- 2) Μην ακολουθεί συγκεκριμένες οδηγίες και συστάσεις των ανωτέρων.
- 3) Χρησιμοποιεί ακατάλληλες μεθόδους εργασίας.
- 4) Εργάζεται χωρίς την απαιτούμενη προσωπική προστασία.

- 5) Χρησιμοποιεί σκάλες, πλατφόρμες, σκαλωσιές που είναι τεχνικά ανεπαρκείς.
- 6) Χρησιμοποιεί λάθος, μη λειτουργικά εργαλεία, ηλεκτρικά εργαλεία.
- 7) Εκτελεί εργασίες κατά τη διάρκεια καταιγίδας, ισχυρών ανέμων ή άλλων απειλών.
- 8) προκαλέσει βλάβη στα στοιχεία στέγης και να προκαλέσει διαρροή του κτιρίου.
- 9) Εκτελεί εργασίες σε ύψος (σε σκάλα, πλατφόρμα από σκαλωσιά κ.λπ.), με κακή διάθεση. Θα έπρεπε να έχει αναφερθεί στον επόπτη, ο οποίος θα αποφασίσει για την περαιτέρω πορεία του έργου του εργαζομένου.
- 10) Επισκευάζει ζωντανές ηλεκτρικές συσκευές (αν ο εργαζόμενος δεν έχει την κατάλληλη άδεια).
- 11) Αγγίζει ζωντανά ηλεκτρικά καλώδια.
- 12) Φωτίζει τους χώρους εργασίας με φορητούς λαμπτήρες με τάση μεγαλύτερη των 24 V.
- 13) επιτρέπει σε άλλους να εργάζονται στον χώρο εργασίας τους χωρίς τη γνώση του επιβλέποντος.
- 14) Ενοχλεί άλλους στην εργασία.
- 15) Να παρεμποδίζει τον δρόμο προς σταθμούς εργασίας, πυροσβεστικό εξοπλισμό και ηλεκτρικούς διακόπτες.
- 16) Αφήνει μετά την εργασία, τα χρησιμοποιημένα κουρέλια κλπ.
- 17) Καπνίζει και χρησιμοποιεί ανοιχτή φωτιά κατά την εργασία. Πρέπει να καπνίζει μόνο σε μέρη που έχουν καθοριστεί γι' αυτό και φέρουν κατάλληλη σήμανση.
- 18) Καταναλώνει οινόπνευμα στο χώρο εργασίας.
- 19) Υπερβαίνει τα επιτρεπόμενα πρότυπα μεταφοράς φορτίου στη χειροκίνητη μεταφορά.

Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας, ο εγκαταστάτης ΦΣ πρέπει να:

- 1) Ανοίγει αγωγίμα στοιχεία, π.χ. Πλαίσιο του φωτοβολταϊκού πλαισίου που έχει σχεδιαστεί για την τοποθέτηση ολόκληρου του συστήματος.
- 2) Τοποθετεί ε καλύμματα σε ηλεκτρικά καλώδια.
- 3) Καθαρίζει σχολαστικά τον σταθμό εργασίας, να ρυθμίζει τα εργαλεία και τις βοηθητικές συσκευές στις καθορισμένες θέσεις.
- 4) Καθαρίζει την χρησιμοποιημένη προσωπική προστασία και να τοποθετεί μακριά σε ένα μόνιμο χώρο αποθήκευσης.
- 5) Βεβαιωθεί ότι ο αριστερός σταθμός και οι συσκευές δεν δημιουργούν απειλές για το περιβάλλον.
- 6) Παρέχει πληροφορίες σχετικά με την πρόοδο των εργασιών που εκτελούνται στον άμεσο προϊστάμενό σας.

Επιπρόσθετες σημειώσεις

Ο εγκαταστάτης Φ / Β πρέπει να:

- 1) Φροντίζει την προσωπική υγιεινή του και την τακτοποιημένη εμφάνιση του.
- 2) Σε περίπτωση αμφιβολιών ως προς την ορθότητα των ενεργειών του, να ζητήσει πρόσθετη καθοδήγηση από τις άμεσες ανώτερες ή επαγγελματικές υπηρεσίες.

Βήματα που θα ληφθούν μετά την ολοκλήρωση της εργασίας

- 1) Πρέπει να αφήσει τον σταθμό εργασίας στη σειρά. Ο εγκαταστάτης πρέπει να συγιρήσε τα εργαλεία και τα βοηθητικά όργανα στις καθορισμένες θέσεις.
- 2) Ελέγξει την κατάσταση του εξοπλισμού ατομικής προστασίας.
- 3) Όλες οι περιστάσεις που ενδέχεται να θέσουν σε κίνδυνο την ασφάλεια του χειριστή ή τρίτων υποχρεώνουν τον εγκαταστάτη να τις αναφέρει στον επιβλέποντα. Σε περίπτωση επικείμενου κινδύνου λόγω μη συμμόρφωσης της εταιρείας με τους κανόνες υγείας και ασφάλειας στην εργασία, ο εγκαταστάτης των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων έχει το

δικαίωμα να απέχει από την εκτέλεση εργασίας (διατηρεί το δικαίωμα σε αμοιβή, ωστόσο δεν μπορεί να αρνηθεί να αναλάβει άλλη ισοδύναμη εργασία εάν είναι δυνατή η άμεση απομάκρυνση των κινδύνων από προηγούμενες εργασίες).

4.2. Προστασία υγείας κατά τις εργασίες εγκυγχρονισμού και συντήρησης των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων

Ασφαλής εργασία με ηλεκτρικά κυκλώματα, γενικοί κανόνες

Το βασικό μέτρο ασφαλείας για την αποφυγή ηλεκτροπληξίας κατά τη συναρμολόγηση και τις εργασίες σέρβις σε ηλεκτρικά κυκλώματα είναι η απενεργοποίησή τους από την τάση. Κατά την εργασία με ηλεκτρικά κυκλώματα πρέπει να τηρούνται οι ακόλουθοι κανόνες:

- Να απενεργοποιείτε πάντα την τροφοδοσία ρεύματος πριν από την εργασία στο κύκλωμα.
- το κύκλωμα αποσυνδεδεμένο από την τάση δεν θα προκαλέσει ηλεκτροπληξία. Δυστυχώς, πολλά ατυχήματα προκαλούνται από κυκλώματα που θεωρούνταν αποσυνδεδεμένα από το τροφοδοτικό. Ασφαλής εργασία με κυκλώματα περιλαμβάνει έλεγχο πριν από την εργασία, αν υπάρχει επικίνδυνη τάση σε αυτά,
- χρησιμοποιήστε ένα μετρητή ή έναν ελεγκτή κυκλώματος, όπως έναν μετρητή πελμάτων (pincer meter), για να βεβαιωθείτε ότι το κύκλωμα δεν είναι ζωντανό.
- χρησιμοποιήστε τον ασφαλειοδιακόπτη και σημειώστε τον με τον κατάλληλο τρόπο.
- μπλοκάρτε τον ασφαλειοδιακόπτη εάν έχει μπλοκάρισμα. Πρέπει να υπογραμμιστεί ότι το σήμα αποκλεισμού δεν είναι για το πρόσωπο που ο εγκαταστάτης γνωρίζει και ποιος γνωρίζει για το έργο του, αλλά για ένα πρόσωπο το οποίο ο εγκαταστάτης δεν γνωρίζει και που δεν γνωρίζει για το έργο του με το κύκλωμα. Τα άτομα που εκτίθενται σε τέτοια ηλεκτρικά κυκλώματα πρέπει να ενημερώνονται για τον κίνδυνο.
- να επισημανθούν όλα τα κυκλώματα στα οποία θα γίνει η εργασία, σε σημεία όπου μπορεί να ενεργοποιηθεί ο εξοπλισμός ή το κύκλωμα.

Εκτός από τα προαναφερθέντα έργα που πρέπει να εκτελεστούν με αποσυνδεδεμένη ισχύ, ένας αριθμός εργασιών ελέγχου και μέτρησης εκτελούνται, οι οποίες περιλαμβάνονται στα έργα που εκτελούνται υπό συνθήκες ιδιαίτερης απειλής για την ανθρώπινη υγεία και ζωή. Για το λόγο αυτό, κατά την εφαρμογή τους πρέπει να εφαρμόζονται ειδικοί κανόνες οργάνωσης της εργασίας και πρόσθετης τεχνικής προστασίας με τη μορφή μονωτικού εξοπλισμού.

Ασφαλή λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων, γενικές αρχές

Επί του παρόντος, ο ηλεκτρισμός παρέχεται κυρίως από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας υπό τον έλεγχο των επιχειρήσεων ενέργειας. Για το λόγο αυτό, οι ηλεκτρολόγοι εξοικειώνονται κυρίως με τις εγκαταστάσεις και τα συστήματα που τροφοδοτούνται με εναλλασσόμενο ρεύμα από το δίκτυο. Κατά την εργασία με φωτοβολταϊκά συστήματα, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη δύο πηγές ενέργειας: ένα δίκτυο ενός εξωτερικού προμηθευτή ενέργειας και ενός ηλιακού συστήματος.

Η απενεργοποίηση της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος δεν αναγκάζει το ηλιακό σύστημα να σταματήσει να παράγει ενέργεια. Σε φωτοβολταϊκά συστήματα, η εργασία πραγματοποιείται στην πηγή ενέργειας (φωτοβολταϊκή μονάδα και σχετική καλωδίωση) και αυτό είναι διαφορετική από την εργασία στο ηλεκτρικό κύκλωμα που είναι

αποσυνδεδεμένο από το δίκτυο. Ακόμη και οι κακές συνθήκες φωτισμού μπορούν να δημιουργήσουν ηλεκτρικό δυναμικό που μπορεί να προκαλέσει ηλεκτροπληξία ή σπινθήρα. Μια τέτοια πυρκαγιά είναι πολύ επικίνδυνη επειδή μπορεί επίσης να προκαλέσει την πτώση του εγκαταστάτη από την οροφή ή τη σκάλα.

Κατά την εργασία με φωτοβολταϊκά συστήματα θα πρέπει να τηρούνται όλες οι διαδικασίες λειτουργίας των ηλεκτρικών κυκλωμάτων (οι βασικές παρουσιάζονται στο σημείο 3.1), δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή σε θέματα που αφορούν τα φωτοβολταϊκά συστήματα, όπως:

1. Ορθή λειτουργία μετατροπών και άλλων στοιχείων του φωτοβολταϊκού συστήματος. Μπορούν να εξοπλιστούν με πυκνωτές μεγάλης χωρητικότητας με αποθηκευμένα ηλεκτρικά φορτία ακόμη και μετά την αποσύνδεση της πηγής ενέργειας. Διαβάστε και ακολουθήστε τις οδηγίες του κατασκευαστή για την ασφαλή χρήση του εξοπλισμού.
2. Η μέθοδος "απενεργοποίησης" της ηλιακής μονάδας, η οποία είναι η διακοπή της πηγής ενέργειας, δηλ. Ο ήλιος. Εάν είναι απαραίτητο, καλύψτε τις μονάδες με ένα αδιαφανές κάλυμμα για να εμποδίσετε την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
3. Η ηλιακή ακτινοβολία, ακόμη και χαμηλής έντασης, μπορεί να δημιουργήσει ηλεκτρικό δυναμικό και να δημιουργήσει κίνδυνο σοκ ή σπινθήρες.
4. Αυτό μπορεί να είναι πολύ μικρή τάση για να ξεκινήσει ο μετατροπέας, αλλά αρκετή για να προκαλέσει ηλεκτροπληξία που μπορεί να βλάψει τον μη-κρυφό εγκαταστάτη.
5. Όταν εργάζεστε με αλυσίδα φωτοβολταϊκών μονάδων που απαιτεί σύνδεση ή αποσύνδεση από το σύστημα, πρέπει να χρησιμοποιήσετε διακόπτη τάσης συνεχούς ρεύματος. Μαρκάρετε και μπλοκάρτε το κύκλωμα χρησιμοποιώντας τις τυπικές διαδικασίες.
6. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα που είναι συνδεδεμένα στο ηλεκτρικό δίκτυο έχουν δύο πηγές ενέργειας.
7. Η αποσύνδεση της ηλεκτρικής τροφοδοσίας δεν επηρεάζει το δυναμικό εξόδου των φωτοβολταϊκών μονάδων, ακόμα και μετά την απενεργοποίηση του μετατροπέα. Αυτό σημαίνει ότι η αποσύνδεση αυτή δεν διακόπτει την πηγή ενέργειας από τους φωτοβολταϊκούς πίνακες. Η καλωδίωση από την πλευρά της φωτοβολταϊκής γεννήτριας μπορεί να βρίσκεται ακόμη υπό τάση που μπορεί να προκαλέσει σημαντική ροή ρεύματος ακόμη και σε χαμηλές ηλιακές συνθήκες.
8. Οι αποσυνδετήρες του διακόπτη συνεχούς ρεύματος (DC switch disconnectors) μπορούν να απομονώσουν φωτοβολταϊκά πάνελ, αλλά δεν απενεργοποιούν τις πηγές ενέργειας. Θα πρέπει να θυμόμαστε ότι ακόμη και μετά την αποσύνδεση, ο αγωγός από τις φωτοβολταϊκές μονάδες στον αποσυνδετήρα είναι ζωντανός. Επομένως, πρέπει να αντιμετωπίζετε την καλωδίωση από τις φωτοβολταϊκές μονάδες με την ίδια προσοχή όπως τα πλευρικά κυκλώματα ηλεκτρικής τροφοδοσίας. Ένα μικρό φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να παράγει τάση μέχρι 600 V DC.
9. Υπάρχει κίνδυνος σπινθήρα κατά τη σύνδεση ή αποσύνδεση των αλυσίδων φωτοβολταϊκής μονάδας.
10. Ποτέ μην αποσυνδέετε τους συνδετήρες φωτοβολταϊκών στοιχείων ή τις συνδεδεμένες καλωδιώσεις.
11. Όταν συνδέετε ή αποσυνδέετε την αλυσίδα φωτοβολταϊκής μονάδας, εάν το κύκλωμα είναι κλειστό ή η αλυσίδα της μονάδας είναι υπό τάση, ενδέχεται να παρουσιαστεί σπινθήρισμα στον συνδετήρα. Ο ηλεκτρικός σπινθήρας έχει αρκετή ενέργεια για να προκαλέσει σοβαρά εγκαύματα. Ένας άλλος κίνδυνος είναι η έκπληξη του εγκαταστάτη

με ένα σπινθήρα, η οποία μπορεί να προκαλέσει απώλεια ισορροπίας και να πέσει από τη στέγη ή τη σκάλα.

12. Όταν εργάζεστε σε φωτοβολταϊκό σύστημα, η πηγή ηλιακής ενέργειας πρέπει να αποσυνδεθεί μέσω ενός αποσυνδετήρα διακόπτη DC.
13. Για να ελέγξετε αν δεν υπάρχει επικίνδυνη τάση στο κύκλωμα, συνιστάται η χρήση ενός μετρητή πένσας(pliers meter).

Ηλεκτρική ασφάλεια στα φωτοβολταϊκά συστήματα – επιλογή στοιχείων και των αντικτιπών τους σε θέματα ασφάλειας

Απαιτήσεις εγκατάστασης

Το βασικό πρότυπο για την εγκατάσταση ηλεκτρικών συστημάτων μέχρι 1000 V AC στα κτίρια είναι το πρότυπο PN-IEC 60364 και θα πρέπει επίσης να χρησιμοποιείται για φωτοβολταϊκά συστήματα. Περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, κανονισμούς σχετικά με την προστασία από ηλεκτροπληξία (μέρος 4-41), προστασία από υπερένταση (μέρος 4-43), επιλογή και συναρμολόγηση ηλεκτρικού εξοπλισμού – καλωδίωση (μέρος 5-52) και προστασία έναντι ατμοσφαιρικών ή υπερτάσεων, Προστασία από ηλεκτρομαγνητικές διαταραχές και ηλεκτρομαγνητικές διαταραχές (μέρη 4-443 και 4-444) και σε μέρη 7-712: 2007 Ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις σε κατασκευαστικά έργα: Απαιτήσεις για ειδικές εγκαταστάσεις ή τοποθεσίες – Φωτοβολταϊκά (PV) συστήματα ισχύος Εισάγει: HD 60364-7-712:2005 / AC:2006 [IDT], HD 60364-7-712:2005 [IDT] αντικαθιστά: PN-HD 60364-7-712:2006.

Γεννήτρια Φωτοβολταϊκού Συστήματος

Οι φωτοβολταϊκές μονάδες πρέπει να πληρούν τα ακόλουθα πρότυπα:

- IEC 61215 για κρυσταλλικές μονάδες,
- IEC 61646 για μονάδες λεπτού υμενίου,
- IEC 61730 – για την ασφάλεια των φωτοβολταϊκών μονάδων.

Οι ενότητες πρέπει να διαθέτουν το σήμα CE.

Όλες οι παράμετροι των εξαρτημάτων στην πλευρά DC (καλώδια, απομονωτές / αποζεύκτες, διακόπτες, ασφάλειες κ.λπ.) πρέπει να προέρχονται από τη μέγιστη τάση και ρεύμα του αντίστοιχου μέρους της φωτοβολταϊκής γεννήτριας με την οποία συνεργάζονται. Είναι απαραίτητο να ληφθούν υπόψη τα ρεύματα και οι τάσεις που προκύπτουν από σειρές / παράλληλες συνδέσεις μονάδων που σχηματίζουν φωτοβολταϊκή γεννήτρια. Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι μέγιστες ισχύς των επιμέρους μονάδων. Αυτές οι ισχύς προκύπτουν από δύο παραμέτρους που παρέχονται από κάθε κατασκευαστή για κάθε μονάδα, Τάση ανοικτού κυκλώματος V_{oc} και ρεύμα σφάλματος I_{sc} . Οι κατασκευαστές δίνουν αυτές τις τιμές που μετρήθηκαν υπό τυποποιημένες συνθήκες δοκιμής (STC), δηλ. Σε ένταση ακτινοβολίας 1000 W / m², αριθμό μάζας AM1,5 και θερμοκρασία κυψελίδας 25 ° C. Στην εργασία, όχι σε συνθήκες STC, αυτές οι τιμές μπορεί να είναι διαφορετικές και συνεπώς συνιστώνται οι ακόλουθοι πολλαπλασιαστές για τον προσδιορισμό των μέγιστων τιμών:

- 1) Για μονάδες μονο-και πολυκρυσταλλικού πυριτίου, όλα τα εξαρτήματα DC πρέπει να έχουν τις εξής διαστάσεις:
 - Τάση: V_{oc} (STC) x 1,15,
 - Ρεύμα: I_{sc} (STC) x 1,25.

- 2) Αυτό σημαίνει ότι για N παράλληλα συνδεδεμένες αλυσίδες, όταν κάθε αλυσίδα αποτελείται από M συνδεδεμένο σε σειρά, τα κύρια καλώδια DC πρέπει να έχουν τις εξής διαστάσεις:
- Τάση: $V_{oc} (STC) \times M \times 1,15$,
 - ρεύμα: $I_{sc} (STC) \times N \times 1,25$.
- 3) Για άλλες μονάδες – όλα τα εξαρτήματα DC πρέπει να έχουν διαστάσεις τουλάχιστον με βάση:
- Το λιγότερο ευνοϊκό υπολογισμό των V_{oc} και I_{sc} που δίνεται από συστήματος.

Προστασία από ηλεκτρικό σοκ

Η βασική προστασία σημαίνει ότι τα ενεργά μέρη του φωτοβολταϊκού συστήματος, τα οποία είναι υπό τάση, δεν μπορούν να έρθουν σε επαφή και τα διαθέσιμα αγωγίμα εξαρτήματα δεν πρέπει να βρίσκονται κάτω από αισθητή τάση γείωσης. Η προστασία αυτή συνήθως εξασφαλίζεται με βασική μόνωση ή / και κατάλληλες δομικές λύσεις, π.χ. ένα κάλυμμα. Επιπλέον, το πρότυπο PN-IEC60364 απαιτεί προστασία από ηλεκτροπληξία ακόμη και σε περίπτωση βλάβης της "βασικής μόνωσης". Σε περίπτωση δυσλειτουργίας, πρέπει να βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχει επικίνδυνη τάση στα στοιχεία που μπορεί να επηρεαστούν, για παράδειγμα, στο περίβλημα της συσκευής. Οι πιο απλές μέθοδοι προστασίας σε φωτοβολταϊκά συστήματα είναι η προστατευτική μόνωση και η χρήση κυκλωμάτων SELV πολύ χαμηλής τάσης. Συνιστάται η χρήση μονάδων με μόνωση ασφαλείας κατηγορίας II.

Τέτοιες μονάδες επιτρέπουν την επίτευξη υψηλότερων τάσεων της φωτοβολταϊκής γεννήτριας και συνεπώς των γενικών συντελεστών καλύτερης απόδοσης. Ο κίνδυνος διάσπασης στο έδαφος για αυτές τις μονάδες είναι ελάχιστος, επομένως η προστασία υπερφόρτωσης στα καλώδια των αλυσίδων και στις μονάδες είναι απλή. Τα μεταλλικά γειωμένα μέρη συνιστώνται επίσης για την αποφυγή ηλεκτροπληξίας από επικίνδυνη επαφή στον εξοπλισμό.

Εάν το φωτοβολταϊκό σύστημα δεν έχει ηλεκτρικό διαχωρισμό μεταξύ της πλευράς συνεχούς ρεύματος και εναλλασσόμενου ρεύματος (π.χ.: περιέχει έναν μετατροπέα χωρίς μετασχηματιστή) και διαθέτει διάταξη διαφορικού ρεύματος, πρέπει να συμμορφώνεται με την προδιαγραφή τύπου B σύμφωνα με το PN-IEC 60755 και πρέπει να αντιδρά επίσης σε ρεύματα με σταθερό στοιχείο. Για να διασφαλιστεί η προστασία από την άμεση επαφή, πρέπει να ρυθμιστεί για να ανιχνεύει τρέχουσες αποκλίσεις μέχρι 30mA.

4.3. Κανόνες ασφάλειας για την συντήρηση και διατήρηση της ηλιακής εγκατάστασης

Προστασία από υπεφόρτωση και μικρά κυκλώματα

Μονάδες DC και καλώδια

Εάν τα καλώδια από τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια έχουν κατάλληλη διάσταση, προστατεύονται αυτόματα από βραχυκυκλώματα στους ακροδέκτες εισόδου του μετατροπέα, καθώς η φωτοβολταϊκή γεννήτρια λειτουργεί ως πηγή ρεύματος. Η σωστή διάσταση των καλωδίων σημαίνει:

- Επιλογή της διαμέτρου του καλωδίου που εγγυάται τις κατάλληλες τιμές πυκνότητας ρεύματος με συνεχή αγωγιμότητα ρεύματος τουλάχιστον 1,25 φορές υψηλότερη από το

ονομαστικό ρεύμα βραχυκυκλώματος σε συνθήκες STC, αντίστοιχα για την αλυσίδα ή τον πίνακα μονάδων σε οποιαδήποτε θέση συστήματος,

- Οι παράμετροι των κύριων καλωδίων ισχύος έχουν σχεδιαστεί για να επιτρέπουν τη λειτουργία όπως παραπάνω με φορτίο ρεύματος 1,25 φορές μεγαλύτερο από το ονομαστικό ρεύμα βραχυκύκλωσης ολόκληρης της φωτοβολταϊκής γεννήτριας υπό συνθήκες STC.

Εάν δεν πληρούνται οι παραπάνω συνθήκες, θα πρέπει να χρησιμοποιείται προστασία υπερφόρτωσης των καλωδίων.

Σε συμβατικούς σχεδιασμούς γεννήτριας, οι ασφάλειες "αλυσίδας" μπορούν να παραλειφθούν σε συστήματα με μονάδες με ονομαστικά ρεύματα βραχυκυκλώματος περίπου 3,5 A και καλώδια σύνδεσης ανθεκτικά στη θερμοκρασία με διατομή 2,5 mm². Εάν τα δομοστοιχεία έχουν υψηλότερα ονομαστικά ρεύματα βραχυκυκλώματος, ο αριθμός αλυσίδων που είναι συνδεδεμένοι παράλληλα χωρίς ασφάλεια πρέπει να μειωθεί.

Η μέγιστη επιτρεπτή τιμή ρεύματος επιστροφής σύμφωνα με το IEC 61730-2 για μια φωτοβολταϊκή μονάδα είναι $2-2,6 \times I_{sc}$ (I_{sc} – ρεύμα βραχυκυκλώματος). Το αντίστροφο ρεύμα εξαρτάται από τον αριθμό των φωτοβολταϊκών μονάδων που συνδέονται παράλληλα και ήδη στην περίπτωση των τριών αλυσίδων θα φθάσει στην τιμή που καθορίζεται στο πρότυπο. Στην περίπτωση αυτή, δικαιολογείται η εφαρμογή προστασίας υπερέντασης. Τα αντίστροφα ρεύματα προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας της μονάδας ή των τμημάτων της και σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσει σε θερμική καταστροφή της καθώς και στην εμφάνιση του ηλεκτρικού τόξου συνεχούς ρεύματος.

Όταν εξασφαλίζεται η αντίστροφη ροή σε φωτοβολταϊκά συστήματα, πιο σημαντική είναι η επιλογή του σωστού τύπου ασφάλειας με τα χαρακτηριστικά του gPV, που εισήχθη από το πρότυπο IEC 60269-6. Εκτός από τα σωστά επιλεγμένα χαρακτηριστικά, η σωστή ονομαστική τάση της ασφάλειας είναι επίσης πολύ σημαντική, η οποία πρέπει να είναι υψηλότερη από την υψηλότερη τάση στο φωτοβολταϊκό σύστημα. Κατά την επιλογή της στάθμης του ονομαστικού ρεύματος της ασφάλειας, η εξάρτηση πρέπει να πληρούται:

$$1,4 \times I_{sc} \leq I_n \leq 2,4 \times I_{sc}$$

όπου, I_{sc} – είναι το ονομαστικό ρεύμα βραχυκυκλώματος των φωτοβολταϊκών μονάδων (που δίδεται από τον κατασκευαστή του στοιχείου) και I_n – είναι το ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας.

Συσκευές αποσύνδεσης

Οι συσκευές αποσύνδεσης DC, όπως διακόπτες, διακόπτες κυκλώματος και ασφάλειες, πρέπει να προέρχονται από τη μέγιστη τάση και το ρεύμα του σχετικού μέρους της φωτοβολταϊκής γεννήτριας με την οποία συνεργάζονται, έτσι ώστε τα ηλεκτρικά τόξα αποσύνδεσης να ασφαλίζονται με ασφάλεια.

Connection boxes

Η μέθοδος και η ποιότητα των συνδέσεων μεταξύ των εξαρτημάτων της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης έχει πολύ μεγάλη επίδραση στη σωστή λειτουργία ολόκληρου του συστήματος και την ασφάλεια. Τα περισσότερα σφάλματα μπορούν να αποφευχθούν

χρησιμοποιώντας βιομηχανικά κλιπ ελατηρίων ή ειδικά σχεδιασμένα βύσματα σύνδεσης. Ένα καλό κουτί σύνδεσης φωτοβολταϊκών στοιχείων πρέπει:

- να ενεργοποιήσετε μια απλή μέθοδο σύνδεσης χρησιμοποιώντας συνδετήρες ελατηρίων ή συνδέσεις βυσμάτων,
- να έχουν στεγανές εισόδους αγωγών με μηχανική προσαρμογή σχήματος,
- να επιτρέπουν την εισαγωγή καλωδίων από τη μονάδα προς τα κάτω σε κάθε επιτρεπόμενη θέση του συγκροτήματος μονάδας,
- να είναι κατασκευασμένα από επιβραδυντικά φλόγας,
- να πληρούν τις απαιτήσεις της τάξης προστασίας τουλάχιστον IP54.

AC page

Πρέπει να τοποθετηθεί ένας απομονωτής και κατάλληλη προστασία υπερέντασης στα καλώδια εναλλασσόμενου ρεύματος μεταξύ του μετατροπέα και του σημείου σύνδεσης του δικτύου.

Ασφαλής λειτουργία με μπαταρίες

Η εργασία με φωτοβολταϊκά συστήματα εξοπλισμένα με μπαταρίες μπορεί να είναι το πιο επικίνδυνο μέρος της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών και των εργασιών συντήρησης.

Οι μπαταρίες μπορεί να είναι επικίνδυνες!

Το πρότυπο EN 50272-2:2007 καθορίζει τις απαιτήσεις για την ασφάλεια των δευτερευουσών μπαταριών και των εγκαταστάσεων μπαταριών – Μέρος 2: Σταθερές μπαταρίες. Ισχύει για σταθερές μπαταρίες με μέγιστη τάση 1500V: μόλυβδο οξύ και νικέλιο καδμίου. Απαιτούνται απαιτήσεις ασφάλειας σχετικά με τη συναρμολόγηση, τη χρήση, τον έλεγχο, τη συντήρηση και τον παροπλισμό.

Βεβαιωθείτε ότι όλοι οι εργαζόμενοι κατανοούν τους κινδύνους και τους κανόνες ασφαλείας για τα συστήματα μπαταριών:

- είναι υποχρεωτική η εξοικείωση με τις συστάσεις του κατασκευαστή σχετικά με τον σωστό χειρισμό των μπαταριών, την εγκατάσταση και τη διάθεσή τους,
- μέχρι πρόσφατα, οι μπαταρίες μολύβδου-οξέος ήταν τυπικές μπαταρίες. Και οι δύο αυτές ουσίες είναι επικίνδυνες. Ο μόλυβδος μπορεί να προκαλέσει τοξικότητα και το οξύ μπορεί να προκαλέσει σοβαρά εγκαύματα. Επί του παρόντος, τα gel και οι μπαταρίες ιόντων λιθίου χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο,
- αποτρέψτε την ανάφλεξη / κοντά στους ακροδέκτες σύνδεσης της μπαταρίας,
- πριν ξεκινήσετε τη συντήρηση ή άλλες εργασίες με μπαταρίες, αποσυνδέστε το κύκλωμα τάσης συνεχούς ρεύματος μεταξύ των μπαταριών και του μετατροπέα,
- τα πακέτα μπαταριών μπορούν να αποθηκεύσουν ένα πολύ μεγάλο ηλεκτρικό φορτίο, το οποίο μπορεί να προκαλέσει κίνδυνο ηλεκτρικού τόξου(electric arc). Τα μεταλλικά εργαλεία και τα προσωπικά κοσμήματα μπορούν να προκαλέσουν σπινθήρες με σοβαρά εγκαύματα και έκρηξη μπαταρίας. Αφαιρέστε τα κοσμήματα και χρησιμοποιήστε μόνο τα κατάλληλα εργαλεία όταν εργάζεστε με μπαταρίες,
- Συνιστάται η προστασία των ματιών κατά την εργασία με μπαταρίες
- Οι χρησιμοποιημένες μπαταρίες πρέπει να θεωρούνται επικίνδυνες και πρέπει να ανακυκλώνονται με τον κατάλληλο τρόπο.

Προστασία από το φώς

Κατά την τοποθέτηση ενός ηλιακού συστήματος στην οροφή του κτιρίου, θα πρέπει να σκεφτείται την προστασία από κεραυνούς (LPS – Σύστημα Προστασίας από Κεραυνούς) και πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στον περιορισμό των ρευμάτων και των κυμάτων στην ηλεκτρική εγκατάσταση και στα κυκλώματα συνεχούς ρεύματος. Μόνο μια τέτοια ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των προβλημάτων αστραπής και υπερτάσεων μπορεί να εξασφαλίσει την προστασία και την λειτουργία χωρίς βλάβες των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Εγκατεστημένα σύμφωνα με την τεχνολογία, τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης κεραυνού, εάν δεν προεξέχουν σημαντικά πάνω από το αρχικό ύψος του κτιρίου. Επομένως, όταν η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση είναι εγκατεστημένη στη στέγη, δεν απαιτείται συνήθως πρόσθετη προστασία από το αστραπές για το σπίτι. Ωστόσο, θα πρέπει να εξεταστεί εάν πρέπει να χρησιμοποιηθεί το σύστημα προστασίας από κεραυνούς που προστατεύει το φωτοβολταϊκό σύστημα. Εξαρτάται κυρίως από την εκτίμηση του κινδύνου μιας τέτοιας απειλής και από τις απαιτήσεις π.χ. της ασφάλισης των φωτοβολταϊκών συστημάτων

Μέτρα ασφάλειας στην εργασία σε ύψος

Ο κίνδυνος εργασίας σε ύψη

Εάν το έργο σχεδιάζεται σε ύψος, πρέπει να εκπονηθεί αξιολόγηση κινδύνου. Πρέπει να περιλαμβάνει τη συνολική αξιολόγηση της προστασίας της ασφάλειας και της υγείας. Μην περιπλέξετε υπερβολικά αυτή τη διαδικασία. Οι κίνδυνοι που σχετίζονται με την εργασία σε ύψη αναγνωρίζονται και τα περισσότερα από τα μέτρα ελέγχου που απαιτούνται είναι εύκολο να εφαρμοστούν.

Ο νόμος δεν απαιτεί την πλήρη εξάλειψη των κινδύνων, αλλά ο εγκαταστάτης είναι υποχρεωμένος να προστατεύει τους ανθρώπους με την ελαχιστοποίηση των κινδύνων με ένα λογικό τρόπο, που είναι εφικτό να εφαρμοστεί.

Εάν η εργασία σε ύψη είναι αναπόφευκτη, θα πρέπει:

- να χρησιμοποιήσει την υπάρχουσα ασφαλή πρόσβαση στο χώρο εργασίας σε ύψος. Μην ψάχνετε για "συντομεύσεις" εάν υπάρχει ήδη ασφαλής πρόσβαση, όπως σταθερή σκάλα ή πλατφόρμα με κάγκελα
- παρέχει στους εργαζόμενους ή στον εαυτό τους εξοπλισμό για την πρόληψη πτώσεων, απο σκαλωσιές, κινητές πλατφόρμες ή εναέριες πλατφόρμες με κάγκελα ασφαλείας,
- να ελαχιστοποιήσει το ύψος και τις συνέπειες μιας πτώσης, για παράδειγμα οργανώνοντας σύντομη εργασία σε χαμηλό υψόμετρο.

Κινητές πλατφόρμες

Ο εγκαταστάτης πρέπει να έχει τη δυνατότητα να κατασκευάσει και να αποσυναρμολογήσει τις σκαλωσιές, πρέπει πάντα να διαβάζει και να ακολουθεί τις οδηγίες του κατασκευαστή και σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να χρησιμοποιεί τον εξοπλισμό πέραν των δυνατοτήτων του. Γνωστές κατασκευές, όπως σκαλωσιές ή κινητές πλατφόρμες, κατασκευάζονται από προκατασκευασμένα εξαρτήματα κατασκευασμένα κυρίως από κράματα αλουμινίου ή από υαλοβάμβακα. Οι τροχοί ή τα πόδια της πλατφόρμας ή της σκαλωσιάς πρέπει να στηρίζονται σε σκληρό έδαφος. Τα υποστηρίγματα πρέπει να τοποθετούνται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Εναέριες πλατφόρμες

Οι εναέριες πλατφόρμες παρέχουν έναν ασφαλή τρόπο εργασίας σε ύψη, διότι:

- παρέχουν έναν γρήγορο και εύκολο τρόπο πρόσβασης στον τόπο συναρμολόγησης,
- διαθέτουν κάγκελα ασφαλείας για να αποφευχθεί η πτώση,
- μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε εσωτερικούς όσο και σε εσωτερικούς χώρους,
- περιλαμβάνουν διάφορους τύπους, όπως γερανογέφυρες, ψαλιδωτούς ανελκυστήρες και ανυψωτικές πλατφόρμες με κινητήρα.

Σκάλες

Οι σκάλες πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο για εργασίες με χαμηλό βαθμό κινδύνου και για εργασίες μικρής διάρκειας. Οι σκάλες ταξινομούνται σύμφωνα με τον τρόπο χρήσης: για εμπορική και ελαφρά βιομηχανική χρήση, για χρήση σε βαριές και βιομηχανικές εργασίες, για οικιακή χρήση. Ο κατασκευαστής πρέπει πάντα να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις προδιαγραφές των σκάλων του και να καθορίζει το μέγιστο φορτίο εργασίας. Οι χρήστες πρέπει να εκπαιδεύονται και να έχουν οδηγίες για την ασφαλή χρήση των σκάλων.

Προσωπική προστασία

Ο σκοπός της χρήσης του ατομικού προστατευτικού εξοπλισμού είναι η προστασία των εργαζομένων από τον κίνδυνο τραυματισμού δημιουργώντας προστατευτική κάλυψη ενάντια στην απειλή στο χώρο εργασίας. Δεν αποτελούν υποκατάστατο της καλής μηχανικής, της διοικητικής εποπτείας ή της καλής εργασιακής πρακτικής, αλλά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με αυτά τα μέτρα επιτήρησης για την εξασφάλιση της ασφάλειας και της υγείας των εργαζομένων.

Οι εργοδότες θα πρέπει να παρέχουν και να χρηματοδοτούν τον ατομικό προστατευτικό εξοπλισμό που ο εργαζόμενος χρειάζεται να εργάζεται με ασφάλεια. Ο εργοδότης πρέπει να βεβαιωθεί ότι οι εργαζόμενοι χρησιμοποιούν τους πόρους αυτούς και τους κρατούν καθαρούς και λειτουργικούς.

Προστασία από φωτιά

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος σε ένα κτίριο ενδέχεται να επηρεάσει την προστασία της πυρασφάλειας:

- για τις εγκαταστάσεις στέγης, τα φωτοβολταϊκά συστήματα πρέπει να εγκαθίστανται πάνω από τη μη εύφλεκτη στέγη χρησιμοποιώντας ένα σύστημα τοποθέτησης κατάλληλο για την κατασκευή και το κάλυμμα της στέγης και τα υπόλοιπα στοιχεία του φωτοβολταϊκού συστήματος σε μέρη που πληρούν τις προϋποθέσεις που καθορίζονται από τους κατασκευαστές τους,
- Μην εγκαθιστάτε ή χρησιμοποιείτε φωτοβολταϊκές μονάδες κοντά σε επικίνδυνες θέσεις που περιέχουν εύφλεκτα αέρια.

Άλλες κατατροφές που σχετίζονται με τα φωτοβολταϊκά συστήματα

- 1) Σε αντίθεση με τα υλικά στέγης ή πρόσοψης, οι φωτοβολταϊκές μονάδες είναι συχνά κατασκευασμένες από πλαστικοποιημένο γυαλί. Αυτό σημαίνει ότι τα γυαλίνα στοιχεία δεν σπάνε όταν είναι κατεστραμμένα και μπορεί να πέσουν με τη μορφή ενός φύλλου.
- 2) Οι άκρες των φωτοβολταϊκών πλασιών, ειδικά σε εκτεθειμένες περιοχές, μπορεί να είναι απότομες.
- 3) Αν και αυτές δεν είναι επικίνδυνες ποσότητες κατά τη συναρμολόγηση και τη χρήση, μερικά ηλιακά προϊόντα περιέχουν κάδμιο, το οποίο μπορεί να δημιουργήσει κίνδυνο επιβλαβούς σκόνης εάν το προϊόν θρυμματιστεί κατά τη διάρκεια της χρήσης.

- 4) Οι φωτοβολταϊκές μονάδες παράγουν ηλεκτρισμό όταν εκτίθενται στο ηλιακό φως και δεν μπορούν να απενεργοποιηθούν. Αυτό σημαίνει ότι η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση εργάζεται όταν τα ηλεκτρικά κυκλώματα λειτουργούν.
- 5) Οι φωτοβολταϊκές μονάδες παράγουν τάση DC διαφορετική από την τάση AC. Η τάση συνεχούς ρεύματος μπορεί να προκαλέσει σπινθήρα σε ένα κενό αέρος πλάτους πολλών χιλιοστών (ανάλογα με την τάση) μέχρι να αποσυνδεθεί η τάση ή να διευρυνθεί το κενό. Αυτός ο σπινθήρας μπορεί να προκαλέσει κίνδυνο πυρκαγιάς και / ή σημαντικές ζημιές.
- 6) Το ρεύμα βραχυκυκλώματος στην καλωδίωση της φωτοβολταϊκής μονάδας είναι συνήθως ελαφρώς υψηλότερο από το ρεύμα λειτουργίας. Αυτό σημαίνει ότι άλλες προστασίες πρέπει να εφαρμόζονται στην πλευρά DC παρά στην πλευρά AC και ότι η ασφάλεια ολόκληρου του συστήματος εξαρτάται από την σωστή επιλογή τους.
- 7) Η μη σωστά γειωμένη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση μπορεί να προκαλέσει επικίνδυνη τάση DC σε προσβάσιμα αγωγίμα μέρη.
- 8) Το φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να χαρακτηριστεί ως "χαμηλή τάση", ακόμη και αν παράγει τάση μέχρι 1500 V. Η τάση 60V DC όταν αγγίζεται συνήθως θεωρείται επαρκής για να προκαλέσει κίνδυνο ηλεκτροπληξίας (η τιμή αυτή εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες).
- 9) Ο κίνδυνος εγκαυμάτων συνήθως αυξάνεται σημαντικά εάν η φωτοβολταϊκή μονάδα ή η εγκατάσταση έχει υποστεί ζημιά.
- 10) Για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης, οι φωτοβολταϊκές μονάδες τοποθετούνται συνήθως σε μη προστατευμένες θέσεις. Αυτό σημαίνει ότι ο κίνδυνος μπορεί να είναι χαμηλή θερμοκρασία, άνεμος και βροχή κατά την εγκατάσταση και τη συντήρηση.
- 11) Τα στοιχεία των φωτοβολταϊκών μονάδων ενδέχεται να ζεσταθούν σε υψηλές θερμοκρασίες (περίπου 80 ° C) κατά την κανονική λειτουργία.
- 12) Η επιφάνεια των φωτοβολταϊκών μονάδων μπορεί να αντικατοπτρίζει μεγάλες ποσότητες ηλιακού φωτός που πέφτουν επάνω τους, οι οποίες μπορεί να βλάψουν την όραση τους.

4.4. Πρόγραμμα συντήρησης φωτοβολταϊκών

Έλεγχος συστήματος

Οι μετρήσεις δοκιμών θα πρέπει να προηγούνται με την αρχική επιθεώρηση του συστήματος, η οποία πρέπει να διεξαχθεί πριν από τη σύνδεση παροχής ηλεκτρικού ρεύματος εγκατάστασης. Η επιθεώρηση πρέπει να διεξάγεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου IEC 60364-6. Οι αρχές της εφαρμογής τους περιγράφονται στην υποενότητα 4.11. Συνθήκες συλλογής και τεχνικά έγγραφα της εγκατάστασης στον Οδηγό για τον εκπαιδευόμενο και τον εκπαιδευτή M2.U2. Συναρμολόγηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.

Δοκιμή συστήματος

Η δοκιμή ηλεκτρικής καλωδίωσης φωτοβολταϊκού συστήματος πρέπει να διεξάγεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου IEC 60364-6. Οι συσκευές μέτρησης και παρακολούθησης, καθώς και οι μέθοδοι μέτρησης επιλέγονται σύμφωνα με τα σχετικά μέρη του προτύπου IEC 61557 και IEC 61010. Σε περίπτωση εφαρμογής άλλου εξοπλισμού μέτρησης, θα πρέπει να εξασφαλίζεται ισότιμο επίπεδο ποιότητας και ασφάλειας. Οι

μέθοδοι δοκιμής που περιγράφονται σε αυτή την ενότητα παρέχονται ως μέθοδοι αναφοράς, δεν αποκλείονται άλλες μέθοδοι, υπό τον όρο ότι επιτρέπουν την επίτευξη συγκρίσιμων αποτελεσμάτων.

Όλες οι δοκιμές πρέπει να διεξάγονται και να εκτελούνται με τη σειρά που καθορίζεται στον κατάλογο.

Εάν το αποτέλεσμα της μέτρησης υποδεικνύει το σφάλμα, το ελάττωμα πρέπει να επισκευαστεί και να επαναληφθεί η μέτρηση, καθώς και όλες οι προηγούμενες μετρήσεις πρέπει να επαναληφθούν εάν το ανιχνευόμενο ελάττωμα επηρεάσει το αποτέλεσμα τους.

Σε περίπτωση οποιασδήποτε δοκιμής που υποδεικνύει μη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις, αυτή η δοκιμή και όλες οι προηγούμενες δοκιμές που ενδέχεται να επηρεαστούν από το σφάλμα πρέπει να επαναληφθούν.

Δοκιμές συστημάτων και επιπρόσθετα τεστ

Το σύστημα δοκιμών που εφαρμόζεται στο φωτοβολταϊκό σύστημα πρέπει να είναι κατάλληλο για την κλίμακα, τον τύπο, τον τόπο και την πολυπλοκότητα ενός δεδομένου συστήματος. Αυτό το έγγραφο ορίζει δύο συστήματα δοκιμών, μαζί με μια σειρά πρόσθετων δοκιμών που μπορούν επίσης να διεξαχθούν όταν λήξει η τυπική ακολουθία.

Συντήρηση/επιθεώρηση

Ο εγκαταστάτης Φ / Β πρέπει:

- 1) Να θυμάται ότι τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν είναι "χωρίς υπηρεσία" – χρειάζονται περιοδικό επιθεωρητή για να βεβαιωθούν ότι λειτουργούν σωστά και ότι δεν υπάρχουν ελαττώματα ή ζημιές.
- 2) Διεξάγει δραστηριότητες συντήρησης και δοκιμών που συνιστά ο κατασκευαστής.
- 3) Επαληθεύει τα καταχωρημένα δεδομένα σε σχέση με τις μη αναμενόμενες τιμές.
- 4) Προετοιμάζει έναν κατάλογο ελέγχου των ενεργειών συντήρησης και των επιθεωρήσεων πριν από την επίσκεψη στο σύστημα.
- 5) Σημειώνει όλα τα απαραίτητα εργαλεία και εξοπλισμό που πρέπει να μεταφέρει για να αποφύγει περιττές επαναλαμβανόμενες επισκέψεις.
- 6) Βαθμολογεί όργανα μέτρησης, εάν είναι απαραίτητο.
- 7) Χρησιμοποιεί σχετικό εξοπλισμό ατομικής προστασίας (βλέπε: συμβουλές εγκατάστασης).
- 8) Απενεργοποιεί τα κυκλώματα πριν από την έναρξη της εργασίας μαζί τους.
- 9) Καλύπτει τα φωτοβολταϊκά πάνελ, εάν είναι απαραίτητο, με ένα μη διαφανές κάλυμμα. εργασία κατά τη διάρκεια της νύχτας (με τη χρήση κατάλληλου φωτισμού),
- 10) Να θυμάται ότι η απενεργοποίηση του κύριου διακόπτη τάσης δεν κάνει τα φωτοβολταϊκά στοιχεία να σταματούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.
- 11) Λάμβάνει υπόψη ότι ο φωτοβολταϊκός μετατροπέας διαθέτει συμπυκνωτές σημαντικής έντασης, οι οποίοι μπορεί να παραμένουν φορτισμένοι, ακόμη και μετά την διακοπή της παροχής ρεύματος.
- 12) Βεβαιωθεί με την τρέχουσα ράβδωση αν το κύκλωμα δεν είναι ηλεκτρισμένο πριν από την έναρξη της εργασίας με το φωτοβολταϊκό σετ.
- 13) Καθαρίσει τις φωτοβολταϊκές μονάδες από τη σκόνη και τη βρωμιά με τη χρήση νερού. Δεν πρέπει να χρησιμοποιεί απορρυπαντικά, ακατέργαστες βούρτσες ή αιχμηρά εργαλεία.
- 14) Επαληθεύει τις μονάδες σε σχέση με την παρουσία ζημιών (π.χ. ρωγμές) κατά τον καθαρισμό.

- 15) Βεβαιωθεί ότι το πλαίσιο εγκατάστασης δεν παρουσιάζει σημεία διάβρωσης.
- 16) Αναζητήσει νέες πηγές σκίασης που δεν εξετάστηκαν κατά την εγκατάσταση.
- 17) Κλαδέψει τα κοντινά δέντρα, εάν είναι απαραίτητο.
- 18) Ελέγξει εάν υπάρχουν χαλαρές συνδέσεις και διάβρωση.
- 19) Συγκρίνει την έξοδο του συστήματος AC σε μια δεδομένη στιγμή με την αναμενόμενη τιμή, χρησιμοποιώντας βασικούς τύπους μετατροπής για την έκθεση στον ήλιο και τη θερμοκρασία.
- 20) Ελέγξει και αντισταθμίσει τον ηλεκτρολύτη στις μπαταρίες (σε αυτόνομα συστήματα).
- 21) Να αντικαταστήσει το συντομότερο δυνατό τα κατεστραμμένα ή μη λειτουργικά στοιχεία του συστήματος.

4.5. Παρακολούθηση ιδιοτήτων φωτοβολταϊκού συστήματος – οδηγίες και απαιτήσεις μέτρησης και ανάλυσης τους

Η παρακολούθηση των παραμέτρων της λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος είναι απαραίτητη για να συγκριθούν οι παράμετροι σχεδιασμού με τις πραγματικές, ή πιο προχωρημένη εκτίμηση των επιπτώσεων συγκεκριμένων καιρικών και κλιματικών συνθηκών που αντιστοιχούν στον τόπο εγκατάστασης του συστήματος στην ενεργειακή του απόδοση ή στο ρυθμό διεργασιών υποβάθμισης ανάλογα με την εφαρμοζόμενη τεχνολογίες. Μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να είναι χρήσιμη για έναν ακριβέστερο σχεδιασμό αξιόπιστων και αποδοτικότερων φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Η μελέτη αυτή στοχεύει στον καθορισμό συστάσεων για την αποτελεσματική παρακολούθηση και ανάλυση των συλλεγόμενων δεδομένων για τον προσδιορισμό της ποιότητας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης που συνδέεται με το ενεργειακό δίκτυο και την πιθανή διάγνωση παρατυπιών στη λειτουργία του.

Τυπικά, οι προδιαγραφές σχετικά με την παρακολούθηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων – μετρήσεις, ανταλλαγή δεδομένων και ανάλυση – έχουν καθοριστεί στο πρότυπο IEC 61724 (Παρακολούθηση επιδόσεων φωτοβολταϊκού συστήματος – Οδηγίες για τη μέτρηση, την ανταλλαγή δεδομένων και την ανάλυση)

Παρακολούθηση του φωτοβολταϊκού συστήματος

Σκοπός:

- σύγκριση των παραμέτρων σχεδιασμού (π.χ. πρόβλεψη ενέργειας) με τις πραγματικές,
- εκτίμηση των επιπτώσεων συγκεκριμένων κλιματικών και μετεωρολογικών συνθηκών που αντιστοιχούν στον τόπο εγκατάστασης του συστήματος (πιο προηγμένες), στην ενεργειακή του απόδοση,
- ρυθμός διεργασιών υποβάθμισης ανάλογα με τις εφαρμοζόμενες τεχνολογίες.
- Αποτέλεσμα:
- διάγνωση σφαλμάτων στη λειτουργία της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης,
- ακριβέστερος σχεδιασμός αξιόπιστων και αποδοτικότερων φωτοβολταϊκών συστημάτων.
- Επίσημα, απαιτήσεις σχετικά με την παρακολούθηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων μετρήσεις, ανταλλαγή δεδομένων και ανάλυση – έχουν καθοριστεί στο πρότυπο IEC 61724 (Παρακολούθηση επιδόσεων του φωτοβολταϊκού συστήματος – Οδηγίες για τη μέτρηση, την ανταλλαγή δεδομένων και την ανάλυση).

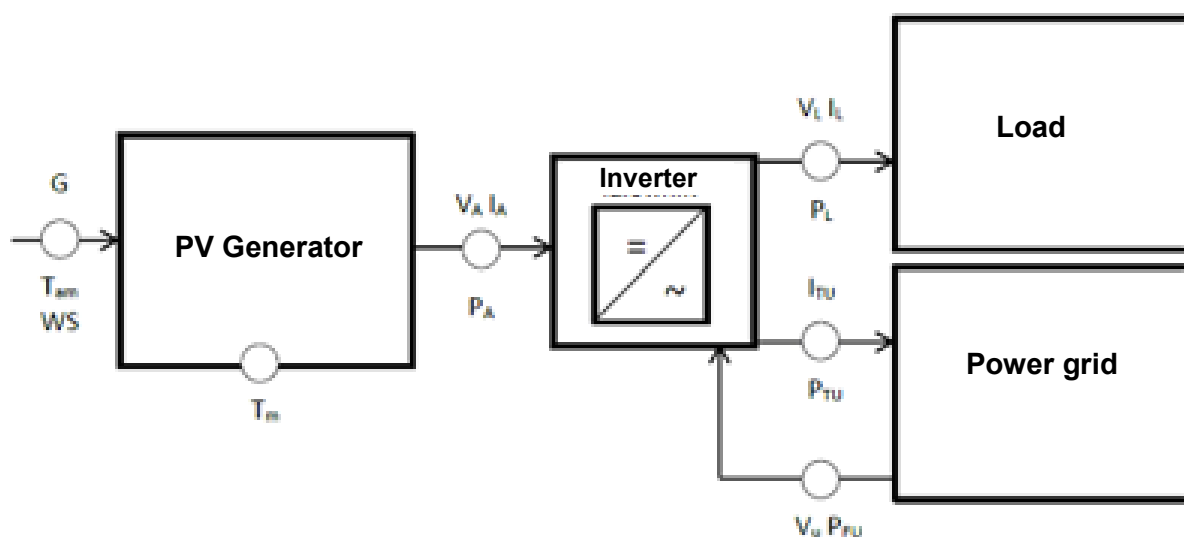
Χρήση δεδομένων από την παρακολούθηση με το πρότυπο IEC 61724

Τα όργανα μέτρησης και οι αισθητήρες που εφαρμόζονται στο σύστημα παρακολούθησης πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις του προτύπου IEC 61724. Η κατάσταση αυτή αφορά ιδιαίτερα τα μεγαλύτερα φωτοβολταϊκά συστήματα. Σε περίπτωση μικρότερων συστημάτων, όταν ο προϋπολογισμός είναι συνήθως πολύ περιορισμένος, τα φθηνότερα και τα χαμηλότερης ποιότητας στοιχεία μπορεί να αποτελούν τη μόνη διαθέσιμη επιλογή, αλλά ακόμη και σε μια τέτοια κατάσταση συνιστάται η παρακολούθηση του συστήματος. Η μελέτη προσδιορίζει τις διαδικασίες που εφαρμόζονται για την παρακολούθηση της ποιότητας, της αξιοπιστίας, της καταχώρισης δεδομένων, καθώς και των γεγονότων που πρέπει να καταχωρηθούν και των συνιστώμενων διαδικασιών ελέγχου ποιότητας του συστήματος.

Παράμετροι ανάλογα με τον υποτιθέμενο σκοπό και την εξέλιξη του συστήματος παρακολούθησης:

- 1) Αξιολόγηση της ποιότητας των φωτοβολταϊκών τεχνολογιών που εφαρμόζονται στο σύστημα:
 - α) βασική παρακολούθηση,
 - β) προηγμένη παρακολούθηση (αναλυτική).
- 2) Διάγνωση συστήματος.
- 3) Υποβάθμιση και ανάλυση των αβεβαιοτήτων των παραμέτρων του συστήματος στο χρόνο.
- 4) Κατανόηση των πηγών και μείωση των απωλειών στο σύστημα μέσω της σύγκρισης των λαμβανόμενων δεδομένων με τα δεδομένα που προκύπτουν από τη μοντελοποίηση (πρόβλεψη).
- 5) Πρόβλεψη ενεργειακής απόδοσης (και όχι μόνο) της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης.
- 6) Αλληλεπίδραση του φωτοβολταϊκού συστήματος και του ενεργειακού δικτύου.
- 7) Ενσωμάτωση της κατανεμημένης παραγωγής, της αποθήκευσης ενέργειας και του ελέγχου του φορτίου (ενεργειακή πρόσληψη).

Το σχήμα 1 παρουσιάζει ένα φωτοβολταϊκό σύστημα με όλες τις σημαντικές παραμέτρους που έχουν μετρηθεί σε περίπτωση προηγμένης παρακολούθησης.



Εικ. 1. Φωτοβολταϊκό σύστημα με όλες τις βασικές παραμέτρους που έχουν μετρηθεί σε περίπτωση προηγμένης παρακολούθησης

Αν ο μετατροπέας είναι εξοπλισμένος με λειτουργίες που επιτρέπουν την παρακολούθηση του συστήματος, είναι σημαντικό να επαληθεύσετε την ακρίβεια των εφαρμοζόμενων αισθητήρων σύμφωνα με τις συστάσεις που παρέχονται στη συνέχεια. Οι σύγχρονοι μετατροπείς επιτρέπουν συνήθως τη μέτρηση της τάσης εναλλασσόμενου ρεύματος και συνεχούς ρεύματος, του ρεύματος και της ισχύος της φωτοβολταϊκής γεννήτριας και την κατανάλωση και μεταφορά ενέργειας από και προς το δίκτυο. Αυτή η λειτουργικότητα του μετατροπέα μειώνει τους απαιτούμενους πρόσθετους αισθητήρες, έτσι μειώνει και το κόστος του συστήματος παρακολούθησης, ωστόσο σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι απαραίτητο να επαληθευτεί η ακρίβεια των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν όσον αφορά τη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του προτύπου IEC 61724. Δυστυχώς, η πλειονότητα των μετατροπέων που διατίθενται στην αγορά δεν πληροί τέτοιες απαιτήσεις, περιορίζοντας έτσι τη δυνατότητα αξιολόγησης της ποιότητας του φωτοβολταϊκού συστήματος με βάση την ανάλυση με τη χρήση των δεδομένων που έχουν αποκτήσει. Η παρακολούθηση τέτοιων παραμέτρων όπως η τάση, το ρεύμα και η ισχύς με χρήση μετατροπέα δεν συνιστάται σε καταστάσεις που σχετίζονται π.χ. σε οικονομικές αποφάσεις ή μετρήσεις για σκοπούς που καθορίζονται στις συμφωνίες εμπορίου ή καταναλωτών.

Μέτρηση της ηλιακής ακτινοβολίας

Η αρχική ηλεκτρική ισχύς της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης εξαρτάται άμεσα από το επίπεδο ακτινοβολίας που πλήττει την επιφάνεια των φωτοβολταϊκών μονάδων. Έτσι, προκειμένου να εκτιμηθεί εάν το φωτοβολταϊκό σύστημα λειτουργεί σύμφωνα με τις υποθέσεις σχεδιασμού, είναι απαραίτητη η μέτρηση της ακτινοβολίας και ο προσδιορισμός της ενέργειας της ηλιακής ακτινοβολίας. Σύμφωνα με τον ορισμό, η ακτινοβολία σημαίνει μια προσωρινή τιμή ισχύος της ακτινοβολίας που χτυπά τη μονάδα επιφανείας εκπεφρασμένη σε W/m^2 , ενώ η ενέργεια ακτινοβολίας ή η ηλιακή ακτινοβολία, εκφραζόμενη σε Wh/m^2 ή kWh/m^2 , συνιστά μια τιμή ενέργειας ακτινοβολίας που χτυπά τη μονάδα επιφανείας σε αυστηρά καθορισμένη χρονική περίοδο (π.χ. ημέρα, εβδομάδα, μήνα, έτος).

Σε περίπτωση αυστηρών απαιτήσεων, συνιστάται η μέτρηση της ακτινοβολίας στη θέση του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας να εκτελείται σύμφωνα με το πρότυπο IEC 61724 με χρήση σωστά βαθμονομημένου κυττάρου αισθητήρα ή πυρομέτρου. Σε περίπτωση εφαρμογής της κυψέλης ή της μονάδας, πρέπει να βαθμονομείται και να συντηρείται σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60904-2 (κύτταρο) ή IEC60904-6 (μονάδα). Αν είναι δυνατόν, συνιστάται να είναι ένα στοιχείο προσαρμοσμένο σε σχέση με τη φασματική ευαισθησία του σε δομοστοιχεία, από τα οποία αποτελείται το πεδίο δομοστοιχείου φωτοβολταϊκού συστήματος. Στην πράξη, συνιστάται η εφαρμογή πυριτικών αισθητήρων για συστήματα που αποτελούνται από πυριτικά δομοστοιχεία ή δομοστοιχεία του ίδιου τύπου με εκείνα που εφαρμόζονται στο φωτοβολταϊκό σύστημα σε περίπτωση άλλων τεχνολογιών. Στη δεύτερη περίπτωση, είναι δυνατόν να εφαρμοστούν πυριτικοί αισθητήρες εξοπλισμένοι από τον κατασκευαστή με ένα σχετικό οπτικό φίλτρο. Σύμφωνα με το πρότυπο IEC 61724, η ακρίβεια των αισθητήρων, συμπεριλαμβανομένου του συστήματος μέτρησης, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 5%.

Η μέτρηση της ηλιακής ακτινοβολίας απευθείας στον τόπο εγκατάστασης επιτρέπει την υψηλότερη ακρίβεια, υποθέτοντας την κατάλληλη βαθμονόμηση, εγκατάσταση και κατάλληλες διαδικασίες συντήρησης αισθητήρα.

Η πλειονότητα των πυρομέτρων υψηλής κατηγορίας απαιτούν περιοδική επαναβαθμονόμηση (συνήθως κάθε δύο χρόνια), η οποία απαιτεί την αποσυναρμολόγησή

τους από το σύστημα για την αποστολή τους σε σχετική εγκατάσταση που εκτελεί αυτόν τον τύπο υπηρεσιών. Σε μια τέτοια περίπτωση, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τυχόν διακοπές ή ελλείψεις στη συλλογή δεδομένων από το σύστημα παρακολούθησης.

Ανεξάρτητα από τον τύπο του αισθητήρα και την κατηγορία του, ο τόπος εγκατάστασης του συστήματος θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της απόφραξης του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας. Ο αισθητήρας θα πρέπει να στερεωθεί σε ένα επίπεδο (συνεπίπεδο) με φωτοβολταϊκές μονάδες με μέγιστη απόκλιση που δεν υπερβαίνει τα 2ο στην περιοχή χωρίς επισκιάσεις (ακόμα και αν ένα μέρος του πεδίου της μονάδας εξακολουθεί να είναι επισκιασμένο). Επιπλέον, θα πρέπει να εξασφαλιστεί πρόσβαση στον αισθητήρα για να καθαρίζεται τακτικά.

Άλλες μέθοδοι για την απόκτηση παραμέτρων παράλυσης

Παρότι γενικά συνιστάται, ιδίως σε περίπτωση μεγαλύτερων φωτοβολταϊκών συστημάτων, η χρήση αισθητήρων σύμφωνα με το πρότυπο IEC 61724, οι αισθητήρες χαμηλότερης κλάσης ή τα δεδομένα από την πηγή διαφορετικά από τις δικές τους μετρήσεις – ιδίως μετρήσεις μετεωρολογικών παραμέτρων – μπορούν συχνά να είναι η μόνη δυνατή επιλογή σε περίπτωση συστημάτων χαμηλού προϋπολογισμού. Ωστόσο, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η αξία των δεδομένων του παρακολουθούμενου συστήματος που λαμβάνονται με αυτόν τον τρόπο μπορεί να έχει χαμηλότερη ερευνητική και διαγνωστική αξία.

Σε περίπτωση μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων (συνήθως <5kWp), η ηλιακή ακτινοβολία στο επίπεδο του πεδίου της μονάδας μπορεί να μετρηθεί (1) στο σημείο εγκατάστασης (συνιστάται) ή (2) να μετρηθεί σε διαφορετική, στενή αντιπροσωπευτική θέση ή (3) που προσδιορίζονται από μετρήσεις που προέρχονται από απομακρυσμένες τοποθεσίες ή / και υπολογίζονται βάσει του συνδυασμού δεδομένων από μετρήσεις εδάφους και δορυφορικά δεδομένα, ανάλογα με την ακρίβεια που απαιτείται για την παρακολούθηση.

Η χρήση δορυφορικών δεδομένων μπορεί να είναι αποτελεσματική για τον προσδιορισμό της ακτινοβολίας στο επίπεδο του φωτοβολταϊκού πεδίου σε περιπτώσεις όπου δεν δικαιολογούνται δαπάνες και τεχνικές απαιτήσεις σχετικά με την εγκατάσταση και τη συντήρηση του αισθητήρα (των) ηλιακής ακτινοβολίας. Τα δορυφορικά δεδομένα σχετικά με την ηλιακή ακτινοβολία αφορούν συνήθως το οριζόντιο επίπεδο, επομένως είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τις μεθόδους μετατροπής αυτών των δεδομένων στο επίπεδο που αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο φωτοβολταϊκό σύστημα. Αυτές οι μέθοδοι, σχετικά απλές στην περίπτωση της άμεσης συνιστώσας, είναι πολύ περίπλοκες στην περίπτωση του κατανεμημένου συστατικού της ακτινοβολίας και έτσι υπερβαίνουν το πεδίο αυτής της μελέτης. Θα πρέπει επίσης να τονιστεί ότι η μέθοδος μετατροπής των δορυφορικών δεδομένων, όπως πάντα λιγότερο ακριβής από τις άμεσες μετρήσεις, είναι λιγότερο χρήσιμη, π.χ. στην ανάλυση των απωλειών του φωτοβολταϊκού συστήματος. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι το γεγονός ότι τα δορυφορικά δεδομένα δεν παρέχονται κατ'αρχήν λιγότερο συχνά από κάθε 1 ώρα.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η άμεση μέτρηση των παραμέτρων ηλιακής ακτινοβολίας στον τόπο εγκατάστασης αποτελεί συνιστώμενη λύση, ανεξάρτητα από το μέγεθος του φωτοβολταϊκού συστήματος που παρακολουθείται.

Μέτρηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος (αέρα)

Η γνώση σχετικά με τη θερμοκρασία του αέρα σε σχέση με τις μετρήσεις της ηλιακής ακτινοβολίας στο σχέδιο πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας και την ταχύτητα του ανέμου

εφαρμόζεται συνήθως για να εκτιμηθούν οι απώλειες της ισχύος της φωτοβολταϊκής μονάδας σε σύγκριση με τις παραμέτρους που καθορίζονται για τυποποιημένες συνθήκες (25°C).

Ομοίως όπως και στο παρελθόν, εδώ επίσης συνιστάται η μέτρηση σύμφωνα με τις διατάξεις του προτύπου IEC 617124 σε περίπτωση αυστηρότερων απαιτήσεων. Επομένως, η μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα θα πρέπει να πραγματοποιείται στο χώρο εγκατάστασης ή σε διαφορετική αντιπροσωπευτική τοποθεσία, ενώ αυτός ο αισθητήρας πρέπει να τοποθετείται στο κάλυμμα, προστατεύοντάς τον από την άμεση πρόσκρουση της ηλιακής ακτινοβολίας και του ανέμου. Οι αισθητήρες θερμοκρασίας πρέπει να τοποθετούνται μακριά από οποιεσδήποτε πηγές και, εάν είναι δυνατόν, σε ύψος τουλάχιστον 1 m πάνω από το επίπεδο του εδάφους (το γερμανικό έγγραφο DERlab TG 100-01 συνιστά θέση ακόμη και 2 m πάνω από το έδαφος). Η ακρίβεια του αισθητήρα, μαζί με το σύστημα ρύθμισης σήματος, σύμφωνα με το IEC 61724, δεν πρέπει να είναι χειρότερη από 1°C.

Ταχύτητα ανέμου

Ο άνεμος έχει ευεργετική επίδραση στην ταχύτητα της ανταλλαγής θερμότητας (μεταφοράς) που παράγεται σε φωτοβολταϊκές μονάδες με τον περιβάλλοντα αέρα. Μεγαλύτερη ταχύτητα ανέμου έχει ως αποτέλεσμα χαμηλότερη θερμοκρασία φωτοβολταϊκών μονάδων. Ωστόσο, αυτό το αποτέλεσμα δεν είναι τόσο σημαντικό να δηλώνεται ότι η ταχύτητα του ανέμου είναι μια σημαντική παράμετρος που απαιτεί παρακολούθηση. Η επίδραση αυτού του στοιχείου στη λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος είναι πολύ λιγότερο σημαντική από την επίδραση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Ωστόσο, είναι σημαντικό για τον προσδιορισμό μιας σχέσης για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας της μονάδας, και επομένως για ακριβέστερη ανάλυση του ίδιου φωτοβολταϊκού συστήματος όταν δεν διεξάγεται άμεση μέτρηση της θερμοκρασίας της μονάδας. Η μέτρηση της ταχύτητας του ανέμου θα πρέπει να γίνεται σε περίπτωση φωτοβολταϊκών συστημάτων, όπου το πεδίο της μονάδας είναι εκτεθειμένο σε ακραίες καιρικές συνθήκες.

Σε αυτή την περίπτωση, και στις υψηλές απαιτήσεις σχετικά με την παρακολούθηση, πρέπει να εφαρμόζονται συστάσεις του προτύπου IEC 61724. Συνιστά τη μέτρηση της ταχύτητας του ανέμου επί τόπου και σε ύψος προσαρμοσμένο στις συνθήκες λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος. Η ακρίβεια του αισθητήρα δεν πρέπει να είναι χειρότερη από 0,5 m/s για ταχύτητα ανέμου ≤ 5 m/s και καλύτερη από 10% για ταχύτητα ανέμου > 5 m/s. Ένα τέλειο μέρος για την εγκατάσταση του αισθητήρα ταχύτητας ανέμου (ανεμόμετρο), σύμφωνα με τις συστάσεις του IEC 61215, θα πρέπει να είναι το μέρος που απέχει 1,2 μ. στη δυτική ή ανατολική πλευρά και σε ύψος 0,7 μ. Πάνω από το άνω άκρο του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας.

Θερμοκρασία μονάδας

Απαιτείται μέτρηση της θερμοκρασίας της μονάδας, καθώς αυτή η παράμετρος επηρεάζει άμεσα τις παραμέτρους του φωτοβολταϊκού συστήματος. Αυτός ο αντίκτυπος εξαρτάται από την εφαρμοζόμενη τεχνολογία φωτοβολταϊκών. Συνήθως, οι εγκατεστημένες μονάδες από κύτταρα για (μονο- ή πολυ-) πολυκρυσταλλικό πυρίτιο χάνουν σημαντικά την παραγωγή τους ($\sim 0,5\%$ / °C) μαζί με την αύξηση της θερμοκρασίας. Όπως συμβαίνει και με τις παραμέτρους που συζητήθηκαν προηγουμένως, εδώ και στο πρότυπο IEC 61724 ορίζει το πιο αυστηρό επίπεδο μετρήσεων. Σύμφωνα με το προαναφερθέν πρότυπο, η θερμοκρασία της μονάδας θα πρέπει να μετράται σε αντιπροσωπευτικά σημεία για

ολόκληρο το πεδίο της μονάδας, με τη χρήση αισθητήρων τοποθετημένων σε επιφάνειες στο πίσω μέρος του δομοστοιχείου. Θα πρέπει επίσης να τονιστεί ότι η παρουσία αισθητήρα δεν μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη θερμοκρασία του ίδιου του κυττάρου, κάτω από το οποίο σταθεροποιήθηκε. Η ακρίβεια του αισθητήρα, μαζί με το σύστημα προετοιμασίας και επεξεργασίας σήματος σύμφωνα με το πρότυπο IEC 61724, δεν πρέπει να είναι χειρότερη από 1°C.

Ηλεκτρικοί παράμετροι – τάση, ρεύμα, ισχύ

Οι ηλεκτρικές παράμετροι της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, τόσο στην πλευρά DC όσο και στην πλευρά AC, είναι οι πιο σημαντικές από την άποψη της λειτουργίας ολόκληρου του συστήματος, ενώ σε σχέση με τις μετρήσεις των παραμέτρων της ηλιακής ακτινοβολίας επιτρέπουν τη διάγνωση και την αξιολόγηση. Στην περίπτωση μεγάλων συστημάτων, όπου το πεδίο της μονάδας αποτελείται από πολλά υποσυστήματα και αλυσίδες, είναι χρήσιμο να μετρηθούν οι ηλεκτρικές παράμετροι AC και DC ξεχωριστά για κάθε υποσύστημα, διευκολύνοντας έτσι τη θέση των θραυσμάτων του συστήματος σε δυσλειτουργία. Ορισμένες παρακολουθούμενες υποσυγκροτήματα συστήματος εξαρτώνται από το υποθετικό επίπεδο παρακολούθησης, ενώ σε κάθε περίπτωση πρέπει να μετρηθούν οι αρχικές παράμετροι ολόκληρου του συστήματος.

Η μέτρηση των ηλεκτρικών παραμέτρων συνεχούς ρεύματος παρέχει επιπλέον διαγνωστικές δυνατότητες σε περίπτωση διάγνωσης ολόκληρης της δυσλειτουργίας του συστήματος. Παραδείγματος χάριν: η σχέση ισχύος στην πλευρά εναλλασσόμενου ρεύματος με την ισχύ που παράγεται στην πλευρά DC επιτρέπει τον προσδιορισμό της απόδοσης του μετατροπέα, ενώ η τιμή της ισχύος DC επιτρέπει τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης απευθείας στην έξοδο της φωτοβολταϊκής γεννήτριας και είναι μια παράμετρος που συνιστάται αξιολογεί το επίπεδο και την ταχύτητα υποβάθμισης των φωτοβολταϊκών μονάδων. Επιπρόσθετη μέτρηση της τάσης συνεχούς ρεύματος, μετά από σύγκριση με θεωρητική (αναμενόμενη) τιμή, μπορεί να εφαρμοστεί για την αναγνώριση των βραχυκυκλωμάτων της υπομονάδας / αλυσίδας (διάγνωση της επίδρασης PID (Potential Induced Degradation, πιθανή επακόλουθη αποικοδόμηση). Η μέτρηση ισχύος εναλλασσόμενου ρεύματος, σε συνδυασμό με τις τιμές AC του ρεύματος και της τάσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βασική εκτίμηση του συντελεστή ισχύος. Επιπλέον, η μέτρηση της τάσης εναλλασσόμενου ρεύματος από την πλευρά του δικτύου μπορεί να εφαρμοστεί για την άμεση διάγνωση των λόγων αστοχίας σε περίπτωση βλάβης από τον μετατροπέα.

Η ηλεκτρική ισχύς μπορεί επίσης να υπολογιστεί σε πραγματικό χρόνο ως προϊόν μετρούμενων δειγμάτων τιμών ρεύματος και τάσης ή μπορεί να μετρηθεί άμεσα με τη χρήση σχετικού αισθητήρα ισχύος. Απαιτείται άμεση μέτρηση ισχύος, ενώ αν αυτή η παράμετρος υπολογίζεται έμμεσα, οι τιμές ρεύματος και τάσης που εφαρμόζονται για το σκοπό αυτό πρέπει να αποτελούν ταυτόχρονα δείγματα και δεν μπορούν να είναι τιμές μέσης τιμής. Σε μια τέτοια προσέγγιση, θα πρέπει να δίνεται προσοχή στο χρόνο δειγματοληψίας και στο διάστημα (συχνότητα) μεταξύ δειγματοληψίας των αναφερόμενων παραμέτρων.

Επίσης σε αυτή την περίπτωση, το πρότυπο IEC 61724 καθορίζει τις πιο αυστηρές συνθήκες μέτρησης, σύμφωνα με αυτή την ακρίβεια των αισθητήρων ρεύματος και τάσης, μαζί με το σύστημα κλιματισμού σήματος δεν μπορεί να είναι χειρότερο από 1%, ενώ η ακρίβεια σε περίπτωση εφαρμογής του αισθητήρα ισχύος δεν πρέπει να είναι χειρότερη από 2%. Οι αισθητήρες θα πρέπει να επιλέγονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε το εύρος τους να

συμμορφώνεται με την ανώτερη τιμή των αρχικών παραμέτρων του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας, δηλαδή για την τάση 1.3 °VOC, για το ρεύμα 1.5 ° ISC, ενώ η παρουσία τους επηρεάζει ελάχιστα τις μετρούμενες παραμέτρους που εφαρμόζεται για μέτρηση ρεύματος θα πρέπει να χαρακτηριστεί με τέτοια χαμηλή αντοχή ώστε η μείωση τάσης σε αυτό να είναι ασήμαντα χαμηλή σε σύγκριση με την τάση πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας). Σε χώρους όπου πραγματοποιείται παρακολούθηση για την επαλήθευση της ποσότητας ενέργειας για μεταπώληση ή για άλλη παρόμοια κατάσταση, απαιτούνται αισθητήρες ρεύματος, τάσης και εναλλασσόμενου ρεύματος τάξης 1 ή 0,5.

Σημείωση: Οι σύγχρονοι μετατροπείς είναι συνήθως εξοπλισμένοι με λειτουργίες μέτρησης ρεύματος και τάσης, τόσο στην πλευρά DC όσο και στην πλευρά AC, καθώς και την ισχύ που παράγεται από τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια, καθώς και την ισχύ που μεταφέρεται και καταναλώνεται από και προς το δίκτυο. Επιτρέπει τη μείωση ενός αριθμού αισθητήρων που απαιτούνται για την παρακολούθηση του συστήματος αισθητήρων, συνεπώς το κόστος του συστήματος παρακολούθησης, ωστόσο η ακρίβεια των μετρήσεων που διεξάγονται από τον μετατροπέα πρέπει να επαληθεύεται όσον αφορά τη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του προτύπου IEC 61724. Δυστυχώς, δεν πληρούν αυτές τις απαιτήσεις, επομένως η ικανότητα ανάλυσης ποιοτικών παραμέτρων του φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί να είναι περιορισμένη. Η παρακολούθηση του συστήματος με τη χρήση επιλογών ενσωματωμένων μετατροπέων δεν συνιστάται σε καταστάσεις όπου η παραγόμενη ενέργεια υπόκειται σε χρηματοοικονομικό κύκλο εργασιών ή αποτελεί τη βάση για μια επενδυτική και οικονομική απόφαση.

Συχνότητα δειγματοληψίας(Sampling frequency)

Η παρακολούθηση του φωτοβολταϊκού συστήματος απαιτεί τη μέτρηση σημαντικού αριθμού τιμών συγκεκριμένων παραμέτρων. Η ποιότητα της μέτρησης εξαρτάται όχι μόνο από την ακρίβεια των εφαρμοζόμενων αισθητήρων και του εξοπλισμού μέτρησης, αλλά και από τη μέθοδο απόκτησης και επεξεργασίας των μετρούμενων τιμών. Η συχνότητα δειγματοληψίας και εναλλακτικά, εάν χρειάζεται, η διαδικασία φιλτραρίσματος δεδομένων αποτελεί έναν από τους σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των αποκτώμενων δεδομένων.

Η συνιστώμενη τιμή του μέγιστου διαστήματος (ts) μεταξύ των μετέπειτα μετρήσεων (δειγμάτων) για τις μέσες τιμές έρχεται σε 1 δευτερόλεπτο.

4.6. Ανάλυση των τυπικών λαθών που σχετίζονται με τον εγσυχρονισμό και την συντήρηση

Τυπηκά λάθη και ζημιές

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα θα πρέπει να λειτουργούν εδώ και πολλά χρόνια, επομένως χρήσιμες είναι οι πληροφορίες σχετικά με τα τυπικά σφάλματα και τα προβλήματα.

Τυπικά σφάλματα και βλάβες των φωτοβολταϊκών συστημάτων περιγράφονται στην ενότητα 4.10. Τυπικά λάθη εγκατάστασης συναρμολόγησης στον οδηγό για τον εκπαιδευόμενο και τον εκπαιδευτή M2.U2. Συναρμολόγηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων.

Επίλυση προβλήματος

Μια μέθοδος εξάλειψης λαθών / βλάβης εξαρτάται από τον τύπο του και τον τύπο του φωτοβολταϊκού συστήματος. Πρώτον, πρέπει να λαμβάνονται πληροφορίες από τον χρήστη σχετικά με το πότε και πώς εντοπίστηκε το λάθος. Το σύστημα και η τεχνική περιγραφή του συστήματος είναι πολύ χρήσιμες σε τέτοιες καταστάσεις. Πριν από την έναρξη των μετρήσεων, το σύστημα πρέπει να ελέγχεται οπτικά, ιδιαίτερα η μηχανική εμφάνιση των πλασιών και η μόλυνση τους. Η καλωδίωση και οι ηλεκτρικές συνδέσεις πρέπει επίσης να επαληθεύονται. Οι μετρήσεις που πρέπει να εκτελεστούν για την ανίχνευση σφαλμάτων είναι ουσιαστικά οι ίδιες με αυτές που έγιναν κατά την τεχνική αποδοχή του συστήματος. Επί του παρόντος, είναι δυνατή η πραγματοποίηση απομακρυσμένων μετρήσεων μέσω του τηλεπικοινωνιακού δικτύου. Παρακάτω μπορείτε να βρείτε μια διαδικασία ανίχνευσης βλαβών βήμα προς βήμα:

Βήμα 1: Μετατροπέας(Inverter) και Κιβώτιο Φωτοβολταϊκού(PV box)

Η μέτρηση πρέπει να ξεκινά από τον έλεγχο σωστής σύνδεσης καλωδίου. Τα δεδομένα από τον μετατροπέα μπορούν να ληφθούν ελέγχοντας την κατάσταση της οθόνης, δηλ. Σφάλματα LED ή κωδικών, ή χρησιμοποιώντας ένα φορητό υπολογιστή με σχετικό λογισμικό. Πρώτον, ελέγχεται η πλευρά DC και στη συνέχεια η πλευρά AC. Στη συνέχεια, τα καλώδια στην πλευρά DC και ο κεντρικός διακόπτης στην πλευρά DC ελέγχονται. Σε περίπτωση μέτρησης αντίστασης, η μόνωση στη γείωση δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 2 MOhm.

Βήμα 2: Σφάλματα γείωσης(earthing) και βραχυκυκλώματος

Η διαδικασία ανίχνευσης λάθους γείωσης και βραχυκυκλώματος μπορεί να ξεκινήσει μετά την αποσύνδεση των ζωνών φωτοβολταϊκών μονάδων που πρέπει να μετρηθούν ατομικά. Για να γίνει αυτό, ο μετατροπέας πρέπει να απενεργοποιηθεί και, εάν υπάρχει, ο διακόπτης ή οι διακόπτες DC πρέπει να απενεργοποιηθούν. Στη συνέχεια, μία μονάδα σε κάθε μπάντα πρέπει να είναι εντελώς επισκιασμένη, καλυμμένη από τον ήλιο. Μόνο μετά από αυτές τις ενέργειες, οι ζώνες των μονάδων μπορεί να αποσυνδεθούν χωρίς κίνδυνο σπινθήρα και η μέτρηση μπορεί να ξεκινήσει.

Βήμα 3: Ασφάλειες / δίοδοι / μονάδες

Η τάση στις ασφάλειες συγκεκριμένων ζωνών και διόδων μπορεί να μετρηθεί κατά τη λειτουργία του συστήματος, συνδέοντας τον αισθητήρα παράλληλα. Αν προκύψουν σημαντικές διαφορές στην τιμή της μετρούμενης τάσης, μπορεί να υποδεικνύεται αναντιστοιχία στη γεννήτρια ή ηλεκτρικό σφάλμα σε μια δεδομένη ζώνη φωτοβολταϊκών μονάδων. Στη συνέχεια, ίσως είναι απαραίτητο να πραγματοποιήσετε μετρήσεις σε συγκεκριμένες μονάδες στη ζώνη. Σε μεγαλύτερες ζώνες μονάδων, θα πρέπει να χωρίζονται στο ήμισυ και να επαληθεύεται σε ποιο ήμισυ εμφανίζεται το πρόβλημα. Με τη χρήση αυτής της μεθόδου, πρέπει να προσδιοριστεί μια κατεστραμμένη λειτουργική μονάδα. Οι συνδέσεις των μονάδων και οι προστατευτικές δίοδοι πρέπει επίσης να ελέγχονται.

Βήμα 4: Τάση σε ανοικτό κύκλωμα – ρεύμα βραχυκυκλώματος

Αυτές οι μετρήσεις είναι πολύ σημαντικές λόγω της παρακολούθησης της λειτουργίας του συστήματος, αλλά πρέπει επίσης να μετρηθεί η τρέχουσα ακτινοβολία της περιοχής.

Πίνακας. 1. Τα τυπικά λάθη που εντοπίζονται στις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα. Η δεξιά στήλη περιλαμβάνει πιθανά είδη αυτών των λαθών, ενώ το αριστερό – μερικά προληπτικά μέτρα για την αποφυγή σφαλμάτων και την σωστή ενεργοποίηση του συστήματος

Τυπικά λάθη	Προληπτικά μέτρα και επίλυση προβλημάτων
Δεν υπάρχει ρεύμα από πίνακες Υψηλή τάση	Ανοικτοί διακόπτες ή καμένες ασφάλειες, φθαρμένα ή σκουριασμένα καλώδια
Πολύ αδύναμο ρεύμα από τα πάνελ	Ορισμένες μονάδες επισκιάστηκαν. Εσφαλμένη κλίση ή προσανατολισμός του πίνακα
Μην φορτίζετε μπαταρίες.	Μετρήστε τάση από φωτοβολταϊκά πάνελ σε ανοιχτό κύκλωμα (χωρίς φορτίο) και ελέγξτε αν βρίσκεται εντός κανονικών ορίων. Εάν η τάση είναι χαμηλή ή μηδενική, ελέγξτε τις συνδέσεις στον φωτοβολταϊκό πίνακα. Αποσυνδέστε τα φωτοβολταϊκά πάνελ από τον οδηγό κατά τη λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος. Μετρήστε τάση στους σφιγκτήρες (clamps) του ελεγκτή φόρτισης(charging controller) (Φ / Β και μπαταρία), αν η τάση στις μύτες είναι η ίδια, οι Φ / Β πίνακες φορτίζουν τις μπαταρίες. Εάν η τάση στους φωτοβολταϊκούς σφιγκτήρες είναι κοντά στην τάση χωρίς φορτίο των πλασιών και η τάση στους σφιγκτήρες της μπαταρίας είναι χαμηλή, ο ελεγκτής φόρτισης δεν φορτίζει τις μπαταρίες και μπορεί να καταστραφεί.
Υψηλή τάση	Αποσυνδέστε τους φωτοβολταϊκούς πίνακες, αποσυνδέστε το καλώδιο από έναν σφιγκτήρα μπαταρίας, αφήνοντας τα φωτοβολταϊκά πάνελ αποσυνδεδεμένα. Η λυχνία φόρτισης του ελεγκτή φόρτισης δεν πρέπει να ανάβει πράσινη. Μετρήστε την τάση στους σφιγκτήρες ρύθμισης φόρτισης στους οποίους συνδέθηκαν φωτοβολταϊκά πλαίσια. Εάν υπάρχει πράσινη λυχνία ή τάση στους σφιγκτήρες, μπορεί να προκληθεί βλάβη στον ελεγκτή.
Ανάρμωση φόρτιση	Ελέγξτε τις ασφάλειες και τους διακόπτες.
Πολύ χαμηλή τάση	Κοντόνετε τα καλώδια ή χρησιμοποιήστε καλώδια μεγαλύτερου τμήματος, επαναφορτίστε τις μπαταρίες, εξασφαλίστε καλύτερη ψύξη για συσκευές, τοποθετήστε τη συσκευή σε πιο δροσερό περιβάλλον.
Δεν υπάρχει τάση AC	Το φορτίο του δέκτη AC υπερβαίνει την ισχύ του μετατροπέα, την αποσύνδεση που προκύπτει από την υπερφόρτωση. Το φορτίο δεν προσαρμόστηκε στη συνεχή λειτουργία του μετατροπέα. Ισχύς.
Αντίστροφη σύνδεση / πόλωση του μετατροπέα	Ελέγξτε τη σύνδεση με την μπαταρία, ο μετατροπέας πιθανόν να έχει υποστεί ζημιά και πρέπει να αντικατασταθεί.
Λανθασμένη απενεργοποίηση φόρτισης	Ο ελεγκτής δεν λαμβάνει σωστή τάση από την μπαταρία, ελέγξτε τη σύνδεση της μπαταρίας. Η χαμηλότερη τιμή της τάσης απενεργοποίησης φόρτισης είναι πολύ υψηλή. Επαναφορά ρυθμιζόμενης αποσύνδεσης σε χαμηλότερη τάση, αλλαγή ισχύος,
Καμένη ασφάλεια φωτοβολταϊκού πλαισίου	Υπάρχει βραχυκύκλωμα στο κύκλωμα του κυκλώματος Φ / Β – μπαταρία. Αποσυνδέστε την μπαταρία για έλεγχο. Έλεγχος φόρτισης πολύ χαμηλής έντασης
Δεν υπάρχει τάση στην έξοδο του μετατροπέα	Καμένη ασφάλεια ή ανοικτό κύκλωμα / διακόπτης, καλώδιο που έχει υποστεί ζημιά. Απενεργοποίηση του μετατροπέα λόγω λανθασμένης φόρτισης απενεργοποίησης ή ανοικτού κυκλώματος του ρυθμιστή φόρτισης. Υψηλή τάση της μπαταρίας.

Διαγνωστικές διαδικασίες

Οπτική επιθεώρηση

Τα μηχανικά προβλήματα είναι συνήθως ορατά: η χαλάρωση, η κάμψη ή η διάβρωση μπορεί συνήθως να ανιχνευθούν κατά τη διάρκεια της οπτικής επιθεώρησης. Κατά τη διάρκεια μιας τέτοιας επιθεώρησης πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες που αναφέρονται.

Παρακολούθηση των επιδόσεων

Επαλήθευση απόδοσης

Το φωτοβολταϊκό σύστημα μπορεί να χρηματοδοτηθεί με βάση την παραγωγή ενέργειας στο πλαίσιο των συστημάτων τιμολόγησης, οπότε ο χρήστης θα πρέπει να μετρήσει την απόδοσή του και να συγκρίνει τα αποτελέσματα με τον επιτευχθέντα διακανονισμό. Η πολυπλοκότητα και το κόστος μιας τέτοιας μέτρησης εξαρτάται από την ποσότητα και την ακρίβεια των μετρήσεων που πρέπει να εκτελεστούν.

Οθόνες(Displays)

Οι οθόνες αποτελούν τη βάση για την παρακολούθηση. Ένας απλός δείκτης που αποτελεί μέρος του μετατροπέα είναι η ευκολότερη λύση. Οι περισσότεροι κατασκευαστές φωτοβολταϊκών μετατροπέων διαθέτουν προαιρετική οθόνη. Εντούτοις, μπορεί να δημιουργήσει σοβαρούς περιορισμούς όσον αφορά τη θέση του μετατροπέα, όπως συμβαίνει κανονικά στην οροφή ή σε άλλο μοναχικό μέρος. Αν η οθόνη πρέπει να είναι αποτελεσματική, πρέπει να βρίσκεται σε ένα μέρος όπου είναι ορατό κατά τις καθημερινές δραστηριότητες. Η λύση αποτελείται από απομακρυσμένες οθόνες, στις οποίες μπορούν να παραδοθούν δεδομένα από τον μετατροπέα με καλώδιο.

Αισθητήρες(Sensors)

Δεν υπάρχουν περιορισμοί ως προς τον αριθμό των παραμέτρων που μπορεί να παρακολουθούνται από το φωτοβολταϊκό σύστημα, αλλά τα περισσότερα συστήματα μετρούν την ενέργεια εισόδου και εξόδου και ορισμένες περιβαλλοντικές και συστημικές μεταβλητές.

Ανάλυση δεδομένων

Μετά τη συλλογή δεδομένων, μπορεί να διεξαχθεί λεπτομερής ανάλυση της λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος. Τα καταγεγραμμένα δεδομένα επιτρέπουν την παρακολούθηση και την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος. Τέτοιες παράμετροι όπως η μηνιαία παραγωγή, η απόδοση του πίνακα κ.λπ. αποτελούν τυπικές μεθόδους για τον καθορισμό της απόδοσης ολόκληρου του φωτοβολταϊκού συστήματος. Τα δεδομένα μπορούν επίσης να παρουσιαστούν σε γραμμικές γραφικές παραστάσεις προκειμένου να αναλυθούν σημαντικές παράμετροι του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Έγγραφο χρήστη

Μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης, ο εγκαταστάτης εκτελεί δοκιμές και ελέγχει τη λειτουργία του συστήματος, καταγράφει τα αποτελέσματα των δοκιμών στην αναφορά ενεργοποίησης. Αυτή η διαδικασία μπορεί να διαρκέσει από αρκετές δωδεκάδες ημέρες, ανάλογα με το μέγεθος εγκατάστασης φωτοβολταϊκών. Η έκθεση ενεργοποίησης / αποδοχής θα πρέπει να υπογράφεται από εξουσιοδοτημένο άτομο όταν δηλώνεται ότι η λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος είναι ικανοποιητική. Ένα αντίγραφο της έκθεσης ανήκει στον ιδιοκτήτη, μαζί με τα κατάλληλα πιστοποιητικά συμμόρφωσης και εγγυήσεις. Οι εγγυήσεις για κάθε τμήμα του συστήματος μεταφέρονται στον ιδιοκτήτη

(συνήθως εγγύηση του κατασκευαστή). Επίσης, ολόκληρη η οδηγία χρήσης και συντήρησης, μαζί με μια πλήρη περιγραφή του συστήματος, πρέπει να μεταφερθούν στον ιδιοκτήτη. Ο ιδιοκτήτης πρέπει να απαιτεί εγγύηση για την απόδοση του ενεργοποιημένου φωτοβολταϊκού συστήματος. Ένας εγκαταστάτης θα πρέπει να καθορίσει την υποτιθέμενη παραγωγή ενέργειας από το φωτοβολταϊκό σύστημα, αναφέροντας την ελάχιστη ποσότητα kWh που πρέπει να παράγεται ετησίως από το σύστημα. Μια συμφωνία με τον εγκαταστάτη μπορεί να περιλαμβάνει πρόνοιες που καθορίζουν την ευθύνη του σε περίπτωση που η πραγματική παραγωγή ενέργειας είναι χαμηλότερη από την προβλεπόμενη στη συμφωνία.

4.7. Τύποι των τυπικών ενοχλήσεων και αποτυχιών στα συστήματα

Οι τυπικές βλάβες στα φωτοβολταϊκά συστήματα – οι δυνατότητες διάγνωσης και η προτεινόμενη ακρίβεια παρακολούθησης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1. Τυπικά λάθη στα φωτοβολταϊκά συστήματα

Τύπος λάθου	Αντίκτυπος λειτουργία συστήματος	στην του	Παράμετρος εφαρμόζεται διαγνωστικά	που για	Απαιτούμενη ακρίβεια
Σπασίματα σε αλυσίδες DC (καμένες ασφάλειες σε κουτιά σύνδεσης DC, καλώδια που έχουν υποστεί ζημιά, συνδέσεις, κιβώτια διακλάδωσης φωτοβολταϊκών μονάδων)	Μέσος- μεγάλος/ μακροπρόθεσμος		DC ρεύμα στην DC αλυσίδα (σε σύγκριση με άλλα)		25% (ρεύμα στην αλυσίδα)
Σπάσιμο στην κύρια γραμμή συνεχούς ρεύματος (καμένες ασφάλειες στην είσοδο του μετατροπέα, χαλασμένη σύνδεση, καλώδιο)	μεγάλος/ βραχυπρόθεσμος		Ρεύμα DC στην είσοδο του μετατροπέα		15% (ανάλογα με των αριθμό των εισόδων)
Αποτυχία εσωτερικού μετατροπέα (ηλεκτρονικά, διακόπτες, υλικολογισμικό)	μεγάλος/ βραχυπρόθεσμος		Τροφοδοσία συνεχούς ρεύματος, τροφοδοσία εναλλασσόμενου ρεύματος, εσωτερική μονάδα καταγραφής δεδομένων μετατροπέα(internal inverter data logger)		25%
Ηλεκτρική μόνωση (ελαττωματικά καλώδια / μονάδες)	μεγάλος/ βραχυπρόθεσμος (προκαλεί την αποσύνδεση του μετατροπέα)		Μέτρηση της αντίστασης μόνωσης στον μετατροπέα		Καθορίζεται από τον κατασκευαστή του μετατροπέα

Διακυμάνσεις των παραμέτρων του δικτύου	μεγάλος/ βραχυπρόθεσμος (προκαλεί την αποσύνδεση του δικτύου)	Παράμετροι δικτύου που παρακολουθούνται από το μετατροπέα	Δείτε τις "Παραμέτρους AC " πι κάτω
Οι παράμετροι των υπομονάδων που αναφέρονται παρακάτω	μέσος / μακροπρόθεσμος	Τάση ρεύματος και συνεχούς ρεύματος στην αλυσίδα, ακτινοβολία, θερμοκρασία μονάδας (-ων), σύγκριση με τιμές που μετρήθηκαν για άλλες αλυσίδες ή / και προηγούμενες τιμές	<2%
Υπερβολική θέρμανση / καυτά σημεία (ως αποτέλεσμα κακής ηλεκτρικής επαφής)	Μικρός / μακροπρόθεσμος (μπορεί να προκαλέσει σπασίματα)	Οπτική εξέταση, θερμική κάμερα	50%
"Οπτικές διαταραχές" (επισκιάσεις, σκόνη, χιόνι, παγετός, αποκόλληση κ.λπ.)	μικρός/ μακροπρόθεσμος	Οπτικός έλεγχος, βλέπε επίσης "παράμετροι των υπομονάδων κάτω από την ονομαστική τιμή"	
Σπασμένες μονάδες / μηχανικές βλάβες	μεγάλος/ βραχυπρόθεσμος (μπορεί να προκαλέσει βλάβη στην μόνωση)	Οπτικός έλεγχος	Καλή/κακή

Μετάφραση του σχήματος Καμπύλη IV(Curve IV)

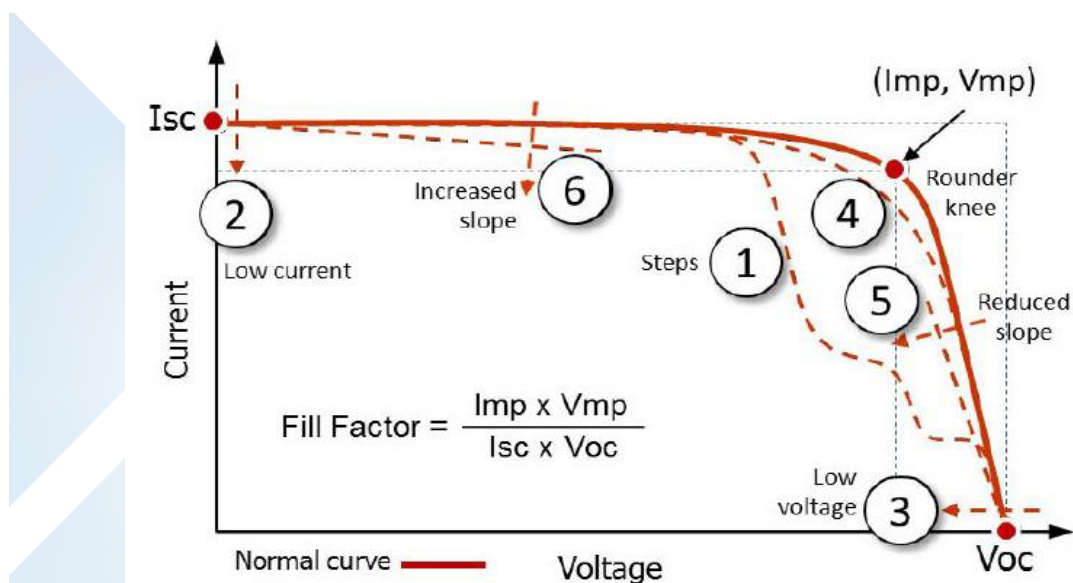
Γενικές πληροφορίες

Η κανονική ορθή καμπύλη I-V που μετράται σε συνθήκες σταθερής ακτινοβολίας έχει ένα ομαλό σχήμα από το οποίο μπορούν να διακριθούν τρία μέρη:

- "οριζόντιο" τμήμα, από την πλευρά του σημερινού άξονα (μερικές φορές πηγαίνει ελαφρώς),
- "κάθετο" τμήμα, από την πλευρά του άξονα τάσης,
- περιοχή "γόνατος" μεταξύ δύο παραπάνω τμημάτων όπου προσδιορίζεται το μέγιστο σημείο ισχύος.

Σε περίπτωση κανονικής καμπύλης, και τα τρία αναφερθέντα μέρη είναι ομαλά και συνεχή, αν και η κλίση τους ως σχήμα "γόνατος" εξαρτάται από την τεχνολογία και την ποιότητα των κυψελών από τα οποία αποτελείται η φωτοβολταϊκή μονάδα. Τα κύτταρα κρυσταλλικού πυριτίου έχουν συνήθως πιο γοργά γόνατα, ενώ τα υπομονάδες λεπτού στρώματος έχουν συχνά πιο στρογγυλεμένο γόνατο.

Μια σειρά παραγόντων μπορεί να επηρεάσει το σχήμα Curve IV. Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει τους κύριους τύπους παραμόρφωσης που μπορεί να εμφανιστούν στην πράξη. Οι αλλαγές στο σχήμα μπορεί να συμβούν ξεχωριστά ή από κοινού.



Εικ. 1. Σχήμα του curve IV σε διάφορες συνθήκες του φωτισμού της μονάδας (επεξήγηση στο κείμενο)
 Πηγή: IEC 62446-1: Grid connected PV systems – Part 1: Requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

Λόγω της αβεβαιότητας που σχετίζεται με τη μέτρηση της έντασης του φωτισμού και της θερμοκρασίας της μονάδας, μπορεί να αναμένονται μικρές διαφορές μεταξύ της σχεδιαζόμενης καμπύλης I-V. Ενδέχεται επίσης να υπάρξουν μικρές διαφορές μεταξύ φωτοβολταϊκών μονάδων από τον ίδιο κατασκευαστή και σε περίπτωση ίδιου μοντέλου. Επιπλέον, η μικρή επισκίαση και μόλυνση της μονάδας μπορεί να επηρεάσει ένα αποτέλεσμα της μέτρησης της καμπύλης I-V.

Όταν οι αποκλίσεις είναι ορατές, πρέπει να γίνει έλεγχος για να διαπιστωθεί εάν οι διαφορές σχήματος μεταξύ της μετρούμενης και της αναμενόμενης καμπύλης δεν προκύπτουν από σφάλματα μέτρησης (π.χ. διαφορετικές διαστάσεις του εξοπλισμού μέτρησης) ή από λάθος καταχωρημένα δεδομένα των φωτοβολταϊκών μονάδων / αλυσίδων φωτοβολταϊκών μονάδων.

Απόκλιση 1 – "βήματα" ή καμπύλες στην καμπύλη

Σκαλοπάτια ή σχισμές στην καμπύλη IV που σημειώνονται στην Εικ.1, αρ. 1 δείχνουν αποκλίσεις στην τιμή του ρεύματος που δημιουργείται μεταξύ των διαφόρων περιοχών του φωτοβολταϊκού πεδίου ή της εξεταζόμενης μονάδας. Η παραμόρφωση της καμπύλης I-V είναι αποτέλεσμα του γεγονότος ότι οι δίοδοι παράκαμψης είναι ενεργές και το παραγόμενο ρεύμα παρακάμπτει μια σειρά προστατευμένων κυψελών / μονάδων (η αλυσίδα δεν είναι σε θέση να μεταφέρει το ίδιο ρεύμα με άλλες αλυσίδες). Μια τέτοια κατάσταση μπορεί να προκληθεί από μια σειρά παραγόντων, όπως:

- το πεδίο της μονάδας ή το δομοστοιχείο της μονάδας είναι μερικώς επισκιασμένο,
- το πεδίο της μονάδας είναι εν μέρει απολυμαντικό ή καλύπτεται με άλλο τρόπο (χιόνι κ.λπ.)
- Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα / μονάδες είναι καταστρεμμένες
- βραχυκύκλωμα (βλάβη δίοδος παράκαμψης).

Σημείωση Ακόμη και η μερική επισκίαση μόνο ενός κυττάρου στη μονάδα μπορεί να προκαλέσει ενεργοποίηση μιας δίοδου bypass και σαφώς ορατών διαχωριστικών στην καμπύλη I-V.

Απόκλιση 2 – πολύ χαμηλό ρεύμα

Πολλοί παράγοντες μπορούν να ευθύνονται για τη διαφορά μεταξύ της αναμενόμενης και της μετρημένης τιμής ρεύματος από την φωτοβολταϊκή μονάδα. Παρουσιάζονται παρακάτω.

Λόγοι που σχετίζονται με το πεδίο της φωτοβολταϊκής μονάδας:

- ομοιόμορφη βρωμιά,
- επιστρωτικές λωρίδες (μονάδες σε κάθετο προσανατολισμό),
- υπολείμματα ακαθαρσιών (μονάδες σε κάθετο προσανατολισμό),
- οι φωτοβολταϊκές μονάδες υποβαθμίζονται.

Σημείωση: Οι λωρίδες επισκίασεως και η υπολειμματική βρωμιά έχουν παρόμοιο αντίκτυπο με την ομοιόμορφη βρωμιά, επειδή μειώνουν το ρεύμα αναλογικά σε όλες τις ομάδες κυττάρων / μονάδων που είναι τοποθετημένες κοντά στο ίδιο ύψος.

Λόγοι μέτρησης:

- προβλήματα με τη βαθμονόμηση του αισθητήρα ακτινοβολίας ή του σφάλματος μέτρησης,
- ο αισθητήρας ακτινοβολίας δεν είναι τοποθετημένος στο επίπεδο του συστήματος ή είναι επισκιασμένος,
- μεταβολή στην ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της μέτρησης της καμπύλης I-V,
- τα αποτελέσματα που σχετίζονται με την αντανάκλαση του φωτός (albedo), η οποία μπορεί να προκαλέσει την εγγραφή του αισθητήρα φωτισμού σε πολύ υψηλή τιμή,
- Η φωτεινότητα είναι πολύ χαμηλή ή ο ήλιος είναι πολύ κοντά στον ορίζοντα.

Σημείωση: Όταν η τρέχουσα απόκλιση που παρουσιάζεται στην Εικόνα 1 (περίπτωση 2) είναι μικρότερη από την αναμενόμενη, είναι επίσης πιθανό ότι η τάση έχει μετρηθεί εσφαλμένα, ενώ η τιμή της είναι υπερεκτιμημένη σε σχέση με τη σωστή τιμή για δεδομένες συνθήκες μέτρησης της καμπύλης I-V.

Απόκλιση 3 – πολύ χαμηλή τάση

Πιθανές αιτίες μειωμένης τιμής της μετρούμενης τάσης περιλαμβάνουν:

Λόγοι που σχετίζονται με το πεδίο της φωτοβολταϊκής μονάδας:

- αγώγιμες ή συμπαγείς δίοδοι bypass,
- εσφαλμένος αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων στην αλυσίδα,
- υποβάθμιση της μονάδας (π.χ. PID – Ενδεχόμενη υποβάθμιση),
- σημαντική και ομοιόμορφη επισκίαση του συνόλου της φωτοβολταϊκής κυψέλης / μονάδας / αλυσίδας.

Λόγοι που σχετίζονται με εσφαλμένα καταχωρημένα στοιχεία φωτοβολταϊκών μονάδων / αλυσίδων φωτοβολταϊκών μονάδων:

- εισάχθηκαν δεδομένα της φωτοβολταϊκής μονάδας,
- εισήχθηκε λανθασμένος αριθμός μονάδων στην αλυσίδα φωτοβολταϊκών.

Λόγοι μέτρησης:

- Η θερμοκρασία του φωτοβολταϊκού κυττάρου / φωτοβολταϊκής μονάδας διαφέρει σημαντικά από τη μετρούμενη τιμή.

Η θερμοκρασία επηρεάζει σημαντικά την τάση των φωτοβολταϊκών κυττάρων / στοιχείων, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει ότι η διαφορά μεταξύ της πραγματικής και της μετρημένης θερμοκρασίας των φωτοβολταϊκών κυψελών / μονάδας επηρεάζει σημαντικά το σχήμα της καμπύλης I-V. Σε τέτοιες περιπτώσεις, καταρχάς, πρέπει να επαληθεύεται η μέθοδος μέτρησης της θερμοκρασίας του κυττάρου (π.χ. μέσω επαλήθευσης εάν ο

αισθητήρας θερμοκρασίας δεν έχει αποκολληθεί από την επιφάνεια της πλάτης της μονάδας).

Οι ομάδες αλυσίδων που μετρώνται στη συνέχεια συχνά δείχνουν τιμές παραμέτρων ελαφρώς διαφορετικές από αυτές που αναμένονται. Αυτό πρέπει να αναμένεται λαμβάνοντας υπόψη ότι η θερμοκρασία συνήθως μετريέται σε μία μόνο ενότητα και ότι ένα προφίλ κατανομής θερμοκρασίας σε ένα μόνο φωτοβολταϊκό στοιχείο ή ένα πεδίο φωτοβολταϊκής μονάδας συνήθως δεν είναι ομοιόμορφο και μπορεί να μεταβληθεί χρονικά. Ωστόσο, εάν κάποια αλυσίδα φωτοβολταϊκών μονάδων εμφανίζει σημαντικά μεγαλύτερες αποκλίσεις από άλλες, μπορεί να σημαίνει ένα πρόβλημα, ειδικά όταν η απόκλιση αφορά την τιμή VOC / N (αριθμός N κυψελών στην φωτοβολταϊκή μονάδα ή αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων συνδεδεμένων σε σειρά στην αλυσίδα) ενώ οι φωτοβολταϊκές μονάδες / αλυσίδες διαθέτουν N διόδους παράκαμψης.

Σημείωση Όταν η απόκλιση τάσης που παρουσιάζεται στο σχήμα 1 (περίπτωση 3) είναι μικρότερη από την αναμενόμενη, είναι επίσης πιθανό ότι η τάση δεν μετρήθηκε σωστά, ενώ η τιμή της υποτιμάται σε σχέση με τη σωστή τιμή για τις δεδομένες συνθήκες μέτρησης της καμπύλης I-V.

Απόκλιση 4- Πολύ στρογγυλεμένο γόνατο

Η στρογγυλοποίηση της καμπύλης IV μπορεί να είναι ένα σύμπτωμα της διαδικασίας γήρανσης της μονάδας. Προκειμένου να επιβεβαιωθεί, πρέπει επίσης να επαληθεύεται εάν η κλίση δεν αφορά την καμπύλη I-V αντίστοιχα εντός του πλαισίου του "οριζώντιου" και "κάθετου" τμήματος. Εάν ναι, μπορεί να επηρεάσει τη μορφή καμπύλης "κάμψης".

Απόκλιση 5 – μειωμένη απόκλιση ενός "κάθετου" τμήματος της καμπύλης

Η κλίση ενός κατακόρυφου μέρους της καμπύλης IV μεταξύ του σημείου μέγιστης ισχύος (V_{mp}) και της τάσης ανοικτού κυκλώματος VOC προκύπτει κυρίως από τη αντίσταση στη σειρά της φωτοβολταϊκής μονάδας / αλυσίδας. Η αυξημένη αντίσταση προκαλεί μειωμένη κλίση κλίσης σε αυτό το τμήμα της καμπύλης.

Πιθανές αιτίες για αυξημένη σειριακή αντίσταση περιλαμβάνουν:

- ζημιά ή σφάλμα καλωδίων / καλωδίων (ή καλωδίων με πολύ χαμηλό τομέα),
- σφάλματα στις συνδέσεις μονάδων ή τομέα φωτοβολταϊκών πλαισίων (ή κακών αρθρώσεων),
- αυξημένη σειριακή αντίσταση των μονάδων (π.χ. ως αποτέλεσμα της υποβάθμισης).

Κατά τη διάρκεια της δοκιμής πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας με μεγάλα καλώδια, η αντίσταση των καλωδίων αυτών μπορεί να επηρεάσει τη μορφή καμπύλης. Σε μια τέτοια περίπτωση, πρέπει είτε να επαληθεύσετε το αποτέλεσμα της μέτρησης λαμβάνοντας υπόψη τη σειριακή αντίσταση των συρμάτων μέτρησης (εάν μια συσκευή μέτρησης διαθέτει αυτή την επιλογή), είτε να πραγματοποιήσετε μέτρηση πιο κοντά στο φωτοβολταϊκό πεδίο (με τη χρήση πολύ μικρότερων συρμάτων).

Εάν παρατηρηθεί σφάλμα αυξημένης αντίστασης στην καμπύλη, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην ποιότητα των καλωδίων και των συνδέσεων στο πεδίο της φωτοβολταϊκής μονάδας. Αυτό το σφάλμα μπορεί να υποδεικνύει σημαντικό ελάττωμα καλωδίωσης ή βλάβης (π.χ. διάβρωση), το οποίο επηρεάζει σημαντικά τα χαρακτηριστικά βυθίσματος του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας.

Η αυξημένη σειριακή αντίσταση της μονάδας μπορεί να οφείλεται σε πολύ υψηλή αντίσταση συνδέσεων μεταξύ κυψελών ή συνδέσεων μέσα στο κουτί διακλάδωσης των μονάδων – σε σχέση με τα σφάλματα υποβάθμισης, διάβρωσης ή παραγωγής.

Η ηλεκτρονική σάρωση, όπως περιγράφεται στην διαδικασία δοκιμής 2, μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για την ανίχνευση σφαλμάτων που σχετίζονται με την πολύ υψηλή αντίσταση στο πεδίο της φωτοβολταϊκής μονάδας.

Απόκλιση 6 – πολύ απότομη κλίση ενός "οριζόντιου" τμήματος της καμπύλης

Οι μεταβολές της κλίσης στο άνω τμήμα της καμπύλης IV σχετίζονται με την εμφάνιση πολύ μεγάλων διαρροών (παράκαμψη) και πιθανώς προκαλούνται από:

- πολύ χαμηλή αντίσταση διαρροής σε φωτοβολταϊκά κύτταρα,
- αναντιστοιχία των ρευμάτων της μονάδας ISCogniww,
- κωνική σκιά ή ρύπανση (π.χ. ιζήματα, βρωμιά).

Το ρεύμα bypass αποτελεί μέρος του παραγόμενου ρεύματος παρακάμπτοντας τις κυψέλες. Αυτό συμβαίνει συνήθως λόγω εντοπισμένων ελαττωμάτων στην περιοχή του κυττάρου ή των συνδέσεων μεταξύ των κυττάρων. Η διαρροή μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση τοπικών λεγόμενων θερμών σημείων στα κύτταρα, τα οποία μπορούν να εντοπιστούν με τη χρήση IR δοκιμών.

Οι διαφορές στις τρέχουσες τιμές ISC μεταξύ συγκεκριμένων φωτοβολταϊκών πλαισίων στην αλυσίδα ενδέχεται να προκύψουν από διαφορές παραγωγής. Εάν αυτές οι αποκλίσεις είναι ασήμαντες και τυχαία κατανεμημένες στην αλυσίδα, είναι πιθανό να μην υπάρχουν ορατά βήματα ή περικοπές στην καμπύλη I-V μιας τέτοιας αλυσίδας.

Η πιο σημαντική επισκίαση ενός τμήματος της αλυσίδας ή ακόμη και μιας μόνο μονάδας προκαλεί συνήθως πιο ορατά χαρακτηριστικά βήματα ή περικοπές στην καμπύλη I-V.

4.8. Μέθοδοι και επιδιορθώσεις ή αντικατάσταση των εξαρτημάτων του φωτοβολταϊκού

Επιλογή της διαδικασίας δοκιμής σύμφωνα με το IEC 62446 – Μετρήσεις παραμέτρων συστήματος σύμφωνα με τις διαδικασίες δοκιμής που περιγράφονται στο πρότυπο IEC 62446

Διαδικασία δοκιμής 1

Διαδικασία δοκιμής – Κατηγορία 1

Συνέχεια της προστατευτικής γείωσης και των πιθανών αγωγών αντιστάθμισης

Εάν συνδέονται προστατευτική γείωση ή / και εξισορρόπηση δυναμικού στην πλευρά DC, ενώ είναι συνδεδεμένα τα πλαίσια του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας, διεξάγεται δοκιμή ηλεκτρικής συνέχειας για όλα τα αγωγίμα μέρη. Πρέπει επίσης να επαληθεύεται η σύνδεση με τον κύριο τερματικό εδάφους.

Δοκιμή πόλωσης(polarization)

Η πόλωση όλων των καλωδίων DC πρέπει να επαληθεύεται με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού δοκιμών. Μετά τον έλεγχο της πόλωσης, τα καλώδια θα πρέπει να επαληθεύονται ώστε να εξασφαλίζεται ότι είναι σωστά αναγνωρισμένα και σωστά συνδεδεμένα με συστημικές συσκευές, όπως διακόπτες ή μετατροπείς.

Δοκιμή κουτιού συνδέσμου(Junction box) / φασματικής αλυσίδας(chain adder)

Μια μεμονωμένη αλυσίδα που συνδέεται στην αντίστροφη πόλωση στο πεδίο συστοιχίας φωτοβολταϊκής αλυσίδας μπορεί μερικές φορές να χάσει εύκολα. Οι συνέπειες της αντίστροφης πόλωσης, ειδικά σε μεγαλύτερα συστήματα με πολλά συχνά διασυνδεδεμένα πεδία συστοιχίας, μπορεί να είναι σημαντικά. Η δοκιμή του κιβωτίου προσθήκης αποσκοπεί στη διασφάλιση ότι όλες οι αλυσίδες συνδέονται σωστά μεταξύ τους στο πεδίο προσθηκών. Η διαδικασία δοκιμής έχει ως εξής και διεξάγεται πριν από την πρώτη ενεργοποίηση των ασφαλειών αλυσίδας:

- επιλέξτε ένα βολτόμετρο με εύρος τάσης τουλάχιστον ίσο με το διπλάσιο της μέγιστης τάσης του συστήματος,
- βάλτε όλες τις ασφάλειες στην πλευρά "μείον", δημιουργώντας μια κοινή γραμμή "μείον" για τις αλυσίδες,
- μην βάζετε ασφάλειες στην πλευρά "συν",
- μετρήστε την τάση σε ανοιχτό κύκλωμα από την πρώτη αλυσίδα, μεταξύ συν και πλην και βεβαιωθείτε ότι είναι μια αναμενόμενη τιμή.
- αφήστε έναν αγωγό μέτρησης στον θετικό πόλο της πρώτης δοκιμασμένης αλυσίδας και τοποθετήστε τον δεύτερο αγωγό στον θετικό πόλο της επόμενης αλυσίδας. Καθώς και οι δύο αλυσίδες έχουν κοινό πόλο "μείον", η μετρούμενη τάση θα πρέπει να είναι κοντά στο μηδέν, εντός της αποδεκτής ανοχής ± 15 V,
- Συνεχίστε τις μετρήσεις σε επακόλουθες αλυσίδες, με χρήση του πρώτου θετικού κυκλώματος ως αναφοράς.

Η αντίστροφη κατάσταση πόλωσης πρέπει να είναι σαφώς ορατή στην αλυσίδα, στην οποία η μετρούμενη τάση είναι διπλάσια από την τάση του συστήματος.

Φωτοβολταϊκή αλυσίδα – μέτρηση της τάσης του ανοικτού κυκλώματος

Η μέτρηση της τάσης του ανοικτού κυκλώματος (VOC) στη διαδικασία δοκιμής 1 στοχεύει στην επαλήθευση του κατά πόσο τα στοιχεία της αλυσίδας συνδέονται σωστά, συγκεκριμένα αν ο αναμενόμενος αριθμός μονάδων συνδέεται σειριακά στην αλυσίδα. Η έλλειψη συνδέσεων ή ο λανθασμένος αριθμός μονάδων στην αλυσίδα συνιστά ένα σχετικά συχνό σφάλμα, ιδιαίτερα σε μεγαλύτερα συστήματα, ενώ η τάση του ανοικτού κυκλώματος κατά τη διάρκεια της δοκιμής επιτρέπει την ταχεία αναγνώριση τέτοιων σφαλμάτων.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Η τιμή τάσης πολύ χαμηλότερη από την αναμενόμενη μπορεί να υποδεικνύει ότι μία ή περισσότερες μονάδες στην αλυσίδα έχουν ακατάλληλη πόλωση ή ελαττώματα που προκλήθηκαν από κακή μόνωση, με αποτέλεσμα την καταστροφή ή / και τη συσσώρευση νερού στα κιβώτια διασταύρωσης. Η ανάγνωση υπερβολικά υψηλής τάσης είναι συνήθως αποτέλεσμα σφαλμάτων καλωδίωσης.

Η τάση του ανοικτού κυκλώματος από κάθε φωτοβολταϊκή αλυσίδα πρέπει να μετράται με τη χρήση κατάλληλης συσκευής μέτρησης. Θα πρέπει να γίνει πριν από το κλείσιμο οποιωνδήποτε διακοπών ή την εγκατάσταση προστατευτικού εξοπλισμού υπερέντασης (εάν ισχύει).

Οι αποκτηθείσες τιμές τάσης του ανοικτού κυκλώματος αξιολογούνται στη συνέχεια προκειμένου να διασφαλιστεί ότι συμμορφώνονται με την αναμενόμενη τιμή (συνήθως με την ανοχή του 5%), χρησιμοποιώντας μία από τις ακόλουθες μεθόδους:

- α) σύγκριση με την αναμενόμενη τιμή που παρέχεται στην κάρτα καταλόγου της ενότητας,
- β) Μετρήσεις VOC σε μία μονάδα και στη συνέχεια χρήση αυτής της τιμής για τον υπολογισμό της αναμενόμενης τιμής για την αλυσίδα (η πιο κατάλληλη όταν υπάρχουν συνθήκες σταθερής ακτινοβολίας),

- γ) στην περίπτωση συστημάτων με πολλές ταυτόσημες αλυσίδες, όπου υπάρχουν σταθερές συνθήκες ακτινοβολίας, μπορούν να συγκριθούν τάσεις αλυσίδας.
- δ) στην περίπτωση συστημάτων με πολλές πανομοιότυπες αλυσίδες, όπου η ακτινοβολία είναι ασταθής, οι τάσεις μεταξύ των αλυσίδων μπορούν να συγκριθούν μέσω της εκτέλεσης πολλαπλών μετρήσεων και μετά την εγκατάσταση μιας αλυσίδας αναφοράς.

Αλυσίδα (σειρά) φωτοβολταϊκών μονάδων(Chain series) – μέτρηση ρεύματος

Η δοκιμή μέτρησης ρεύματος αλυσίδας φωτοβολταϊκών πλαισίων (σειράς) αποσκοπεί στην επαλήθευση του κατά πόσο δεν υπάρχουν μεγαλύτερα ελαττώματα στην περιοχή της καλωδίωσης πεδίου των φωτοβολταϊκών πλαισίων. Αυτές οι δοκιμές δεν θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως μέτρηση της απόδοσης του πεδίου της μονάδας / μονάδας.

Δύο μέθοδοι δοκιμής είναι δυνατές (δοκιμή βραχυκυκλώματος ή δοκιμή λειτουργίας) και παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την καλή λειτουργία της φωτοβολταϊκής αλυσίδας. Όπου είναι δυνατόν, πρέπει να γίνει η δοκιμή βραχυκυκλώματος, καθώς είναι πιο επωφελής, διότι αποκλείει την πρόσκρουση των μετατροπών.

Αλυσίδα (σειρά) φωτοβολταϊκών μονάδων – δοκιμή βραχυκυκλώματος

Το ρεύμα βραχυκυκλώματος κάθε φωτοβολταϊκής αλυσίδας πρέπει να μετράται με τη χρήση κατάλληλης συσκευής, που προορίζεται για μια τέτοια δοκιμή. Η ενεργοποίηση / διακοπή του ρεύματος βραχυκυκλώματος στην αλυσίδα είναι πιθανόν επικίνδυνη και πρέπει να επιλεγεί κατάλληλη διαδικασία δοκιμής, π.χ. όπως αυτή που αναφέρεται παρακάτω.

Οι μετρηθείσες τιμές θα πρέπει να συγκριθούν με την αναμενόμενη τιμή. Στην περίπτωση συστημάτων με πολλές πανομοιότυπες αλυσίδες φωτοβολταϊκών μονάδων, όταν η μέτρηση διεξήχθη σε συνθήκες σταθερής ακτινοβολίας, πρέπει να συγκριθούν τα αποτελέσματα των τρεχουσών μετρήσεων σε συγκεκριμένες αλυσίδες. Αυτές οι τιμές θα πρέπει να είναι οι ίδιες (συνήθως εντός του πεδίου εφαρμογής του 5% της μέσης τιμής του ρεύματος που μετράται σε αλυσίδες, σε συνθήκες σταθερής ακτινοβολίας).

Διαδικασία δοκιμής ρεύματος βραχυκυκλώματος(short circuit current)

Πρέπει να διασφαλιστεί ότι όλες οι συσκευές διακοπής και αποσύνδεσης είναι ανοικτές και ότι όλες οι φωτοβολταϊκές αλυσίδες (των φωτοβολταϊκών μονάδων) είναι απομονωμένες μεταξύ τους.

Σε δοκιμασμένη αλυσίδα πραγματοποιείται περιοδικός βραχυκύκλωμα. Μπορεί να επιτευχθεί μέσω:

- α) χρήση μετρητή που επιτρέπει τη μέτρηση ρεύματος βραχυκυκλώματος (π.χ.
- β) σύντομο καλώδιο που συνδέεται προσωρινά στο κύκλωμα μιας συσκευής που αποσυνδέει φορτίο στο δοκιμασμένο κύκλωμα αλυσίδας.
- γ) χρήση του "διακόπτη bypass" που μπορεί προσωρινά να εισαχθεί στο κύκλωμα για να δημιουργήσει βραχυκύκλωμα.

Αλυσίδα φωτοβολταϊκών μονάδων – δοκιμή κατά τη λειτουργία

Όταν το σύστημα είναι ενεργοποιημένο και λειτουργεί σε κανονική λειτουργία (ο μετατροπέας παρακολουθεί το μέγιστο σημείο ισχύος), το ρεύμα από κάθε φωτοβολταϊκή αλυσίδα πρέπει να μετράται με ένα αμπερόμετρο με τη χρήση κατάλληλου σφινγκτήρα τοποθετημένου γύρω από την καλωδίωση της αλυσίδας. Οι μετρηθείσες τιμές θα πρέπει να

συγκριθούν με την αναμενόμενη τιμή. Στην περίπτωση συστημάτων με πολλές ταυτόσημες αλυσίδες, όπου υπάρχουν σταθερές συνθήκες ακτινοβολίας, πρέπει να συγκριθούν οι μετρήσεις των ρευμάτων από συγκεκριμένες αλυσίδες. Αυτές οι τιμές πρέπει να είναι οι ίδιες (συνήθως εντός του πεδίου του 5% της μέσης τιμής του ρεύματος των αλυσίδων για συνθήκες σταθερής ακτινοβολίας).

Λειτουργικές δοκιμές

Συνιστάται να διεξάγονται οι ακόλουθες λειτουργικές δοκιμές:

Οι πίνακες διανομής και άλλες συσκευές ελέγχου ελέγχονται για να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία τους και η επαλήθευση του κατά πόσον είναι σωστά τοποθετημένες και συνδεδεμένες.

Όλοι οι μετατροπείς που αποτελούν μέρος του φωτοβολταϊκού συστήματος θα πρέπει να ελέγχονται για να εξασφαλιστεί η σωστή λειτουργία τους. Η διαδικασία αυτής της δοκιμής πρέπει να καθορίζεται από τον κατασκευαστή του μετατροπέα.

Δοκιμή αντοχής στην απομόνωση του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας

Τα κυκλώματα συνεχούς ρεύματος του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας λειτουργούν κατά τη διάρκεια της ημέρας και, αντίθετα από ένα συμβατικό ηλεκτρικό σύστημα, δεν μπορούν να απομονωθούν πριν από την εκτέλεση μιας περιγραφόμενης δοκιμής.

Δοκιμή αντοχής της απομόνωσης του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας – μέθοδος δοκιμής

Η δοκιμή πρέπει να διεξάγεται για κάθε πεδίο φωτοβολταϊκής μονάδας ως ελάχιστη. Μπορούν επίσης να ελεγχθούν ατομικές αλυσίδες.

Δύο μέθοδοι δοκιμής είναι δυνατές:

ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ 1 – Ελέγξτε μεταξύ του αρνητικού σφικτήρα του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας και της γείωσης και στη συνέχεια δοκιμάστε μεταξύ του θετικού σφικτήρα του πεδίου και της γείωσης.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΟΚΙΜΗΣ 2 – Δοκιμή μεταξύ γείωσης και βραχυκυκλωμάτων (θετικό και αρνητικό) του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας.

Αν το πλαίσιο του φωτοβολταϊκού πλαισίου είναι γειωμένο, μπορεί να εφαρμοστεί ένα σχετικό σημείο γείωσης ή πλαίσιο πεδίου (όταν χρησιμοποιείται το πλαίσιο πεδίου, πρέπει να εξασφαλίζεται καλή ηλεκτρική επαφή και να επαληθεύεται η συνέχεια σε ολόκληρο το μεταλλικό τμήμα του πλαισίου).

Σε περίπτωση συστημάτων στα οποία το πλαίσιο του πεδίου της μονάδας PB δεν συνδέεται με τη γη (π.χ. όταν υπάρχει εγκατάσταση κατηγορίας II), ένας μηχανικός δοκιμής μπορεί να επιλέξει μία από τις δύο δοκιμές: i) μεταξύ καλωδίων πεδίου και γείωσης) ή ii) καλώδια και πλαίσιο.

Για τα πεδία φωτοβολταϊκών μονάδων που δεν διαθέτουν ηλεκτρικά αγωγίμα μέρη (π.χ. φωτοβολταϊκά πλακίδια), διεξάγεται δοκιμή μεταξύ των καλωδίων του σκάφους και της γείωσης του κτιρίου.

Αντίσταση απομόνωσης του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας – διαδικασία δοκιμής

Πριν από την έναρξη της δοκιμής, πρέπει να εκτελεστούν οι ακόλουθες δραστηριότητες:

- να περιορίσετε την μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση,
- Απομονώστε το πεδίο φωτοβολταϊκής μονάδας από τον μετατροπέα (συνήθως με τη χρήση του αποσυνδετήρα πεδίου φωτοβολταϊκής μονάδας).
- αποσυνδέστε οποιαδήποτε μέρη των συσκευών που ενδέχεται να επηρεάσουν τη μέτρηση απομόνωσης (π.χ. προστασία υπερφόρτισης) στο κιβώτιο διακλάδωσης / κουτί διανομής.

Αντίσταση απομόνωσης – Πεδίο φωτοβολταϊκών πλαισίων ισχύος μέχρι 10 kWp

Για φωτοβολταϊκά πεδία ονομαστικής ισχύος μέχρι 10 kWp, η αντίσταση απομόνωσης θα πρέπει να μετράται με την τάση δοκιμής που παρέχεται στον πίνακα. Το αποτέλεσμα είναι ικανοποιητικό αν κάθε κύκλωμα έχει αντίσταση απομόνωσης όχι μικρότερη από την αντίστοιχη τιμή που παρέχεται στο Πίνακα 1.

Πίνακας. 1. Ελάχιστες τιμές για την αντίστασή απομόνωσης – Πεδίο φωτοβολταϊκής μονάδας μέχρι 10 kWp

Τάση συστήματος	Δοκομή τάσης	Ελάχιστη αντίσταση απομόνωσης
<120 V	250 V	0.5 ΜΩ
120 V – 500V	500 V	1 ΜΩ
>500 V	1000 V	1 ΜΩ

Αντίσταση στην απομόνωση(Isolation resistance) – πεδία φωτοβολταϊκής μονάδας με ισχύ πάνω από 10 kWp

Για φωτοβολταϊκά πεδία άνω των 10 kWp, προκειμένου να ελεγχθεί η αντίσταση απομόνωσης, πρέπει να εφαρμοστεί μία από τις ακόλουθες μεθόδους:

Μέθοδος Α

Η δοκιμή αντίστασης απομόνωσης πρέπει να διεξάγεται σε:

- συγκεκριμένες αλυσίδες · ή
- συνδεδεμένες αλυσίδες, όπου το συνολικό άθροισμα ισχύος δεν υπερβαίνει τα 10 kWp.

Η αντίσταση απομόνωσης μετράται στις μετρητικές τάσεις που παρέχονται στον πίνακα 1. Το αποτέλεσμα είναι ικανοποιητικό αν η αντίσταση απομόνωσης δεν είναι χαμηλότερη από την αντίστοιχη τιμή στον Πίνακα 1.

Μέθοδος Β

Λαμβάνοντας υπόψη τις κατάλληλες συνθήκες ακτινοβολίας, η δοκιμή της καμπύλης IV εξασφαλίζει τον προσδιορισμό της απόδοσης του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας και τον προσδιορισμό του εάν πληροί τις ονομαστικές τιμές (που παρέχονται στην πινακίδα χαρακτηριστικών).

Οι μετρήσεις των επιδόσεων των αλυσίδων και του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας διεξάγονται σε συνθήκες σταθερής ακτινοβολίας με τιμή που δεν είναι μικρότερη από 400 W / m2 και μετριέται στο επίπεδο του πεδίου της μονάδας.

Η διαδικασία δοκιμής καμπύλης IV έχει ως εξής:

- βεβαιωθείτε ότι το σύστημα είναι απενεργοποιημένο και ότι το ρεύμα δεν ρέει,
- η δοκιμασμένη αλυσίδα πρέπει να απομονώνεται και να συνδέεται με τη συσκευή μέτρησης της καμπύλης IV,
- η συσκευή πρέπει να προγραμματίζεται ανάλογα με τον τύπο και τον αριθμό των φωτοβολταϊκών πλαισίων που εξετάζονται στο πλαίσιο της δοκιμής,
- Ο μετρητής φωτισμού που συνεργάζεται με τον ανιχνευτή καμπύλης IV πρέπει να είναι εγκατεστημένος κατά τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτει το επίπεδο του φωτοβολταϊκού πεδίου και να μην υπόκειται σε κανένα επισκίασιμο ή ανακλώμενο φως (albedo). Εάν η δοκιμή χρησιμοποιεί κύτταρο αναφοράς (μοντέλο), θα πρέπει να επαληθεύεται εάν είναι από την ίδια τεχνολογία όπως στο δοκιμασμένο φωτοβολταϊκό πεδίο ή – αλλιώς – πρέπει να πραγματοποιηθεί κατάλληλη προσαρμογή που προκύπτει από διάφορες τεχνολογίες,

- εάν ο μετρητής καμπύλης IV χρησιμοποιεί έναν αισθητήρα θερμοκρασίας κυψέλης, πρέπει να αγγίξει εντελώς την μονάδα πίσω από το κέντρο της κυψέλης που βρίσκεται σε κεντρικό τμήμα της μονάδας. Εάν οι ρυθμίσεις θερμοκρασίας υπολογίζονται από τη συσκευή ελέγχου IV της καμπύλης, πραγματοποιείται έλεγχος για να βεβαιωθεί ότι οι σωστές παράμετροι μονάδας (τιμές συντελεστών θερμοκρασίας) εισάγονται στη συσκευή και η τιμή VOC της αλυσίδας είναι εντός του αναμενόμενου εύρους.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ Η επαλήθευση της τιμής VOC γίνεται για να διασφαλιστεί ότι η αλυσίδα έχει σωστό αριθμό μονάδων – ο λάθος αριθμός μπορεί να προκαλέσει σφάλμα κατά την εισαγωγή μιας ρύθμισης που σχετίζεται με τη θερμοκρασία της μονάδας.

Πριν από την έναρξη της δοκιμής, πρέπει να ελεγχθεί το επίπεδο ακτινοβολίας ώστε να διασφαλιστεί ότι είναι υψηλότερο από $400 \text{ W} / \text{m}^2$ στο επίπεδο του φωτοβολταϊκού χώρου. Μετά τη συμπλήρωση της δοκιμής, η μετρούμενη τιμή της μέγιστης ισχύος πρέπει να συγκριθεί με την ονομαστική τιμή (καταγράφεται στην πινακίδα τύπου). Η μετρούμενη τιμή θα πρέπει να είναι εντός της παρεχόμενης ανοχής ισχύος για τα δομοστοιχεία κατά τη δοκιμή (λαμβάνοντας υπόψη την ακρίβεια του εξοπλισμού για τη δοκιμή καμπύλης IV).

Η δοκιμή αντίστασης απομόνωσης πρέπει να διεξάγεται σε συνδεδεμένες αλυσίδες μεγαλύτερες από 10 kWp.

Η αντίσταση απομόνωσης μετράται στις μετρητικές τάσεις που παρέχονται στο Tab. 1. Το αποτέλεσμα είναι ικανοποιητικό αν η αντίσταση απομόνωσης δεν είναι χαμηλότερη από την αντίστοιχη τιμή στην Tab. 1.

Εάν τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι κάτω από τις αντίστοιχες τιμές που παρέχονται στον Πίνακα 1, το σύστημα πρέπει να δοκιμαστεί και πάλι με τη χρήση μικρότερου αριθμού αλυσίδων στο σύστημα δοκιμής.

Η μέτρηση και η ανάλυση των χαρακτηριστικών των αλυσίδων της φωτοβολταϊκής μονάδας I-V καλύπτουν τα ακόλουθα θέματα:

- 1) Αρχές μέτρησης χαρακτηριστικών των φωτοβολταϊκών μονάδων I-V. Ορισμός των ηλεκτρικών παραμέτρων που προσδιορίζονται από τα χαρακτηριστικά.
- 2) Σχέση χαρακτηριστικών του I-V από τη θερμοκρασία με τον φωτισμό – συντελεστές θερμοκρασίας.
- 3) Μέθοδος σωστής μέτρησης της θερμοκρασίας της μονάδας (αναφορά στο ECT, IEC 6094-5).
- 4) Θέματα με μετρήσεις χαρακτηριστικών του I-V για ορισμένες τεχνολογίες (a-Si, DSSC, Sunpower).
- 5) Σχήμα των χαρακτηριστικών του I-V που υποδεικνύει ακατάλληλες συνθήκες εργασίας (π.χ. επισκιάσεις) ή βλάβη μονάδας.
- 6) Επιλογή μονάδων για το φωτοβολταϊκό σύστημα προκειμένου να αποφευχθούν / ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες που οφείλονται σε ηλεκτρική αναντιστοιχία.
- 7) Αρχές σχεδιασμού κατανομής των μονάδων στο φωτοβολταϊκό σύστημα για την αποφυγή απωλειών που προκαλούνται από άνισο φωτισμό ή άνιση κατανομή θερμοκρασίας.
- 8) Παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία του συστήματος – φωτεινότητα, θερμοκρασία, άνεμος.
- 9) Επιπτώσεις της ακτινοβολίας, της θερμοκρασίας περιβάλλοντος και της ταχύτητας του ανέμου στη θερμοκρασία της μονάδας. Ορισμός του NOCT (ονομαστική θερμοκρασία λειτουργίας).
- 10) Σύνολο προτύπων IEC / PN σχετικά με τα θέματα που αφορούν τα σημεία 1-9.

Διαδικασίες δοκιμής – Κατηγορία 2

Μέτρηση αλυσίδας – καμπύλη IV

Η δοκιμή της καμπύλης IV της αλυσίδας μπορεί να παρέχει τις ακόλουθες πληροφορίες:

- μετρήσεις της τάσης του ανοικτού κυκλώματος (V) και του ρεύματος βραχυκυκλώματος (ISC),
- μετρήσεις τάσης (V_{mp}), ρεύματος (I_{mp}), στο σημείο εργασίας για μέγιστη ισχύ (P_{max}),
- μέτρηση της απόδοσης του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας,
- ταυτοποίηση των ελαττωμάτων του πεδίου της μονάδας/ φωτοβολταϊκής μονάδας ή ένα ζήτημα που σχετίζεται με επισκιάσεις ενός μέρους του πεδίου της μονάδας.

Πριν από την έναρξη της δοκιμής καμπύλης IV, πρέπει να ελεγχθεί μια συσκευή δοκιμής για να διασφαλιστεί ότι οι περιοχές μέτρησής της προσαρμόζονται σωστά στις αναμενόμενες τιμές τάσης και ρεύματος στο δοκιμασμένο κύκλωμα.

Η μέτρηση της καμπύλης I-V-Voc και Isc

Η δοκιμή καμπύλης IV είναι μια αποδεκτή εναλλακτική (έμμεση) μέθοδος για τον προσδιορισμό της τιμής τάσης στο ανοικτό κύκλωμα (VOC) και στο ρεύμα βραχυκυκλώματος (ISC). Όταν μετريέται η καμπύλη I-V, δεν απαιτούνται χωριστές μετρήσεις VOC και ISC – ωστόσο, υπό τον όρο ότι η δοκιμή IV της καμπύλης διεξάγεται σε ένα σχετικό στάδιο στην δοκιμή 1.

Η δοκιμασμένη αλυσίδα θα πρέπει να απομονώνεται και να συνδέεται με μια συσκευή μέτρησης της καμπύλης I-V. Εάν η δοκιμή καμπύλης IV στοχεύει μόνο στην απόκτηση εκτιμώμενων τιμών VOC και ISC, δεν απαιτείται μέτρηση της ακτινοβολίας (ή της θερμοκρασίας της μονάδας).

Μέτρηση της καμπύλης I-V – απόδοση του πεδίου της φωτοβολταϊκής μονάδας, αναγνώριση των ελαττωμάτων του πεδίου της μονάδας / φωτοβολταϊκής μονάδας ή επισκιάσεις

Η μορφή της καμπύλης IV μπορεί να παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με το πεδίο της φωτοβολταϊκής μονάδας. Τα ακόλουθα ελαττώματα μπορούν να εντοπιστούν στο πλαίσιο της δοκιμής:

- κατεστραμμένα κελιά / ενότητες,
- παράκαμψη δίοδος βραχυκυκλώματος,
- τοπική επισκιάζοντας,
- ηλεκτρική αναντιστοιχία μονάδων,
- αντιστάθμιση αντίστασης σε κυψέλες / μονάδες / φωτοβολταϊκό πεδίο,
- υπερβολική σειριακή αντίσταση.

Εάν η μέτρηση της καμπύλης IV στοχεύει στην επαλήθευση της ύπαρξης τυχόν λαθών που προκαλούνται από το φαινόμενο αναντιστοιχίας, η μέτρηση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε χαμηλότερη ακτινοβολία και σε μεγαλύτερες γωνίες πρόσπτωσης φωτός από τις απαιτούμενες για τη δοκιμή της απόδοσης.

Προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερο σχήμα της καμπύλης IV, συνιστάται η τιμή ακτινοβολίας να υπερβαίνει τα 100 W/m, αλλά χρήσιμα δεδομένα μπορούν επίσης να ληφθούν σε χαμηλά επίπεδα ακτινοβολίας. Εάν το σχήμα IV της καμπύλης σε επίπεδο ακτινοβολίας χαμηλότερο από 100 W/m είναι διακοπτόμενο, μπορεί να οφείλεται σε

πιθανό λάθος και συνιστάται να επαναληφθεί η δοκιμή σε τιμή ακτινοβολίας που υπερβαίνει τα 100 W/m.

Από την καταγραφή της καμπύλης IV, θα πρέπει να αναλυθούν οποιεσδήποτε ορατές αποκλίσεις από το αναμενόμενο, σωστό σχήμα της καμπύλης ή τις αναμενόμενες τιμές των ηλεκτρικών παραμέτρων. Οι ορατές αποκλίσεις από το σωστό σχήμα της καμπύλης IV απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή, καθώς ενδέχεται να μην έχουν προηγουμένως επισημανθεί και να έχουν σημαντικά λάθη στο πεδίο της φωτοβολταϊκής μονάδας. Το Παράρτημα Δ περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την ερμηνεία των αποκλίσεων από την καμπύλη IV.

Στην περίπτωση συστημάτων με πολλές πανομοιότυπες αλυσίδες, όπου υπάρχουν σταθερές συνθήκες ακτινοβολίας, οι καμπύλες από συγκεκριμένες αλυσίδες πρέπει να συγκριθούν (ταιριάζουν μεταξύ τους). Οι καμπύλες θα πρέπει να είναι ίδιες (συνήθως εντός του πεδίου εφαρμογής περίπου 5% σε σταθερές συνθήκες ακτινοβολίας για τα σημεία ISC, VOCi Pm).

Διαδικασία ελέγχου για το πεδίο φωτοβολταϊκής μονάδας με υπέρυθρη κάμερα(infrared camera)

Ο έλεγχος με χρήση κάμερας υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR) στοχεύει στην ανίχνευση ασυνήθιστων διακυμάνσεων της θερμοκρασίας στο πεδίο της φωτοβολταϊκής μονάδας. Τέτοιες μεταβολές της θερμοκρασίας μπορεί να υποδεικνύουν ζητήματα εντός του πεδίου των μονάδων και / ή ολόκληρου του φωτοβολταϊκού πεδίου, όπως αντίστροφα πολωμένα κύτταρα, έλλειψη διόδων bypass, κακή συγκόλληση, αδύναμες ενεργές συνδέσεις που οδηγούν σε τοπική αύξηση της θερμοκρασίας.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Κατά τη διαδικασία αρχικής επαλήθευσης, η δοκιμή IR μπορεί επίσης να εφαρμοστεί για την επίλυση του προβλήματος στο πεδίο της μονάδας, της αλυσίδας ή της φωτοβολταϊκής μονάδας.

Διαδικασία δοκιμής IR

Κατά τη διάρκεια της δοκιμής IR, το σύστημα θα πρέπει να βρίσκεται σε κανονική λειτουργία (ο μετατροπέας παρακολουθεί το μέγιστο σημείο ισχύος του φωτοβολταϊκού πεδίου). Η ακτινοβολία στο επίπεδο του φωτοβολταϊκού πεδίου θα πρέπει να υπερβαίνει τα 400 W / m, ενώ οι καιρικές συνθήκες θα πρέπει να είναι σταθερές. Σε τέλεια κατάσταση, η ακτινοβολία στο χώρο του φωτοβολταϊκού στοιχείου πρέπει να βρίσκεται σε μόνιμο επίπεδο, πάνω από 600 W / m, προκειμένου να εξασφαλιστεί επαρκές ρεύμα που προκαλεί αισθητές διαφορές θερμοκρασίας.

Αποτελέσματα δοκιμών IR – Γενικές πληροφορίες

Αυτή η δοκιμή αναζητά κυρίως μη φυσιολογικές αλλαγές θερμοκρασίας στο πεδίο της φωτοβολταϊκής μονάδας.

IR αποτελέσματα δοκιμών -ζεστά σημεία(hot spots)

Ένα θερμό σημείο που παρατηρείται στην επιφάνεια της μονάδας συνήθως σημαίνει ένα ηλεκτρικό ζήτημα, πιθανή σειριακή, παράλληλη αντίσταση ή (τρέχουσα) αναντιστοιχία κυψελών. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να ελέγχεται η απόδοση όλων των μονάδων στις οποίες εμφανίζονται θερμά σημεία. Σημάδια υπερθέρμανσης μπορεί να φαίνονται επίσης κατά τη διάρκεια επιθεωρήσεων, π.χ. καφέ ή αποχρωματισμένη περιοχή της μονάδας.

Αποτελέσματα δοκιμών IR – διόδους παράκαμψης(bypass diodes)

Εάν οι διόδους παράκαμψης είναι πολύ ζεστές, πρέπει να επιθεωρηθεί το πεδίο της μονάδας, αναζητώντας τέτοιους προφανείς λόγους, όπως επισκιάσεις ή μόλυνση σε μια μονάδα που προστατεύεται από μια δίοδο. Εάν δεν υπάρχουν τέτοιοι προφανείς λόγοι, μπορεί να σημαίνει ότι η μονάδα έχει καταστραφεί.

Αποτελέσματα δοκιμών IR – καλωδιακές συνδέσεις

Οι συνδέσεις των καλωδίων μεταξύ των μονάδων δεν είναι πολύ θερμότερες από το ίδιο το καλώδιο. Εάν η σύνδεση είναι θερμότερη, θα πρέπει να ελέγξετε αν δεν είναι χαμένη ή διαβρωμένη.

Διαδικασίες δοκιμής – πρόσθετες δοκιμές

Σύστημα γείωσης με τάση γείωσης

- Αυτή η δοκιμή διεξάγεται προκειμένου να εκτιμηθούν τα συστήματα που χρησιμοποιούν αντίσταση υψηλών γαιών (αντίσταση). Λεπτομερείς διαδικασίες δοκιμής παραδίδονται από κατασκευαστές μονάδων που απαιτούν συστήματα γείωσης αντιστάσεων για τις μονάδες τους.

Αποκλεισμός δοκιμής διόδου

- Η φραγή της διόδου μπορεί να καταστραφεί και στις δύο συνθήκες, τόσο στην αγωγιμότητα όσο και στην πόλωση του φραγμού. Αυτή η δοκιμή είναι σημαντική για φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις όπου συναρμολογούνται μπλοκαρισμένες δίοδοι.
- Όλες οι δίοδοι θα πρέπει να ελέγχονται ώστε να εξασφαλίζεται ότι είναι σωστά συνδεδεμένες (σωστή πόλωση) και ότι δεν υπάρχουν συμπτώματα υπερθέρμανσης ή καύσης.
- Σε έναν κανονικό τρόπο λειτουργίας, η τάση στη δίοδο φραγής (VBD, τάση στην φραγή διόδου) πρέπει να έρθει σε:
- κριτήριο – θετικό αποτέλεσμα δοκιμής: VBD 0,5 V -1,65 V.

4.9. Αρχεία επιθεώρησης, συντήρησης και επισκευής ηλιακών εγκαταστάσεων

Η ποιότητα μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης είναι δύσκολη για επαλήθευση χωρίς σχετικές γνώσεις και εξειδικευμένα όργανα. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος (PV), απαιτείται η πρόσβαση σε τουλάχιστον τρέχουσες ηλεκτρικές παραμέτρους του συστήματος και δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας στο χώρο εγκατάστασης. Τέτοιες παράμετροι μπορούν να διασφαλιστούν μόνο με την κατάλληλη παρακολούθηση του συστήματος. Θα πρέπει να τονιστεί ότι ένα σημαντικό μέρος των σύγχρονων μετατροπέων είναι εξοπλισμένο με στοιχεία μέτρησης και πληροφορικής που επιτρέπουν τη μέτρηση, την απόκτηση και τη συνεχή απομακρυσμένη (μέσω του Διαδικτύου) πρόσβαση στα δεδομένα που λαμβάνονται κατά τη λειτουργία του συστήματος.

Αυτή η μελέτη παρουσιάζει και περιγράφει εν συντομία τα σημαντικότερα κανονιστικά έγγραφα (πρότυπα) που εφαρμόζονται σε ένα αντικείμενο που συζητήθηκε.

Για την εξασφάλιση φωτοβολταϊκής εγκατάστασης υψηλής ποιότητας, η απαραίτητη τεχνική τεκμηρίωση και οι διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου είναι απαραίτητες. Η μελέτη αυτή

εξετάζει τις αρχές της ορθής τεχνικής τεκμηρίωσης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, της μεθόδου διεξαγωγής των διαδικασιών ενεργοποίησης και αποδοχής δοκιμών, καθώς και των περιοδικών ελέγχων της σωστής λειτουργίας και της τεχνικής κατάστασης του φωτοβολταϊκού συστήματος. Εξετάζονται τόσο οι διαδικασίες δοκιμής όσο και το πεδίο των πληροφοριών που πρέπει να βρεθούν σε μια έκθεση αποδοχής ή σε αναφορές μετά από διεξαγόμενους περιοδικούς ελέγχους. Αυτό το τμήμα μελέτης βασίζεται κυρίως στο ευρωπαϊκό πρότυπο **IEC 62446**.

Ένα από τα πιο σημαντικά πρότυπα για την πραγματική και αξιόπιστη επαλήθευση της ποιότητας των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι τα πρότυπα IEC 61215 (για δομοστοιχεία από κρυσταλλικά πυριτικά στοιχεία) και IEC 61646 (για μονάδες που κατασκευάζονται σε τεχνολογίες λεπτού στρώματος). Καλύπτουν και τις τρεις βασικές ποιοτικές πτυχές των μονάδων, δηλαδή την υποβάθμιση, την ανθεκτικότητα (βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα) και την ασφάλεια που σχετίζεται με τη λειτουργία τους. Και τα δύο προαναφερθέντα πρότυπα καλύπτουν μια σειρά δοκιμών, όπως:

- επιθεώρηση (οπτική αξιολόγηση),
- ηλεκτρικές παραμέτρους σε STC (Πρότυπες δοκιμαστικές συνθήκες) (αποκαλούμενη ονομαστική ισχύς),
- δοκιμή απομόνωσης,
- συντελεστές θερμοκρασίας των ηλεκτρικών παραμέτρων, σειριακή αντίσταση,
- προσδιορισμός της NOCT (ονομαστική θερμοκρασία λειτουργίας κυττάρων),
- ηλεκτρικές παραμέτρους σε NOCT,
- ηλεκτρικές παραμέτρους σε χαμηλή ακτινοβολία,
- δοκιμή της παρουσίας των λεγόμενων καυτών σημείων,
- δοκιμή αντοχής στην υπεριώδη,
- δοκιμή αντοχής στους κύκλους θερμοκρασίας,
- δοκιμή αντοχής σε κατάψυξη σε υψηλή υγρασία,
- δοκιμή αντοχής στην υγρασία σε υψηλή θερμοκρασία,
- δοκιμή αντίστασης εξόδου (αντοχή),
- δοκιμή αντοχής σε στατικό μηχανικό φορτίο.

IEC 61215 ή IEC 61646. Στην πράξη, ανάλογα με τον τόπο εγκατάστασης συγκεκριμένων μονάδων, σε ποιο φωτοβολταϊκό σύστημα και τις απαιτήσεις του επενδυτή, οι μονάδες θα πρέπει να διαθέτουν πιστοποιητικό που να σχετίζεται μόνο με επιλεγμένες δοκιμές όπως δοκιμή αντοχής στους κύκλους θερμοκρασίας (βασική δοκιμή), δοκιμή αντοχής στην κατάψυξη (για περιοχές όπου σημειώνεται απότομη πτώση θερμοκρασίας), δοκιμή αντοχής σε στατικά φορτία (για περιοχές με μαζική χιονόπτωση ή αντίσταση στο χαλάζι (για περιοχές όπου συμβαίνει). (η εμφάνιση τέτοιων κηλίδων σε μονάδες σημαίνει τη μικρότερη αντοχή τους σε ζημιές στις συνθήκες μερικής επισκίασεως) ή η δοκιμή απομόνωσης, η οποία είναι εξαιρετικά σημαντική για την ασφάλεια, ιδιαίτερα σε φωτοβολταϊκά συστήματα υψηλής τάσης στην πλευρά DC.

Λειτουργία και συντήρηση του φωτοβολταϊκού συστήματος

Πρέπει να εξασφαλιστούν πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία και το εύρος της συντήρησης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης και να περιλαμβάνουν, τουλάχιστον, τα ακόλουθα στοιχεία:

- 1) Διαδικασίες ελέγχου της σωστής λειτουργίας του συστήματος.
- 2) Λίστα ελέγχου της διαδικασίας σε περίπτωση βλάβης του συστήματος.

- 3) Διαδικασίες έκτακτης απενεργοποίησης / αποσύνδεσης του συστήματος.
- 4) Συστάσεις σχετικά με τη συντήρηση και την εκκαθάριση (εάν απαιτείται).
- 5) Σημείωση για πιθανές μελλοντικές εργασίες με το πεδίο φωτοβολταϊκής μονάδας (π.χ. εργασίες στέγης).
- 6) Έγγραφο εγγύησης για φωτοβολταϊκά στοιχεία και μετατροπείς – πρέπει να καθορίσει ημερομηνία έναρξης και διάρκεια.
- 7) Τεκμηρίωση που καθορίζει το εύρος των σχετικών εγγυημένων ενεργειών (έργων) και των εγγυήσεων που σχετίζονται με τους κινδύνους καιρικών συνθηκών (π.χ. χαλάζι, ανέμους κ.λπ.).

Πρότυπο IEC 62446 – Έλεγχος ποιότητας και ελέγχου της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης

Αυτή η ενότητα περιγράφει τις απαιτήσεις τόσο για τις αρχικές όσο και για τις περιοδικές διαδικασίες επαλήθευσης της ηλεκτρικής εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού συστήματος που είναι συνδεδεμένη με το ηλεκτρικό δίκτυο. Αναφέρεται κυρίως στο πρότυπο IEC 60364-6 (Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης – Μέρος 6: Επαλήθευση), αλλά επίσης, όπου απαιτείται, σε άλλα έγγραφα και μελέτες.

Εντός του σημαντικού πεδίου εφαρμογής, η επαλήθευση της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης που συνδέεται με το δίκτυο θα πρέπει να διεξάγεται βάσει των απαιτήσεων που διατυπώνονται στο πρότυπο IEC 60364-6, το οποίο καθορίζει τις απαιτήσεις αυτές για αρχικές και περιοδικές επαληθεύσεις κάθε ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Κάθε εγκατεστημένο υποσύστημα και στοιχείο του φωτοβολταϊκού συστήματος θα πρέπει να επαληθεύεται ήδη κατά το στάδιο της εγκατάστασης, εάν είναι δυνατόν και μετά την ολοκλήρωσή του, πριν από την πλήρη έναρξη λειτουργίας του συστήματος, πρέπει να επαληθεύεται η συμμόρφωση με το πρότυπο IEC 60364-6. Η αρχική επαλήθευση περιλαμβάνει τη σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα κατάλληλα κριτήρια προκειμένου να επιβεβαιωθεί ότι πληρούνται οι απαιτήσεις του IEC 60364.

Επίσης, μετά από κάθε συμπλήρωμα ή αλλαγές που έγιναν στην υπάρχουσα εγκατάσταση, θα πρέπει να επαληθεύεται κατά πόσον οι αλλαγές που εισάγονται συμμορφώνονται με το πρότυπο IEC 60364 και, συνεπώς, εάν δεν υποβαθμίζουν τις συνθήκες ασφαλείας.

Τόσο η αρχική (αποδοχή) όσο και η επαλήθευση της διάρκειας πρέπει να διεξάγονται από εμπειρογνώμονα, επαρκή προσόντα για την εκτέλεση τέτοιων έργων.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Δείγματα τυπικών φύλλων της επαλήθευσης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης μπορούν να βρεθούν στα προσαρτήματα του προτύπου IEC 62446.

Συστήματα δοκιμών και πρόσθετες δοκιμές

Το σύστημα δοκιμών που εφαρμόζεται στο φωτοβολταϊκό σύστημα πρέπει να είναι κατάλληλο για την κλίμακα, τον τύπο, τον τόπο και την πολυπλοκότητα ενός δεδομένου συστήματος. Αυτό το έγγραφο ορίζει δύο συστήματα δοκιμών, μαζί με μια σειρά πρόσθετων δοκιμών που μπορούν επίσης να διεξαχθούν όταν λήξει η τυπική ακολουθία.

- Δοκιμή κατηγορίας 1 – ελάχιστη απαίτηση – τυποποιημένο σύνολο δοκιμών που πρέπει να εφαρμόζονται σε όλα τα συστήματα.
- Δοκιμή κατηγορίας 2 – εκτεταμένη σειρά δοκιμών όταν έχουν ήδη διεξαχθεί όλες οι δοκιμές από την κατηγορία 1.
- Πρόσθετες δοκιμές – άλλες δοκιμές, οι οποίες μπορεί να υποδεικνύονται σε ορισμένες περιπτώσεις.

5. ΑΣΚΗΣΕΙΣ

5.1. Κανονισμοί υγείας και ασφάλειας στην εργασία, προστασία του περιβάλλοντος – ασκήσεις

Άσκηση 1. (για το θέμα 4.1)

Επιλέξτε την ορθή πρόταση από τον πίνακα:

Κατά την διάρκεια της εργασίας, ο εγκαταστάτης ΦΣ πρέπει να:

- | |
|---|
| a) φωτίζει το χώρο εργασίας με κινητούς λαμπτήρες με τάση μεγαλύτερη από 24 V |
| b) για να αποφευχθεί η ηλεκτροπαραγωγή από την ηλιακή μονάδα να καλύψει ολόκληρη την επιφάνεια της με ένα αδιαφανές κάλυμμα |
| c) εκτελέσει εργασίες συναρμολόγησης κατά τη διάρκεια καταιγίδας, ισχυρών ανέμων ή άλλων κινδύνων. |

Άσκηση 2. (για το θέμα 4.1)

Διαγράψτε τη δήλωση που δεν ταιριάζει με τα υπόλοιπα:

Οι εγκαταστάτες φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων δεν επιτρέπεται:

- a) αρνείθουν να αναλάβει άλλη ισοδύναμη εργασία, εάν δεν είναι δυνατή η άμεση άρση των κινδύνων από προηγούμενες εργασίες,
- b) κλείσουν την πρόσβαση σε σταθμούς εργασίας, πυροσβεστικό εξοπλισμό και ηλεκτρικούς διακόπτες,
- c) γείωσουν των εκτεθειμένων αγώγιμων στοιχείων, π.χ. το πλαίσιο πλαίσιο της κατασκευής ενός συνόλου φωτοβολταϊκών πλαισίων.

Άσκηση 3. (για το θέμα 4.1)

Τα μέτρα ατομικής προστασίας περιλαμβάνουν (σημειώστε 3 απαντήσεις):

- a) Προστασία των ματιών και του προσώπου
- b) Σχέδιο αξιολόγησης κινδύνου
- c) Προστασία άκρων
- d) Πλατφόρμες ανύψωσης
- e) Προστασία ακοής
- f) Κινητές πλατφόρμες

5.2. Προστασία υγείας κατά τις εργασίες εγκαταστήσεως και συντήρησης των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων – ασκήσεις

Άσκηση 1.

Αντιστοιχήστε το πρότυπο με το θέμα:

IEC 61215	Κρυσταλλικές μονάδες
IEC 61646	Μονάδες λεπτό φιλμ(thin film)
IEC 61730	το πεδίο ασφαλείας της φωτοβολταϊκής μονάδας

Άσκηση 2.

Ποια λέξη απο το πλαίσιο δεν ταιριάζει στην πρόταση:

Για τις μονάδες, όλα τα εξαρτήματα DC πρέπει να έχουν διαστάσεις για τάση: $V_{oc} (STC) \times 1,15$, ρεύμα: $I_{sc} (STC) \times 1,25$.

Μονάδες mono silicon	Μονάδες thin-film	Μονάδες multicrystalline
----------------------	-------------------	--------------------------

5.3. Κανόνες ασφάλειας για την συντήρηση και διατήρηση της ηλιακής εγκατάστασης – ασκήσεις

Άσκηση 1. (για το θέμα 4.3)

Απο τον πιο κάτω πίνακα, επιλέξτε την σύνδεση που πρέπει να πληρωθεί οταν επιλέγετα το επίπεδο ρεύματος της ασφάλειας:

$0,4 \times I_{sc} \leq I_n \leq 2,4 \times I_{sc}$
$0,8 \times I_{sc} \leq I_n \leq 1,2 \times I_{sc}$
$1,4 \times I_{sc} \leq I_n \leq 2,4 \times I_{sc}$

Άσκηση 2. (για το θέμα 4.3)

Συνδυάστε το πρότυπο με την θέμα που περιγράφει:

PN-EN 50272-2:2007	Απαιτήσεις ασφάλειας για επαναφορτιζόμενες μπαταρίες και εγκαταστάσεις μπαταρίας
PN-EN 62305-2	Προστασία από κεραυνό
IEC 60269-6	Επιλογή του σωστού τύπου ασφάλειας
IEC 61730-2	Οριακή τιμή του ρεύματος επιστροφής σύμφωνα με το πρότυπο

5.4. Πρόγραμμα συντήρησης του φωτοβολταϊκού – ασκήσεις

Άσκηση 1. (για το θέμα 4.4)

Συμπληρώστε το κείμενο με λέξεις απο το πλαίσιο:

Η δοκιμή του ηλεκτρικού συστήματος της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης πρέπει να διεξάγεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου1..... Τα όργανα μέτρησης και παρακολούθησης και οι μέθοδοι μέτρησης επιλέγονται σύμφωνα με τα σχετικά μέρη του προτύπου.2..... και3..... Οι απαιτήσεις για την επισήμανση ενός ηλιακού συστήματος καθορίζονται στο πρότυπο4.....

1) IEC 60364 – 6	2) IEC 61557	3) IEC 6101	4) IEC60364-9-1
------------------	--------------	-------------	-----------------

Άσκηση 2. (για το θέμα 4.4)

Συμπληρώστε το κείμενο με λέξεις απο το πλαίσιο:

Σε περίπτωση συστήματος χωρίς προστασία υπερφόρτωσης στις αλυσίδες φωτοβολταϊκών μονάδων, πρέπει να διασφαλιστεί ότι: Το IMOD_MAX_OCPR (μέγιστο ονομαστικό ρεύμα της σειριακής ασφάλειας στην αλυσίδα) είναι μεγαλύτερο από το δυνατό

Αντίστροφο ρεύμα
Ρεύμα βραχυκυκλώματος
Ρεύμα διαρροής

5.5. Παρακολούθηση ιδιοτήτων φωτοβολταϊκού συστήματος – οδηγίες και απαιτήσεις μέτρησης και ανάλυση τους – ασκήσεις

Άσκηση 1. (για το θέμα 4.5)

Προσαρμόστε την παράμετρο στο (sensor) που μετριέται

Παράμετρος	Τύπος αισθητήρα
Ένταση ακτινοβολίας στο επίπεδο των μονάδων	Πυρανόμετρο θερμοστοιχείου (Thermocouple pyranometer)
Θερμοκρασία περιβάλλοντος (αέρας)	Termistor
Ταχύτητα ανέμου	Ανεμόμετρο υπερήχων (Ultrasonic anemometer)

Άσκηση 2. (για το θέμα 4.5)

Συμπληρώστε την πρόταση με δυο αριθμούς απο το πλαίσιο:

Οι αισθητήρες των ηλεκτρικών παραμέτρων του φωτοβολταϊκού συστήματος θα πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε η εμβέλεια τους να είναι συμβατή με την ανώτερη τιμή των παραμέτρων εξόδου του πεδίου των φωτοβολταϊκών πλαισίων, δηλαδή για την τάση... 1.. * VOC, για το ρεύμα... 2. * ISC και η παρουσία τους είχε ελάχιστη επίδραση στις μετρούμενες παραμέτρους (π.χ., η αντίσταση που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση του ρεύματος θα πρέπει να έχει χαμηλή αντίσταση έτσι ώστε η πτώση τάσης πάνω σε αυτό να είναι αμελητέα μικρή σε σύγκριση με την τάση πεδίου των φωτοβολταϊκών μονάδων).

1.3	1.5	1.1	1.8
-----	-----	-----	-----

5.6. Ανάλυση των τυπικών λαθών που σχετίζονται με τον εγσυχρονισμό και την συντήρηση – ασκήσεις

Άσκηση 1. (για το θέμα 4.6)

Αντιστοιχήστε τα είδη των λαθών με τις ορθές θεραπείες για να αποφύγετε τα λάθη αυτά και να ξεκινήσετε το σύστημα ορθά:

Τυπικά λάθη	Θεραπίες και αντιμετώπιση προβλημάτων
Δεν υπάρχει ενέργεια από τα πλαίσια	Ανοίξτε τους διακόπτες ή τις φουσκωμένες ασφάλειες, τα καλώδια που έχουν υποστεί βλάβη ή έχουν διαβρωθεί
Πολύ μικρό ρεύμα από τους πίνακες	Μερικές σκιασμένες μονάδες. Η κλίση των πλαισίων ή ο προσανατολισμός τους είναι λανθασμένη. Ορισμένες μονάδες έχουν καταστραφεί. Βρώμικα δομοστοιχεία
Δεν υπάρχει τάση AC	Το φορτίο των δεκτών AC υπερβαίνει την ισχύ του μετατροπέα, την αποσύνδεση λόγω υπερφόρτωσης. Το φορτίο δεν προσαρμόζεται για συνεχή λειτουργία του μετατροπέα. Υπέρταση
Δεν υπάρχει τάση στην έξοδο του μετατροπέα	Μια φουσκωμένη ασφάλεια ή ανοιχτό κύκλωμα / διακόπτης, καλώδιο που έχει υποστεί ζημιά Ο μετατροπέας απενεργοποιείται λόγω εσφαλμένης απενεργοποίησης του κυκλώματος φόρτισης ή ανοικτού κυκλώματος του ρυθμιστή φόρτισης. Υψηλή τάση μπαταρίας.

Άσκηση 2. (για το θέμα 4.6)

Η διαδικασία για την ανίχνευση βλαβών γείωσης και βραχυκυκλώματος-να βάλετε στη σωστή σειρά τις δραστηριότητες

1. Απενεργοποιήστε τον μετατροπέα και αν απενεργοποιηθεί ο διακόπτης DC ανάβει.
2. Μια μονάδα σε κάθε ζώνη πρέπει να είναι πλήρως σκιασμένη, καλυμμένη από τον ήλιο.
3. Αποσυνδέστε τις αλυσίδες της μονάδας.
4. Ξεκινήστε τη μέτρηση.

5.7. Τύποι των τυπικών ενοχλήσεις και αποτυχιών στα συστήματα – ασκήσεις

Άσκηση 1. (για το θέμα 4.7)

Συμπληρώστε την ακόλουθη πρόταση:

Η διαδικασία γήρανσης των φωτοβολταϊκών μονάδων μπορεί να αναγνωριστει στην βάση του:

Στρογγυλοποίηση της knee curve IV
Μείωση της κλίσης του "κάθετου" τμήματος της καμπύλης IV
Πολύ απότομη κλίση του "οριζόντιου" τμήματος της καμπύλης IV

Άσκηση 2. (για το θέμα 4.7)

Αντιστοιχήστε τον τύπο της αποτυχίας με την παράμετρο που χρησιμοποιείται για την διάγνωση:

Τύπος αποτυχίας	Η παράμετρος που χρησιμοποιείται για την διάγνωση
Σπασήματα σε αλυσίδες συνεχούς ρεύματος (καμένες ασφάλειες σε κουτιά σύνδεσης DC, χαλασμένα καλώδια, συνδετήρες, κιβώτια σύνδεσης φωτοβολταϊκών μονάδων)	Ρεύμα DC στην αλυσίδα DC (σε συγκρίσή με άλλα)
Σπάσιμο στην κύρια γραμμή συνεχούς ρεύματος (καμένες ασφάλειες στην είσοδο του μετατροπέα, ελαττωματική σύνδεση, καλώδιο)	Ρεύμα DC στην είσοδο μετατροπέα
Ηλεκτρική μόνωση (ελαττωματικά καλώδια / μονάδες)	Μέτρηση της αντίστασης μόνωσης στον μετατροπέα
Διακυμάνσεις των παραμέτρων του δικτύου	Παράμετροι δικτύου που παρακολουθούνται από το μετατροπέα
Υπερβολική θέρμανση / καυτά σημεία (λεγόμενα "καυτά σημεία") (λόγω κακής ηλεκτρικής επαφής)	Οπτική εξέταση, κάμερα θερμικής απεικόνισης

5.8. Μέθοδοι και επιδιορθώσεις ή αντικατάσταση των εξαρτημάτων του φωτοβολταϊκού – ασκήσεις

Άσκηση 1. (για το θέμα 4.8)

Να βάλετε στην ορθή απάντηση:

Σε κανονική κατάσταση λειτουργίας, η τάση στην μπλοκαρισμένη δίοδο the blocking diode (VBD) the blocking diode (VBD), πρέπει να είναι:

0,5 V -1,65 V

0,9 V -2,65 V

1,2 V -2,5 V

Άσκηση 2. (για το θέμα 4.8)

Τελειώστε την πρόταση:

Η έλλειψη συνδέσεων ή εσφαλμένου αριθμού μονάδων στην αλυσίδα είναι ένα σχετικά κοινό σφάλμα, ειδικά σε μεγαλύτερα συστήματα. Μπορεί να διαγνωστεί με μέτρηση:

Τάση ανοικτού κυκλώματος(open circuit voltage)

Ρεύμα του κλειστού κυκλώματος(current of the closed circuit)

Μέγιστος σημείο ισχύος

5.9. Αρχεία επιθεώρησης, συντήρησης και επισκευής ηλιακών εγκαταστάσεων – ασκήσεις

Άσκηση 1. (για το θέμα 4.9)

Σημειώστε την λανθασμένη απάντηση:

Σύστημα DC – Προστασία από τις επιπτώσεις των ατμοσφαιρικών εκκενώσεων και υπερτάσεων

Ο έλεγχος εγκατάστασης DC πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον:

για να ελαχιστοποιήσετε τις τάσεις που προκαλούνται από την ατμοσφαιρική απόρριψη, ελέγξτε ότι η επιφάνεια των βρόχων που δημιουργούνται από τα ηλεκτρικά καλώδια είναι όσο το δυνατόν μικρότερη.

ελέγξτε τα μέτρα προστασίας των μακρινών καλωδίων (π.χ. μέσω οθονών ή την εγκατάσταση ασφαλειών αστραπής – SPD).

όταν χρησιμοποιείτε ασφάλειες SPD, ελέγξτε ότι είναι εγκατεστημένες σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου IEC 60364-9-1.

ελέγξτε το σύστημα συναγερμού για ανίχνευση χαμηλής αντίστασης μόνωσης μεταξύ της φωτοβολταϊκής μονάδας και του εδάφους – συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του IEC 60364-9-1.

Άσκηση 2. (για το θέμα 4.9)

Συμπληρώστε την πρόταση με μια λέξη από το πλαίσιο:

Εάν έχουν εγκατασταθεί οι δίοδοι μπλοκαρίσματος, βεβαιωθείτε ότι η ονομαστική τάση φραγμού τους είναι τουλάχιστον x VOCSTC της αλυσίδας φωτοβολταϊκών πλαισίων στην οποία έχουν τοποθετηθεί οι δίοδοι (πρότυπο IEC 60364-9-1).

2	0,8	1,4
---	-----	-----

6. ΤΕΣΤ ΠΡΟΟΔΟΥ

Μπορείτε:	Ναι	Όχι
1. Συζητήστε πιθανές απειλές κατά την εργασία με φωτοβολταϊκά συστήματα;		
2. Συζητήστε τι είναι υπεύθυνος για τον εγκαταστάτη του φωτοβολταϊκού συστήματος;		
3. Συζητήστε την αξιολόγηση κινδύνου;		
4. Περιγράψτε την πυροπροστασία;		
5. Επιλέξτε τις απαιτήσεις εγκατάστασης;		
6. Εξηγήστε τα θέματα ασφάλειας με τα ηλεκτρικά κυκλώματα;		
7. Συζητήστε τη διαστασιολόγηση εξαρτημάτων συνεχούς ρεύματος για φωτοβολταϊκά συστήματα;		
8. Συζητήστε τη διαστασιολόγηση εξαρτημάτων συνεχούς ρεύματος για φωτοβολταϊκά συστήματα;		
9. Συζητήστε τον κίνδυνο εργασίας σε ύψη;		
10. Καταγράψτε τους κανόνες ασφαλείας για τα συστήματα μπαταρίας;		
11. Περιγράψτε την προστασία από υπερφόρτωση και βραχυκύκλωμα;		
12. Προσδιορίστε, τι θα πρέπει να ελέγξει η γενική επισκόπηση των εγκαταστάσεων DC;		
13. Συζητήστε τι πρέπει να ελέγξετε στην πλευρά AC των φωτοβολταϊκών συστημάτων;		
14. Συζητήστε τι πρέπει να ελέγξετε στην πλευρά DC των φωτοβολταϊκών συστημάτων;		
15. Συζητήστε την προστασία υπερφόρτωσης της εγκατάστασης DC;		
16. Ονομάστε τις παραμέτρους που πρέπει να παρακολουθούνται;		
17. Συζητήστε τη μέτρηση των ηλεκτρικών παραμέτρων της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης;		
18. Συζητήστε την επιθυμία παρακολούθησης των φωτοβολταϊκών συστημάτων;		
19. Συζητήστε τη συχνότητα δειγματοληψίας;		
20. Να αναφέρετε τα συχνότερα σφάλματα κατά τη συναρμολόγηση και τη διαμόρφωση του πάνελ;		
21. Αποτυχία αποτυχίας μόνωσης;		
22. Κατάλογος τυπικών σφαλμάτων εγκατάστασης που σχετίζονται με συστήματα στερέωσης;		
23. Κατάλογος τυπικών σφαλμάτων εγκατάστασης που σχετίζονται με συστήματα στερέωσης;		
24. Συζητήστε τις δυνατότητες διάγνωσης κοινών "βλαβών" σε φωτοβολταϊκά συστήματα;		
25. Σχεδιάστε μια κανονική, σωστή καμπύλη I-V που μετράται σε συνθήκες σταθερής έντασης ακτινοβολίας;		
26. Συζητήστε τα σφάλματα σχετικά με την εγκατάσταση ηλεκτρικών κουτιών, διαδρομών καλωδίων και κατά την απεγκατάσταση;		
27. Αναφέρετε τους λόγους για την απότομη κλίση του "οριζόντιου" τμήματος της καμπύλης;		
28. Συζητήστε τη μέτρηση της τάσης ανοικτού κυκλώματος;		
29. Περιγράψτε τη δοκιμή της δίοδος του μπλοκ;		

30. Συζητήστε τη διαδικασία για τη δοκιμή υγρής μόνωσης;		
31. Περιγράψτε μια γενική επισκόπηση των εγκαταστάσεων DC;		
32. Δώστε το πρότυπο βάσει του οποίου επαληθεύεται περιοδικά η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση;		
33. Προσδιορίστε το πρότυπο που περιγράφει το πεδίο των πληροφοριών που πρέπει να περιλαμβάνονται στην έκθεση αποδοχής ή στις εκθέσεις μετά από περιοδικούς ελέγχους;		
34. Συζητήστε τον έλεγχο της προστασίας από τις επιπτώσεις των ατμοσφαιρικών εκκενώσεων και των υπερτάσεων;		
35. Δώστε αυτό που ορίζεται στο πρότυπο IEC60364-9-1;		

Αν επιλέξατε την απάντηση "ΟΧΙ", σας προτείνουμε να επιστρέψετε στο διδακτικό υλικό και την επανειλημμένη ανάλυσή του για να επιτύχετε τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα (γνώσεις, δεξιότητες). Εάν είναι απαραίτητο, χρησιμοποιήστε πρόσθετη πηγή πληροφοριών για κάθε θέμα.



7. ΓΛΩΣΣΑΡΙΟ

Αγγλικά	Ελληνικά
Ampere Hour	Ωριαίο Αμπερ (Ah)
Array	Σειρά
Balance-of-system (BOS)	Ισορροπία συς τήματος
Battery	Μπαταρία
Battery bank	Τράπεζα μπαταρίας
Blocking Diode	Δίοδος μπλοκαρίσματος
Bypass diode	Δίοδος
Clamp-on ammeter	Σφυγκτήρας
Conversion Efficiency	Αποτελεσματικότητα μετατροπής
Current-voltage	Ρεύμα τάση
Depth of discharge	Βάθος αποφόρτισης
Diffuse Irradiance	Διάχυτη ακτινοβολία
Diode	Δίοδος
Direct-current (DC)	Απευθείας ρεύμα
Direct Normal Irradiance (DNI)	Απευθείας κανονική ακτινοβολία
Distributed system	Σύστημα διανομής
Earthing system	Συστήμα γείωσης
Electric Current	Ηλεκτρικό ρεύμα
Electrolyte	Ηλεκτρολύτης
Encapsulation	Ενθυλάκωση
Equipotential Zone	Ισοδύναμη Ζώνη
Filling Factor	Συμπληρωματικός παράγοντας
Fixed Tilt Array	Σταθερή διάταξη κλίσης
Fuse	Ασφάλεια
Global Horizontal Irradiance	Παγκόσμια οριζόντια ακτινοβολία
Global In-Plane Irradiance	Παγκόσμια ακτινοβολία
Grid	Δίκτυο
Grid-connected system	Σύστημα συνδεδεμένο σε δίκτυο
Grounding conductor	Αγωγός γείωσης
Grounding system	Συστήμα εδάφους
Hot spot	Ζεστά σημεία
Hybrid System	Υβριδικό σύστημα
Inclinometer	Κλινόμετρο
Inverter	Μετατροπέας
Irradiance	Ακτινοβολία
Islanding	Έδαφος
Isolating transformer	Απομονομένος μετασχηματιστής
Junction Box	Κουτί συνδέσμου
Kilowatt hour	Ώρα κιλοβατόρα
Mismatch losses	Απώλειες αναντιστοιχίας
MPP Regulator	Ρυθμιστής MPP
Multimeter	Πολύμετρο
Nominal Voltage	Μέση τάση
One-axis tracking	Εντοπισμός ενός άξονα
Open circuit voltage	Τλωση ανοιχτού κυκλώματος

Parallel connection	Παράλληλη σύνδεση
Peak (Maximum) Power Point (MPP)	Μέγιστο σημείο Ισχύς
Performance ratio	Αναλογία απόδοσης
Personal Protective Equipment (PPE)	Προσωπικός προστατευτικός εξοπλισμός
Protective earthing	Προστατευτική γείωση
PV array	Σειρά φωτοβολταϊκών
PV effect	Αποτέλεσμα φωτοβολταϊκών
PV Module	Φωτοβολταϊκή μονάδα
Pyronometer	Πυρόμετρο
Regulator	Ρυθμιστής
Safety plan	Πλάνο ασφάλειας
Semiconductor	Ρόζprzewodnik
Series connection	Συνδεση σειρών
Series controller	Ελεγχτής σειρών
Shunt Controller	Έλεγχος διακλάδωσης
Silicon	Σιλικόνη
Stand-alone PV system	Φωτοβολταϊκό υστήμα στο έδαφος
Standard test conditions (STC)	Συνθήκες δοκιμής
Stratification	Στρωμάτωση
String	Σειρά
Sulfation	Αυλάκωση
Thermomagnetic switch	Θερμομαγνητικός διακόπτης
Tracking system	Σύστημα εντοπισμού
Volt (V)	Βολτ
Voltage	Τάση
Watt (W)	Βατ



8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. EC61724 Photovoltaic system performance monitoring – Guidelines for measurement, data exchange and analysis.
2. European Commission 6th Framework Programme (IP Performance): Monitoring guidelines for photovoltaic systems.
3. IEC 60904-2: Photovoltaic devices – Part 2: Requirements for reference solar devices.
4. IEC 60904-6: Photovoltaic devices – Part 6: Requirements for reference solar modules.
5. IEC 61215: Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval.
6. IEC 61829: Crystalline silicon photovoltaic (PV) array – On-site measurement of I-V characteristics.
7. NMI M 6-1 Electricity Meters Part 1: Metrological and Technical Requirements.
8. WMO, No. 8: Guide to meteorological Instruments and Methods of Observation: (CIMO guide).
9. PN-IEC 60364-3:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ustalanie ogólnych charakterystyk.
10. PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Obciążalność prądowa długotrwała przewodów.
11. PN-HD 60364-5-51:2011 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część 5-51: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Postanowienia ogólne.
12. PN-IEC 60364-5-52:2002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Oprzewodowanie.
13. PN-HD 60364-5-52:2011 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego.
14. PN-IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Aparatura rozdzielcza i sterownicza.
15. PN-HD 60364-5-54:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych.
16. PN-HD 60364-5-56:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-56: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Instalacje bezpieczeństwa.
17. PN-HD 60364-5-534:2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-53: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie – Sekcja 534: Urządzenia do ochrony przed przepięciami.
18. PN-IEC 60364-5-537:1999 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Aparatura rozdzielcza i sterownicza – Urządzenia do odłączania izolacyjnego i łączenia.
19. PN-HD 60364-6:2008 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzanie.
20. PN-HD 60364-7-712:2007 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania
21. IEC 60364-9-1 wymagania przy montażu, projektowaniu i w zakresie bezpieczeństwa systemów fotowoltaicznych (PV).
22. PN-IEC 60755 Różnicowoprądowe urządzenia ochronne.
23. IEC 61730 Kwalifikacja bezpieczeństwa modułów PV.
24. PN-EN 50272-2:2007 Wymagania dotyczące bezpieczeństwa baterii wtórnych i instalacji baterii – Część 2: Baterie stacjonarne.
25. PN-EN 62305-1 do 4 Ochrona odgromowa.
26. PVTRIN Handbook for Solar Installers.

