



ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ – ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
ΝΕΣΤΟΥ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Αναλυτική Περιγραφή Φυσικού και Οικονομικού Αντικειμένου της Σύμβασης

Τίτλος Υποέργου :	Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Σταθμών
Δικαιούχος :	ΔΕΥΑ ΝΕΣΤΟΥ
Φορέας Υλοποίησης:	ΔΕΥΑ ΝΕΣΤΟΥ
Κωδικός CPV :	09331200-0 Ηλιακά φωτοβολταϊκά στοιχεία, 09332000-5 - Ηλιακές εγκαταστάσεις
Προϋπολογισμός :	2.100.000,00 € (μη συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ)
Χρηματοδότηση :	ΙΔΙΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

1 Εισαγωγή

Η παρούσα τεχνική περιγραφή αφορά στην προμήθεια, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία τριών (3) φωτοβολταϊκών σταθμών 999,6 kWp έκαστος, μέγιστης συνολικής ισχύος 2.999,8 kWp, οι οποίοι θα συνδεθούν μέσω νέων παροχών μέσης με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ και θα λειτουργούν υπό το καθεστώς του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net metering).

Για την εγκατάσταση των τριών (3) φωτοβολταϊκών σταθμών πρόκειται να αξιοποιηθούν τα εξής γήπεδα/αγροτεμάχια:

- Αγροτεμάχιο 373, Αγροκτήματος Κεραμωτής
- Αγροτεμάχιο 392, Αγροκτήματος Κεραμωτής
- Αγροτεμάχιο 1807, Αγροκτήματος Γέροντα

Σημειώνεται ότι για λόγους πραγματοποίησης υπολογισμών θεωρήθηκε **ενδεικτικός** βασικός εξοπλισμός (φωτοβολταϊκά πλαίσια και ηλιακοί αντιστροφείς), ο οποίος παρουσιάζεται στην παρούσα Τεχνική Περιγραφή υπό τη μορφή τεχνικών χαρακτηριστικών.

Το σύνολο των σχεδίων που συνοδεύουν την παρούσα μελέτη εκπονήθηκαν βάσει του ενδεικτικού βασικού εξοπλισμού που επιλέχθηκε για λόγους πραγματοποίησης υπολογισμών.

Ο Ανάδοχος του έργου δύναται να χρησιμοποιήσει διαφορετικό ισοδύναμο εξοπλισμό εφόσον:

- Η ισχύς του κάθε φωτοβολταϊκού σταθμού είναι μεγαλύτερη από 998,9 kWp και μικρότερη/ίση από 999,6 kWp (το ανώτατο όριο βάσει της οριστικής προσφοράς σύνδεσης του ΔΕΔΔΗΕ).
- Ο προσφερόμενος εξοπλισμός πληροί τις απαιτήσεις – προδιαγραφές που παρατίθενται στη συνέχεια του παρόντος Παραρτήματος.
- Ο διαθέσιμος χώρος, όπως αυτός παρουσιάζεται στα τοπογραφικά διαγράμματα, επαρκεί για την εφαρμογή της προτεινόμενης λύσης.

Ο Ανάδοχος, μετά την ανάληψη του έργου, πρέπει να υποβάλλει μελέτη εφαρμογής, αποτελούμενη από τεχνική περιγραφή, τεχνικά φυλλάδια, σχέδια (χωροθέτησης, μονογραμμικά κλπ) βάσει του εξοπλισμού που θα επιλέξει και σύμφωνα με τα οριζόμενα στη Διακήρυξη και στα παραρτήματα αυτής.

2 Κανονισμοί και πρότυπα

Κατά την εκπόνηση της παρούσας μελέτης για την εγκατάσταση των τριών (3) φωτοβολταϊκών σταθμών, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω κανονισμοί:

- ΕΛΟΤ 60364 “Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις”
- EN 50618 “Electric cables for photovoltaic systems”
- EN 62852 “Connectors for DC-application in photovoltaic systems – Safety requirements and tests”
- EN IEC 61730-1 “Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 1: Requirements for construction”
- EN 62109-1 “Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 1: General requirements”
- EN 62109-2 “Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part2: Particular requirements for inverters”
- IEC 62116 “Utility-interconnected photovoltaic inverters – Test procedure of islanding prevention measures”
- EN 62446-1 “Photovoltaic (PV) systems – Requirements for testing, documentation and maintenance – Part 1: Grid connected systems – Documentation, commissioning tests and inspection.”
- EN 61643-31 “Low-voltage surge protective devices – Part 31: Requirements and test methods for SPDs for photovoltaic installations”
- EN 62561 “Lightning Protection System Components (LPSC)”
- EN 62305 “Protection against lightning”

3 Φωτοβολταϊκός σταθμός αγρ. 373 Κεραμωτής

Σημειώνεται ότι για λόγους πραγματοποίησης υπολογισμών εκ των πραγμάτων θεωρήθηκε **ενδεικτικός** βασικός εξοπλισμός (Φωτοβολταϊκά πλαίσια και ηλιακοί αντιστροφείς), ο οποίος παρουσιάζεται στην παρούσα Τεχνική Περιγραφή υπό τη μορφή τεχνικών χαρακτηριστικών.

Το σύνολο των σχεδίων που συνοδεύουν την παρούσα μελέτη εκπονήθηκαν βάσει του ενδεικτικού βασικού εξοπλισμού που επιλέχθηκε για λόγους πραγματοποίησης υπολογισμών.

Ο Ανάδοχος του έργου δύναται να χρησιμοποιήσει διαφορετικό ισοδύναμο εξοπλισμό εφόσον:

- Η συνολική ισχύς του φωτοβολταϊκού σταθμού είναι μεγαλύτερη από 998,9 kWp και μικρότερη/ίση από 999,6 kWp το ανώτατο όριο βάσει της οριστικής προσφοράς σύνδεσης του ΔΕΔΔΗΕ).
- Ο προσφερόμενος εξοπλισμός πληροί τις απαιτήσεις – προδιαγραφές.
- Ο διαθέσιμος χώρος, όπως αυτός παρουσιάζεται στο τοπογραφικό διάγραμμα, επαρκεί για την εφαρμογή της προτεινόμενης λύσης.

3.1 Προτεινόμενος Ενδεικτικός Εξοπλισμός

3.1.1 Φωτοβολταϊκά Πλαίσια

Για τους υπολογισμούς θεωρήθηκαν συνολικά 1.785 Φωτοβολταϊκά πλαίσια, μονοκρυσταλλικού πυριτίου τεχνολογίας half cell ονομαστικής ισχύος 560 Wp (συνολικά 999,6 kWp).

Για λόγους ευκολίας και πληρότητας της τεχνικής περιγραφής παρατίθενται στη συνέχεια τα κυριότερα τεχνικά χαρακτηριστικά από αυτά:

1. Ονομαστική ισχύς Φωτοβολταϊκού πλαισίου (Wp) σε συνθήκες STC είναι 560 Wp
 2. Τάση ανοικτού κυκλώματος και σημείου μέγιστης ισχύος ($V_{oc}=46,20\text{ V}$ & $V_{mpp}=38,29\text{ V}$)
 3. Ρεύμα βραχυκύκλωσης και σημείου μέγιστης ισχύος ($I_{sc}=14,19\text{ A}$ & $I_{mpp}=13,44\text{ A}$)
 4. Μέγιστο ρεύμα επιστροφής Φωτοβολταϊκού πλαισίου $I_R=25\text{ A}$
 5. Μέγιστη επιτρεπτή τάση συστήματος ίση με 1500 V
 6. Συντελεστής πλήρωσης Φωτοβολταϊκού στοιχείου (Fill Factor). Ο συντελεστής πλήρωσης στο προσφερόμενο φωτοβολταϊκό πλαίσιο είναι ίσος με 0,7763. Υπολογίζεται ως εξής: $FF = (V_{mpp} \times I_{mpp}) / (V_{oc} \times I_{sc}) = (38,29 \times 13,44) / (46,20 \times 14,19) = 0,7849$
 7. Βαθμός απόδοσης Φωτοβολταϊκού πλαισίου σε STC¹ συνθήκες είναι ίσος με 21,92 %
 8. Πλήθος διόδων παράκαμψης ανά κυτίο σύνδεσης φωτοβολταϊκού πλαισίου με 3 διόδους
 9. Θερμοκρασίες λειτουργίας Φωτοβολταϊκού πλαισίου -40 °C έως +85 °C
 10. Θερμοκρασιακός συντελεστής ρεύματος βραχυκυκλώσεως (%/°C) ίσος με 0,049 %/°C
 11. Θερμοκρασιακός συντελεστής Τάσης Ανοικτού Κυκλώματος (%/°C) ίσος με -0,285%/°C
 12. Θερμοκρασιακός συντελεστής μέγιστης ισχύος (%/°C) πλαισίου ίσος με -0,36%/°C
 13. Βαθμός στεγανότητας από υγρασία και σκόνη (IP) ίση με IP68.
 14. Μηχανική αντοχή μεταλλικού πλαισίου ίση με 5400 Pa
 15. Απόδοση Φωτοβολταϊκού πλαισίου εγγυημένη για 25 έτη από την ημερομηνία εγκατάστασης, ίση με 85,5% το 25^ο έτος.
 16. Εγγύηση κατασκευής των Φωτοβολταϊκών πλαισίων ίση με 15 έτη.
1. *Standard Test Conditions (STC): Ακτινοβολία 1000 W/m², Θερμοκρασία πλαισίου 25 °C, Air Mass = 1,5*

Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια θα πρέπει είναι πιστοποιημένα κατά IEC 61215 και, IEC 61730 και να είναι κατάλληλα για διάθεση στην Ευρωπαϊκή Ένωση (CE listed).

Κάθε Φωτοβολταϊκό πλαίσιο θα διαθέτει στεγανό τερματικό κυτίο (IP67), που θα είναι σταθερά προσαρτημένο στην κορυφή του panel στην οπίσθια πλευρά του. Τα κυτία αυτά περιέχουν τον Θετικό και τον Αρνητικό πόλο εξόδου, που καταλήγουν μέσω καλωδίων σε βύσματα τύπου Multi Contact (MC) και 3 διόδους “by pass” για προστασία από ανάστροφα ρεύματα.

3.1.2 Ηλιακοί Αντιστροφείς (Solar Inverters)

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης επιλέχθηκαν τριφασικοί αντιστροφείς συστοιχίας (string- inverters), ονομαστικής ισχύος 125 kW, άνευ μετασχηματιστή απομόνωσης, τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά των οποίων παρατίθενται παρακάτω.

Ο αντιστροφέας, είναι εναρμονισμένος με τα Ελληνικά πρότυπα διασύνδεσης με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ και παρέχει τεκμηριωμένους μηχανισμούς αποφυγής του φαινομένου της νησιδοποίησης κατά

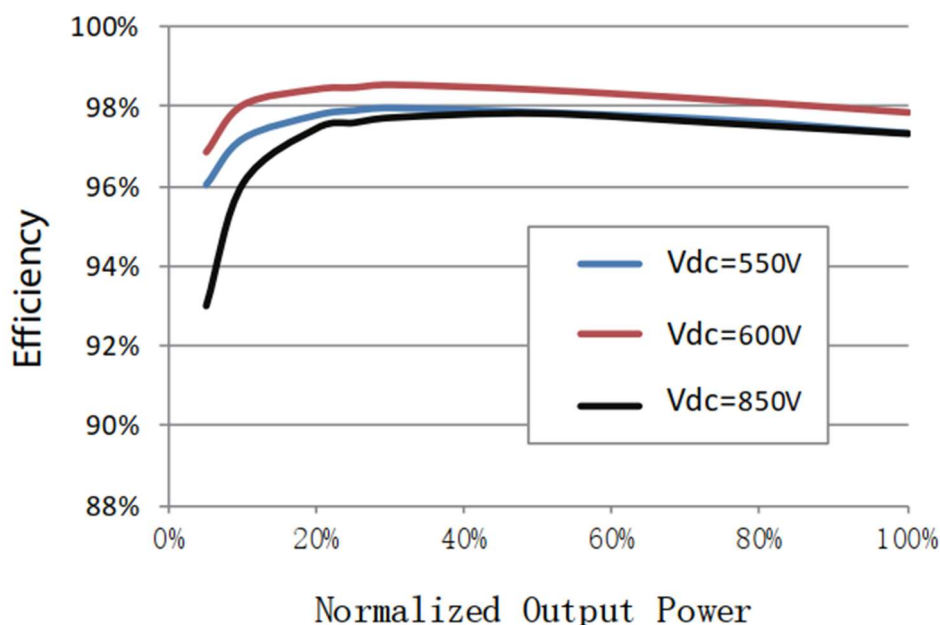
το πρότυπο DIN VDE 0126-1-1. Διαθέτει ποικίλες διεπαφές επικοινωνίας (RS232, RS485, Ethernet) με άλλα συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου της απόδοσης και των κρίσιμων παραμέτρων και είναι συμβατός με ποικίλα διαγνωστικά συστήματα.

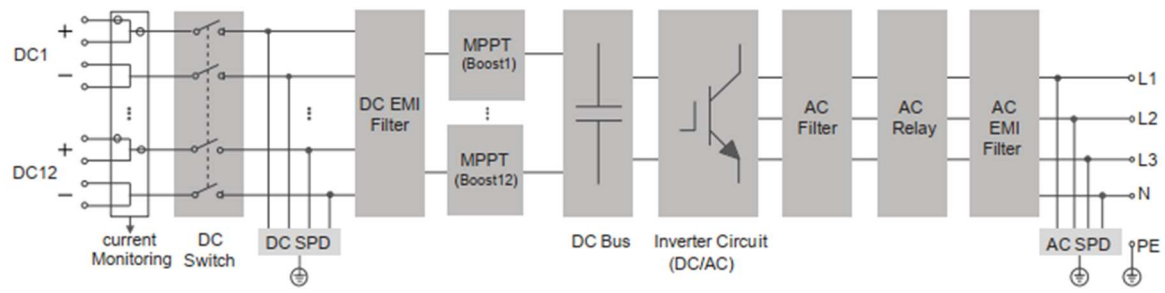
Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί στην πλήρη εκμετάλλευση του υψηλού βαθμού απόδοσης των αντιστροφών. Βάσει αυτού του κριτηρίου θα επιλεγθεί το πλήθος φωτοβολταϊκών πλαισίων ανά συστοιχία (string) ώστε να μεγιστοποιηθεί η χρονική περίοδος εντός της οποίας οι αντιστροφείς θα λειτουργούν σε επίπεδα τάσης μέγιστου βαθμού απόδοσης.

Επιπρόσθετα επισημαίνεται ότι λόγω της ανομοιομορφίας του εδάφους, σε κάθε περίπτωση οι στοιχειοσειρές (strings) που συνδέονται στο ίδιο MPPT πρέπει σε κάθε περίπτωση να έχουν την ίδια κλίση και τον ίδιο προσανατολισμό.

Η εγκατάσταση των αντιστροφών πρόκειται να γίνει επί του στηρικτικού σε κατάλληλα διαμορφωμένες οριζόντιες τεγίδες. Η εγκατάσταση θα πρέπει να γίνει σύμφωνα με τις προδιαγραφές και οδηγίες του κατασκευαστή.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του αντιστροφέα ενδεικτικού τύπου.





Εικόνα 3.1.1 Χααρακτηριστικά αντιστροφέα ενδεικτικού τύπου (125kW) (α)

Input (DC)	
Recommended max. PV input power	175 kW
Max. PV input voltage*	1100 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	180 V / 200 V
Rated PV input voltage	600 V
MPPT operating voltage range**	180 V – 1000 V
No. of independent MPP inputs	12
No. of PV strings per MPPT	2
Max. PV input current	360 A (30 A * 12)
Max. DC short-circuit current	480 A (40 A * 12)
Max. current for DC connector	30 A
Output (AC)	
Rated AC output power	125 kW
Max. AC output apparent power	125 kVA
Max. AC output current	181.1 A
Rated AC output current(at 230V)	181.1 A
Rated AC voltage	3 / N / PE, 220 V / 380 V; 230 V / 400 V
AC voltage range	320 V – 480 V
Rated grid frequency	50 Hz / 60 Hz
Grid frequency range	45 Hz – 55 Hz / 55 Hz – 65 Hz
Harmonic (THD)	< 3 % (at rated power)
Power factor at rated power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE
Efficiency	
Max. efficiency / European efficiency	98.5% / 98.3%
Protection & function	
Grid monitoring	Yes
DC reverse polarity protection	Yes
AC short-circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Surge protection	DC Type I + II / AC Type II
Ground fault monitoring	Yes
DC switch	Yes
PV string current monitoring	Yes
Arc fault circuit interrupter (AFCI)	Yes
PID recovery function	Yes
Optimizer compatibility ***	Optional
General data	
Dimensions (W * H * D)	1020 mm * 795 mm * 360 mm
Weight	87 kg
Mounting method	Wall-mounting bracket
Topology	Transformerless
Degree of protection	IP66
Night power consumption	< 5 W
Corrosion	C5
Operating ambient temperature range	-30 °C to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 % - 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / WLAN (optional) / Ethernet (optional)
DC connection type	Evo2 (Max. 6 mm ²)
AC connection type	OT / DT terminal (Max. 240 mm ²)
AC cable specification	Outside diameter 30 mm - 60 mm
Grid compliance	IEC 62109-1, EN/IEC 61000-6-1/2/3/4, IEC 61727, IEC 62116, EN 50549-1/2, UTE C15-712-1, VDE V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105:2018, VFR 2019, NC RfG, G99, UNE 217002, NTS, CEI 0-21 2019, CEI0-16 2019, NRS-097-2-1, IEC 63027
Grid support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate controlramp rate control

Εικόνα 3.1.2 Χαρακτηριστικά αντιστροφέα ενδεικτικού τύπου (125kW) (β)

3.1.3 Σύστημα Στήριξης Φωτοβολταϊκών Πλαισίων

Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια θα εγκατασταθούν επί σταθερών βάσεων. Η κλίση των panels θα είναι ίση με 25° ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Θα εγκατασταθούν δύο panels στις βάσεις κατά μήκος του κατακόρυφου άξονα με τη μεγάλη τους διάσταση κατακόρυφα (portrait).

Το προς εγκατάσταση στηρικτικό σύστημα θα είναι διπάσσαλο, εμπορικά διαθέσιμη λύση (όχι ιδιοκατασκευή), και θα συνοδεύεται από στατική μελέτη η οποία θα έχει εκπονηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις των εξής κανονισμών:

- Ευρωκώδικας 1 (EN 1991-1-4): Βασικές αρχές σχεδιασμού και δράσεις στις κατασκευές
- Ευρωκώδικας 3 (EN 1993-1-1): Σχεδιασμός κατασκευών από χάλυβα
- Ευρωκώδικας 9 (EN 1999): Σχεδιασμός κατασκευών από αλουμίνιο
- ΕΑΚ 2000: Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός

Οι μεταλλικές βάσεις στήριξης θα είναι είτε από χαλύβδινα στοιχεία γαλβανισμένα εν θερμώ είτε/και από αλουμίνιο κατάλληλης ποιότητας. Για τη συγκράτηση και σύσφιξη των συνδέσεων θα χρησιμοποιηθούν μηχανικές βίδες, ροδέλες και περικόχλια.

Οι βάσεις στήριξης θα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένες ώστε η ελάχιστη απόσταση των φωτοβολταϊκών πλαισίων από το έδαφος να μην είναι μικρότερη από 0,5 m.

Τα σημεία στήριξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κατασκευαστή των πλαισίων, ώστε να επιτυγχάνεται μέγιστη αντοχή σε ανεμοπιέσεις.

3.2 Υποσταθμός ΜΤ/ΧΤ

Ο Φωτοβολταϊκός σταθμός θα συνδεθεί στο δίκτυο Μέσης Τάσης μέσω ενός Υποσταθμού ΜΤ/ΧΤ.

Ο υποσταθμός θα είναι τύπου κιόσκι και θα αποτελείται από τρία (3) διαμερίσματα:

α) Διαμέρισμα πίνακα μέσης τάσης: Στο χώρο αυτό θα καταλήγουν τα καλώδια μέσης τάσης από το δίκτυο του Διαχειριστή Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ) και θα είναι εγκατεστημένος ο πίνακας μέσης τάσης. Ο συγκεκριμένος χώρος θα επικοινωνεί με το χώρο του μετασχηματιστή.

β) Διαμέρισμα μετασχηματιστή: Στο χώρο αυτό θα είναι εγκατεστημένος ο μετασχηματιστής. Ο συγκεκριμένος χώρος θα επικοινωνεί τόσο με το χώρο του πίνακα μέσης τάσης όσο και με το χώρο του γενικού πίνακα χαμηλής τάσης.

γ) Διαμέρισμα γενικού πίνακα χαμηλής τάσης (Πίνακας Αυτοπαραγωγού): Στο χώρο αυτό θα καταλήγουν τα καλώδια χαμηλής τάσης του φωτοβολταϊκού σταθμού και θα είναι εγκατεστημένος ο γενικός πίνακας χαμηλής τάσης. Ο συγκεκριμένος χώρος θα επικοινωνεί με το χώρο του μετασχηματιστή.

3.2.1 Πεδία Μέσης Τάσης

Στο διαμέρισμα μέσης τάσης θα υπάρχουν τρεις κυψέλες. Η πρώτη κυψέλη είναι η Κυψέλη Εισόδου που αποτελεί το πεδίο άφιξης του καλωδίου από την κολώνα του ΔΕΔΔΗΕ και στην οποία θα βρίσκεται ένας αποζεύκτης. Στη δεύτερη κυψέλη βρίσκονται τα μετρητικά όργανα και ο ηλεκτρονόμος δευτερογενούς προστασίας. Στην Τρίτη κυψέλη βρίσκεται η αναχώρηση προς το μετασχηματιστή που ασφαλίζεται με ένα Διακόπτη Ισχύος στον οποίον θα επενεργεί ο ηλεκτρονόμος δευτερογενούς προστασίας.

Ο ηλεκτρονόμος που θα επενεργεί στον διακόπτη της Μέσης Τάσης θα ενσωματώνει τις εξής λειτουργίες:

- προστασία ορίων τάσης (υπέρταση, υπόταση)
- προστασία ορίων συχνότητας (υπερσυχνότητα, υποσυχνότητα)
- προστασία έναντι του φαινομένου νησιδοποίησης
- Πηνίο έλλειψης τάσης

Σχετικά με την προστασία κατά της νησιδοποίησης, γίνεται χρήση της μεθόδου προστασίας df/dt RoCoF, ενώ ο μέγιστος επιτρεπόμενος χρόνος απόζευξης ορίζεται στα 5 sec.

Τα τρία πεδία θα έχουν ενσωματωμένο ενδεικτικό μιμικό διάγραμμα με ακριβή θέση των διακοπτικών μέσων καθώς επίσης και δυνατότητα οπτικής επιβεβαίωσης της κατάστασης εντός των πεδίων.

Τα πεδία μέσης τάσης θα αποτελείται από μεταλλοενδεδυμένες (metal – enclosed) κυψέλες, σύμφωνα με το πρότυπο EN 62271-200:2021

Όλος ο εξοπλισμός θα πρέπει να είναι σύμφωνος με την τελευταία έκδοση των διεθνών προτύπων που ακολουθούν :

- IEC 62271-200:2021 High-voltage switchgear and controlgear - Part 200: A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- IEC 62271-103:2021 High-voltage switchgear and controlgear - Part 103: Alternating current switches for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV
- IEC 62271-102:2018 High-voltage switchgear and controlgear - Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches
- IEC 62271-1:2017/AMD1:2021 Amendment 1 - High-voltage switchgear and controlgear - Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear
- IEC 62271-105:2021 High-voltage switchgear and controlgear - Part 105: Alternating current switch-fuse combinations for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV
- IEC 62271-100:2021/COR:2021 Corrigendum 1 - High-voltage switchgear and controlgear - Part 100: Alternating-current circuit-breakers
- IEC 60282-1:2020 High-voltage fuses - Part 1: Current-limiting fuses
- IEC 61869-2:2012 Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers
- IEC 61869-3:2012 Instrument transformers - Part 3: Additional requirements for voltage transformers
- IEC 61000-4-2:2008 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test

3.2.2 Μετασχηματιστής

Για τη διαστασιολόγηση του μετασχηματιστή Ισχύος λήφθηκαν υπόψη οι θερμικές απώλειες των μετασχηματιστών διαφόρων ονομαστικών ισχύων όταν αυτοί θα τροφοδοτήσουν την υπό εξέταση

εγκατάσταση. Εφόσον πρόκειται να γίνει εγκατάσταση Μετασχηματιστή Χαμηλών απωλειών υπό οποιαδήποτε ισχύ, οι απώλειες κενού και φορτίου είναι σύμφωνες με το πρότυπο EN50464-1:2007.

Ο μετασχηματιστής θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- 1250 kVA
- 20/0,4kV
- Dyn11
- Ελαίου
- Χαμηλών απωλειών
- Τάση βραχυκύκλωσης $u_k = 6\%$

Θα φέρει ηλεκτρονόμο Buchholz, off load tap changer και θερμόμετρο δύο επαφών με Α' βαθμίδα για συναγερμό και Β' βαθμίδα για αφόπλιση. Θα πρέπει να είναι χαμηλών απωλειών σύμφωνα με το πρότυπο EU548/2014.

Θα ικανοποιεί όλες τις σχετικές απαιτήσεις του προτύπου EN 60076. Οι διαδικασίες σχεδιασμού και παραγωγής του Μ/Σ θα είναι πιστοποιημένες κατά ISO 9001, από αναγνωρισμένο οργανισμό.

Σημειώνεται ότι το σύστημα γείωσης του υποσταθμού θα είναι TN-S με την ουδετερογείωση να εφαρμόζεται απευθείας στον ουδέτερο κόμβο του μετασχηματιστή. Ο ουδέτερος κόμβος θα γειώνεται απευθείας στη μπάρα γείωσης του συστήματος θεμελιακής γείωσης εντός του χώρου του υποσταθμού.

Επισημαίνεται ότι στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας μελέτης επιλέχθηκε μετασχηματιστής ελαίου 20/0,4 kV. Οι υποψήφιοι Ανάδοχοι δύνανται να προσφέρουν Υποσταθμό ΧΤ/ΜΤ με Μετασχηματιστή Ξηρού Τύπου εφόσον πληρούνται οι Προδιαγραφές που τίθενται στη συνέχεια του παρόντος Παραρτήματος. Επιπρόσθετα, σε περίπτωση κατά την οποία οι προσφερόμενοι inverters έχουν τάση εξόδου διαφορετική των 400 V (π.χ 800V) τότε και ο Μετασχηματιστής θα πρέπει να έχει την ίδια τάση στην πλευρά της Χαμηλής, ήτοι 20/0,8kV. Σε κάθε περίπτωση η ισχύς του μετασχηματιστή θα είναι 1.250 kVA.

3.2.3 Πίνακας Αυτοπαραγωγού

Εντός του οικίσκου όπου θα στεγάζεται ο μετασχηματιστής θα εγκατασταθεί και ο πίνακας παραγωγής στον οποίο θα συνδέονται οι μετατροπείς και οι καταναλώσεις (Φωτισμός, CCTV κτλ) του Φωτοβολταϊκού σταθμού. Η άφιξη από τον κάθε μετατροπέα θα ασφαλίζεται με ΑΔΙ 200 Α ρυθμισμένο σε κατάλληλη ονομαστική ένταση, επίσης θα υπάρχει υποπίνακας για τις ιδιοκαταναλώσεις του Φωτοβολταϊκού σταθμού, όπως σύστημα τηλεμετρίας, σύστημα παρακολούθησης, φωτισμό κ.λπ.

3.3 Χωροθέτηση

Στο σχεδιάγραμμα δίνεται η κάτοψη του Φωτοβολταϊκού σταθμού και η χωροθέτηση των Φωτοβολταϊκών πλαισίων, καθώς και του λοιπού βασικού εξοπλισμού. Η χωροθέτηση έγινε με τα εξής δεδομένα:

- ✓ Η κλίση των Φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ίση με 25° .
- ✓ Η απόσταση μεταξύ των σειρών των Φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ίση με 4,825m. Το ύψος των Φωτοβολταϊκών σειρών θα είναι ίσο με 1,930m. Προκύπτει λόγος απόστασης προς ύψος ίσος με 2,5.



Εικόνα 3.3.1 Ενδεικτική χωροθέτηση

3.4 Δομή – Συνδεσμολογία Φωτοβολταϊκού Σταθμού

Η εγκατεστημένη ισχύς της εγκατάστασης θα είναι 999,6 kWp. Ο ενδεικτικός εξοπλισμός που έχει επιλεγεί προς εγκατάσταση είναι:

- ΦΒ Πλαίσια: 1.785 τμχ. ονομαστικής ισχύος 560 Wp
- Inverters: 8 τμχ. Ονομαστικής ισχύος 125 kWp

Για κάθε αντιστροφέα εξετάζονται τα κριτήρια επιλογής βάσει της βιβλιογραφίας, όπως φαίνεται στην ανάλυση που ακολουθεί. Σημειώνεται ότι ως ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας των Φωτοβολταϊκών πλαισίων (υπό συνθήκες πλήρους ηλιοφάνειας 1000 W/m^2) επιλέγεται ίση με -10°C και $+60^\circ \text{C}$ αντίστοιχα.

3.4.1 Μέγιστη Τάση & Ρεύμα Λειτουργίας

Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων, προκύπτει ότι η τάση ανοικτού κυκλώματος σε Standard Testing Conditions είναι $V_{OC}(STC) = 49,99 \text{ V}$. Λόγω της επίδρασης της θερμοκρασίας στην τάση: $-0,285 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, $\Delta T = (-10) - 25 = -35^\circ\text{C}$

$$V_{OC}(-10^\circ\text{C}) = \left(1 + \frac{(-0,285) \times (-35)}{100}\right) \cdot V_{OC}(STC) = 1,09975 \cdot V_{OC}(STC) = 54,97 \text{ V}$$

- Η τάση στη χειρότερη περίπτωση είναι ίση με $V_{OC}(-10^\circ\text{C}) = 54,97 \text{ V}$
- Η μέγιστη τάση εισόδου των inverter είναι $V_{max} = 1.100 \text{ V}$

Οπότε ο μέγιστος αριθμός πλαισίων ανά string είναι:

$$\frac{1100}{54,97} = 20,01 = 20 \text{ panels}$$

Μέγιστος αριθμός string ανά MPPT

Το μέγιστο πλήθος strings ανά είσοδο mppt των inverter υπολογίζεται από το μέγιστο ρεύμα των πλαισίων, ως εξής:

Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων, προκύπτει ότι το ρεύμα βραχυκύκλωσης σε Standard Testing Conditions είναι $I_{SC}(STC) = 14,19 \text{ A}$. Λόγω της επίδρασης της θερμοκρασίας στο ρεύμα: $0,049 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, $\Delta T = 70 - 25 = 45^\circ\text{C}$

$$I_{SC}(70^\circ\text{C}) = \left(1 + \frac{0,049 \times 45}{100}\right) \cdot I_{SC}(STC) = 1,02205 \cdot I_{SC}(STC) = 14,50 \text{ A}$$

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα εισόδου για κάθε MPPT inverter ισχύος 125 Kw είναι $I_{dc,max} = 40 \text{ A}$. Ως εκ τούτου το μέγιστο επιτρεπτό πλήθος των strings ανά είσοδο MPPT για τα υπό εξέταση πλαίσια, είναι:

$$\text{Inverter 125 kW: } \frac{40}{14,50} = 2,75 \approx 2 \text{ string}$$

Σημειώνεται ότι οι – ενδεικτικού τύπου – αντιστροφέας με ισχύ 125 kW έχουν 12 Max Power Point Tracker

3.4.2 Ελάχιστη Τάση & Ρεύμα Λειτουργίας

Εκτός από τα άνω όρια για την τάση και το ρεύμα, η σωστή λειτουργία του inverter απαιτεί την ύπαρξη επαρκούς τάσης στην είσοδο του, έτσι ώστε να «εκκινήσει» ο inverter. Προκύπτει έτσι ένα ελάχιστο όριο στον αριθμό των πλαισίων, κάτω από το οποίο το σύστημα δυσλειτουργεί. Η επιλογή του ελάχιστου

πλήθους πλαισίων ανά string, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου της τάσης του inverter για βέλτιστη απόδοση σε υψηλή θερμοκρασία, έχει ως εξής:

Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων, προκύπτει ότι η τάση σημείου μέγιστης ισχύος σε Standard Testing Conditions είναι $V_{mpp}(STC) = 41,69 \text{ V}$.

Εάν η τάση λειτουργίας πέσει κάτω από την ελάχιστη τάση $V_{mpp \min}$ ο αντιστροφέας δεν θα μπορεί να αποδώσει μέγιστη ισχύ και στο χειρότερο σενάριο θα βγει εκτός λειτουργίας. Για το λόγο αυτό το σύστημα πρέπει να διαστασιολογηθεί ως εξής: $-0,285\%/^{\circ}\text{C}$, $\Delta T = 70 - 25 = 45^{\circ}\text{C}$

$$V_{MPP}(70^{\circ}\text{C}) = \left(1 + \frac{(-0.285) \times (45)}{100}\right) \cdot V_{MPP}(STC) = 0,87175 \cdot V_{MPP}(STC) = 36,34 \text{ V}$$

Η **ελάχιστη τιμή** του εύρους τάσεων εντός του οποίου μπορούν οι inverters να πραγματοποιήσουν maximum power point tracking είναι $V_{mpp,min} = 180 \text{ V}$. Οπότε ο **ελάχιστος αριθμός πλαισίων ανά string** ώστε να μπορεί να πραγματοποιηθεί mpp tracking από τους inverters είναι:

$$\frac{V_{mpp,min}}{V_{MPP \ 70}} = \frac{180}{36,34} = 4,95 \approx 5 \text{ panel}$$

3.4.3 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Ελάχιστος αριθμός πλαισίων ανά string για MPPT	Μέγιστος αριθμός πλαισίων ανά string	Μέγιστος αριθμός strings ανά MPPT
5	20	2

Βάσει των παραπάνω υπολογισμών και σύμφωνα με το εύρος συνδεσμολογίας που προέκυψε αλλά και την χωροθέτηση των πλαισίων, επιλέχθηκε η εξής συνδεσμολογία για το φωτοβολταϊκό σταθμό:

- Εφτά (7) αντιστροφείς ισχύος 125kW στους οποίους συνδέονται συνολικά 223 πλαίσια στον καθένα. Δηλαδή σε κάθε αντιστροφέα υπάρχουν 11 string με 19 πλαίσια ανά string και 1 string με 14 πλαίσια.

7 inverters	MPP T 1	MPP T 2	MPP T 3	MPP T 4	MPP T 5	MPP T 6	MPP T 7	MPP T 8	MP PT 9	MP PT 10	MP PT 11	MP PT 12
strings/m ppt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
panels/string	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	14
Σύνολο panels	1561											

Για τους παραπάνω αντιστροφείς το σύνολο των πλαισίων ανέρχεται σε $11 \times 19 \times 7 + 1 \times 14 \times 7 = 1561$.

- Ένας (1) αντιστροφέας ισχύος 125 kW στον οποίο συνδέονται συνολικά 224 πλαίσια. Επομένως στον αντιστροφέα θα συνδέονται 11 string των 19 πλαισίων και ένα string των 15 πλαισίων, ήτοι 224 πλαίσια.

1 inverter	MPP T 1	MPP T 2	MPP T 3	MPP T 4	MPP T 5	MPP T 6	MPP T 7	MPP T 8	MP PT 9	MP PT 10	MP PT 11	MP PT 12
strings/m ppt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
panels/str ing	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	15
Σύνολο panels	224											

Συγκρίνοντας τα κριτήρια που υπολογίσθηκαν με τις προτεινόμενες συνδεσμολογίες προκύπτει ότι όλες οι αναγκαίες συνθήκες για ασφαλή και αποδοτική λειτουργία του πάρκου ικανοποιούνται.

3.5 Καλωδιώσεις

3.5.1 Καλωδιώσεις DC – string cables

Για τις ηλεκτρικές συνδέσεις που πρόκειται να πραγματοποιηθούν υπό συνεχή (dc) τάση θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου solar type, σύμφωνα με το πρότυπο H1Z2Z2_K για ονομαστική τάση 1500 V. Το καλώδιο θα είναι εύκαμπτο, άφλεκτο και να έχει προδιαγραφές προστασίας από την υπεριώδη ακτινοβολία (UV), στο όζον και στην λειτουργία σε υψηλές θερμοκρασίες. Η πολικότητα των καλωδίων θα είναι αναγνωρίσιμη όπως και τα σημεία σύνδεσής τους στις ηλεκτρικές συσκευές του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Τα καλώδια είναι εναρμονισμένα με την Ευρωπαϊκή οδηγία 73/23/EEC και ακολουθούν πιστοποίηση κατά IEC 60216 ή άλλο αντίστοιχο, η κλάση προστασίας είναι: protection class II και τάση μόνωσης μεγαλύτερη από τη μέγιστη αναμενόμενη.

Ο αρνητικός πόλος της στοιχειοσειράς θα γίνει με καλώδιο μαύρου χρώματος και ο θετικός με κόκκινο. Κατά την ένωση των φωτοβολταϊκών πλαισίων μεταξύ τους, τα περισσευούμενα καλώδια, θα μαζεύονται και στεριώνονται σε σταθερό σημείο με κατάλληλο στήριγμα, έτσι ώστε να μην είναι τεντωμένα αλλά κατά την ταλάντευσή τους να μην ακουμπούν τα φωτοβολταϊκά πάνελ. Σε περίπτωση χρήσης δεματικών ταινιών για την στήριξη των καλωδίων, τότε αυτές θα πρέπει να έχουν ειδική έγκριση για αντοχή σε ακτινοβολία UV. Σε καμία περίπτωση δεν θα χρησιμοποιηθούν λευκά δεματικά ή δεματικά χωρίς ειδική έγκριση σε εξωτερικούς ή εκτεθειμένους στην ηλιακή ακτινοβολία χώρους. Η άκρη κάθε καλωδίωσης θα πρέπει να φέρει ένδειξη της ονομασίας της με τυπωμένη θερμοσυστελλόμενη κυλινδρική ετικέτα ή ειδικό εξάρτημα με κατάλληλη αρίθμηση. Η θερμοσυστελλόμενη ετικέτα θα πρέπει να είναι κατάλληλη για εξωτερική χρήση (αντοχή στη διάβρωση από UV, υγρασία και θερμοκρασία). Επίσης θα πρέπει να φέρει ετικέτα με την προειδοποιητική ένδειξη για την αποφυγή αποσύνδεσης υπό

φορτίο όπως ορίζουν τα πρότυπα. Οι σύνδεσμοι πλαισίων-στοιχοσειρών που θα χρησιμοποιηθούν για την ηλεκτρική σύνδεση των Φωτοβολταϊκών πλαισίων με τους αντιστροφείς θα πρέπει να είναι του ίδιου τύπου με αυτούς του Φωτοβολταϊκού πλαισίου σε ικανοποίηση του προτύπου 62446:2016.

Energyflex® PV H1Z2Z2-K Cable (1.5kV DC)

Cross section [mm ²]	Conductor diam. [mm]	Nom. insulation thick. [mm]	Nom. outer sheath thick. [mm]	Max. outer diam. [mm]	Approx. net weight [kg/km]	Min. bend. rad. installed [mm]	Tensile strength [N]
120	14.2	1.2	1.3	22.8	1250	78	1800
150	15.8	1.4	1.4	25.5	1550	90	2250
185	17.4	1.6	1.6	28.1	1900	98	2775
240	20.4	1.7	1.7	32.1	2400	110	3600

ELECTRICAL VALUES

Cross section [mm ²]	short circuit conductor 1s [kA]	Perm. current rat. air 60°C [A]	Perm. current rating tray 60°C [A]	Max. DC Resist. Cond. 20°C [Ohm/km]
1.5	189	30	29	13.7
4	0.5	55	52	5.09
6	0.8	70	67	3.39
10	1.3	98	93	1.95
25	3150	176	167	0.72
35	4410	218	207	0.52
50	6300	276	262	0.38
70	8820	347	330	0.27
95	11970	416	395	0.19
120	15120	488	464	0.15
150	18900	566	538	0.023
185	23310	644	612	0.022
240	30240	775	736	0.011

Πίνακας 3.5.1 Καλώδια dc

Σημειώνεται ότι το μέγιστο ρεύμα των Φωτοβολταϊκών πλαισίων, όπως προκύπτει από τα τεχνικά φυλλάδια είναι 14,19 A. Λαμβάνοντας υπόψη την απαίτηση του προτύπου EN62446 σχετικά με τη σχεδίαση υπό το κριτήριο του $1,25 \cdot I_{sc}$ το αντίστοιχο ρεύμα σχεδίαση είναι ίσο με 17,74 A. Ως εκ τούτου, η ικανότητα μεταφοράς ρεύματος των 67 A (ακόμη και στους 60°C θερμοκρασίας περιβάλλοντος) του καλωδίου διατομής 6mm², είναι υπέρ-επαρκής. Το κρίσιμο κριτήριο επιλογής της διατομής των καλωδίων είναι οι απώλειες. Με βάση τη χωροθέτηση του ενδεικτικού εξοπλισμού που θεωρήθηκε στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν καλώδια διατομής 6mm² για τον περιορισμό των απωλειών εντός των επιθυμητών ορίων.

Επισημαίνεται ότι σύμφωνα και με τις απαιτήσεις της Διακήρυξης (Παράρτημα V – Υπόδειγμα Τεχνικής Προσφοράς) οι απώλειες στις καλωδιώσεις dc συνολικά για τον φωτοβολταϊκό σταθμό θα πρέπει να είναι χαμηλότερες του 1,5%.

3.5.2 Καλωδιώσεις AC Χαμηλής Τάσης

Αφορά τις καλωδιώσεις μεταξύ των inverters και του πίνακα του αυτοπαραγωγού, τη διασύνδεση αυτού με τον Μ/Σ, καθώς επίσης και την καλωδίωση μεταξύ του πίνακα αυτοπαραγωγού και των ιδιοκαταναλώσεων και βοηθητικών φορτίων του φωτοβολταϊκού σταθμού (φωτισμός, CCTV, ρευματοδότες κλπ.).

Για τη σύνδεση μεταξύ των inverters και του Πίνακα Αυτοπαραγωγού, βάσει και της χωροθέτησης που εκπονήθηκε στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν καλώδια τύπου E1VV 4×95 +50 mm² και 4×120+70 mm². Επισημαίνεται ότι σύμφωνα και με τις απαιτήσεις της Διακήρυξης (Παράρτημα V – Υπόδειγμα Τεχνικής Προσφοράς) οι απώλειες στις καλωδιώσεις ac σε επίπεδο inverter για συνθήκες STC συνολικά για τον φωτοβολταϊκό σταθμό θα πρέπει να είναι χαμηλότερες του 2,5%.

Για την καλωδίωση AC Χαμηλής Τάσης για τις ιδιοκαταναλώσεις και τα βοηθητικά φορτία του φωτοβολταϊκού σταθμού, θα χρησιμοποιηθούν καλώδια E1VV-R κατάλληλης διατομής, ώστε η πτώση τάσης να είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

3.5.3 Καλωδιώσεις AC Μέσης Τάσης

Οι καλωδιώσεις ac Μέσης Τάσης χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των πεδίων Μέσης Τάσης του Υποσταθμού με το σημείο σύνδεσης με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ. Τα καλώδια που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν είναι τύπου N2XSY. Πρόκειται να εγκατασταθούν 4 συνολικά καλώδια Μέσης Τάσης (3 για τις τρεις φάσεις και 1 εφεδρικό). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι διατομές ενδεικτικών καλωδίων N2XSY.

N2XSY-NA2XSY	NOMINAL AREA OF CONDUCTOR	MEAN OVERALL DIAMETER (APPROX.)	NET WEIGHT (APPROX.)	MAX CONDUCTOR RESISTANCE AT 20°C	CURRENT CARRYING CAPACITY (EARTH)	CONTINUOUS CURRENT CARRYING CAPACITY AIR (TREFOIL)
	mm ²	mm	kg/km	Ω/km	A	A
N2XSY	1X35/16	29	1115	0,524	189	200
N2XSY	1X50/16	30	1270	0,387	222	239
N2XSY	1X70/16	32	1515	0,268	271	297
N2XSY	1X95/16	33	1800	0,193	323	361
N2XSY	1X120/16	35	2070	0,153	367	416
N2XSY	1X150/16	36	2450	0,124	409	470
N2XSY	1X185/16	38	2850	0,0991	461	538
N2XSY	1X240/16	40	3450	0,0754	532	634
N2XSY	1X300/16	43	4070	0,0601	599	724
N2XSY	1X400/16	46	5000	0,047	671	829
N2XSY	1X500/16	48	6020	0,0366	754	953
NA2XSY	1X50/16	30	1000	0,641	172	185
NA2XSY	1X70/16	32	1100	0,443	210	231
NA2XSY	1X95/16	33	1220	0,32	251	280
NA2XSY	1X120/16	35	1350	0,253	285	323
NA2XSY	1X150/16	36	1550	0,206	319	366
NA2XSY	1X185/16	38	1700	0,164	361	420

Πίνακας 3.5.2 Καλώδιο Μέσης Τάσης

Τα κριτήρια επιλογής διατομής καλωδίων Μέσης Τάσης είναι τρία: (i) η ικανότητα μεταφοράς ρεύματος, (ii) η ικανότητα αντοχής σε ρεύμα υπό βραχυκύκλωμα και (iii) η αναπτυσσόμενη πτώση τάσης κατά μήκος του καλωδίου. Κατόπιν διενέργειας των σχετικών υπολογισμών επιλέχθηκαν 4 καλώδια N2XS_Y 1x95/16 mm². Επισημαίνεται ότι κατά τους υπολογισμούς η στάθμη βραχυκύκλωσης θεωρήθηκε ίση με 350 MVA.

3.6 Οδεύσεις καλωδιώσεων

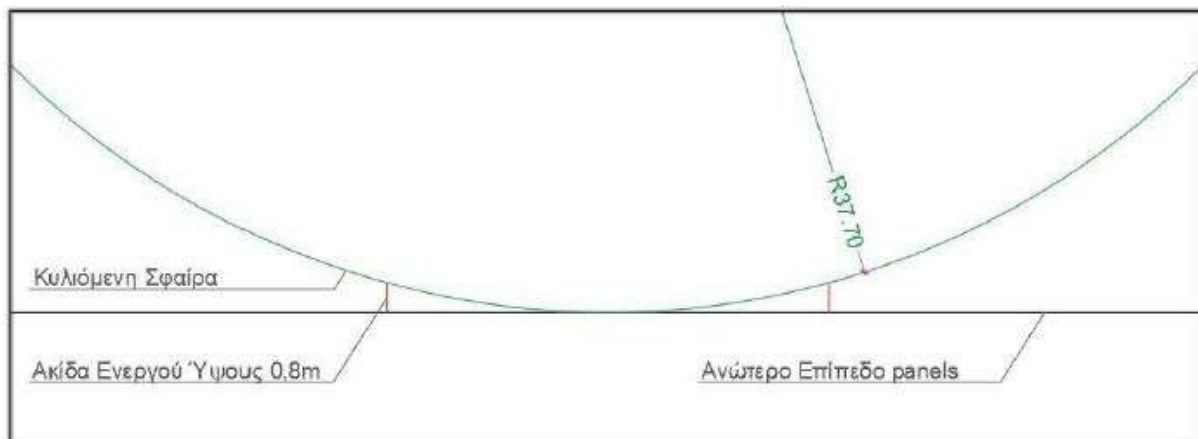
Το δίκτυο των καλωδιώσεων του φωτοβολταϊκού σταθμού αποτελείται από τα παρακάτω κύρια μέρη:

1. **Δίκτυο καλωδιώσεων υπό dc τάση:** Αφορά τις καλωδιώσεις που συνδέουν τους inverters με τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Οι καλωδιώσεις solar type θα είναι κατά κύριο λόγο τοποθετημένες επί των μεταλλικών βάσεων στήριξης. Η στήριξη αυτών θα γίνεται με δεματικά εξωτερικού χώρου με τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται ελευθερία απορρόφησης συστολών / διαστολών λόγω θερμοκρασίας καθώς επίσης και αποφυγή κίνησης λόγω του αέρα. Σε περίπτωση κατά την οποία υπάρχουν strings που περιλαμβάνουν φωτοβολταϊκά πλαίσια που είναι εγκατεστημένα σε διαφορετικές βάσεις στήριξης, η όδευση των καλωδίων θα γίνεται εντός χαντακιού και εντός σπιράλ κατάλληλης διατομής, σύμφωνα με τις Τεχνικές Προδιαγραφές που παρατίθενται στη συνέχεια του παρόντος Παραρτήματος.
2. **Δίκτυο καλωδιώσεων υπό ac τάση:** Αφορά τις καλωδιώσεις μεταξύ των inverters και του πίνακα του αυτοπαραγωγού, τη διασύνδεση αυτού με τον Μ/Σ, καθώς επίσης και την καλωδίωση μεταξύ του πίνακα αυτοπαραγωγού και των ιδιοκαταναλώσεων του φωτοβολταϊκού σταθμού (φωτισμός, CCTV κλπ.). Οι οδεύσεις θα γίνονται εντός πλαστικών σπιράλ σωλήνων σύμφωνα με τις Τεχνικές Προδιαγραφές που παρατίθενται στη συνέχεια του παρόντος Παραρτήματος.
3. **Δίκτυο καλωδιώσεων MT:** Αφορά την καλωδίωση Μέσης Τάσης μεταξύ του Υποσταθμού και του σημείου σύνδεσης με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ. Η όδευση θα γίνει με 4 μονοπολικά καλώδια N2XS_Y διατομής 1x95/16 mm² υπογείως εντός πλαστικών σωλήνων κατάλληλης διατομής. Κάθε ένα από τα καλώδια θα οδεύει σε ένα σπιράλ σωλήνα κατάλληλης διατομής και για το τμήμα εισόδου και εξόδου από το χαντάκι σε μήκος 1,5m από την επιφάνεια του εδάφους. Τα καλώδια θα εγκατασταθούν εντός στρώματος άμμου πάχους περίπου 30cm. Πάνω από το στρώμα άμμου θα τοποθετηθούν τούβλα ή πλάκες πεζοδρομίου για μηχανική προστασία από κάθετες μηχανικές καταπονήσεις και πλέγμα προειδοποίησης. Η όδευσης των καλωδίων επί της κολώνας Μέσης Τάσης πρόκειται να πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΔΕΔΔΗΕ.

3.7 Αντικεραυνική Προστασία

Για την αντικεραυνική προστασία του φωτοβολταϊκού σταθμού εκπονήθηκε ανάλυση κινδύνου σύμφωνα με το πρότυπο EN 62305-2, όπου διαπιστώθηκε ότι ο Φωτοβολταϊκός σταθμός είναι κατηγορίας IV. Ως εκ τούτου για την αντικεραυνική προστασία του σταθμού, προβλέπεται η εγκατάσταση διανεμημένων ακίδων προστασίας τύπου Franklin. Βάσει αυτής της κατηγοριοποίησης η ακτίνα της κυλιόμενης σφαίρας είναι 60 m. Από τον σχεδιαστικό υπολογισμό προέκυψε πως με απόσταση ακίδων ίση με 15 m και θεωρώντας ύψος ακίδων από το επίπεδο των φωτοβολταϊκών πλαισίων 0,8 m, επιτυγχάνεται πλήρης έλεγχος των Φωτοβολταϊκών πλαισίων. Μάλιστα με τη σχετική χωροθέτηση, η

επίτευξη της προστασίας επαληθεύεται για ακτίνα κυλιόμενης σφαίρας ίση με 37,7 m, που αντιστοιχεί πρακτικά σε αυστηρότερη κατηγορία προστασίας.



Εικόνα 3.7.1 Υπολογισμός ελάχιστης ακτίνας κυλιόμενης σφαίρας για απόσταση ακίδων 15μ.

Εγκατάσταση Απαγωγών Κρουστικών Υπερτάσεων

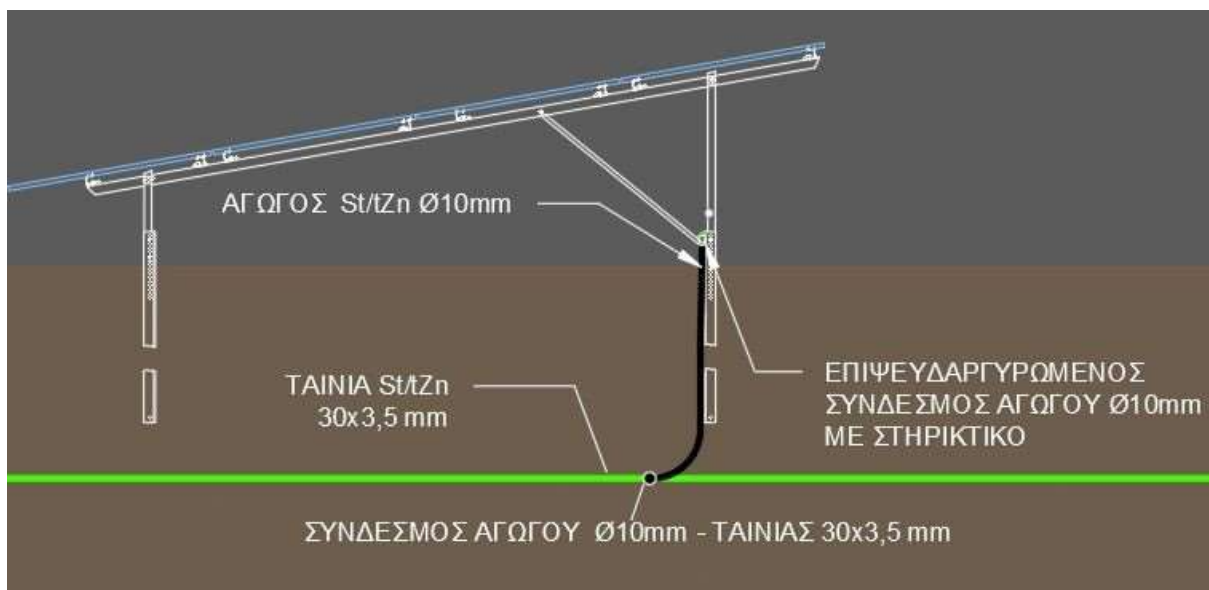
Προβλέπεται επίσης η εγκατάσταση απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων για προστασία από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα. Η προστασία περιλαμβάνει την εγκατάσταση απαγωγών σε δύο βασικά επίπεδα της εγκατάστασης, όπως περιγράφεται στη συνέχεια:

- ✓ Εντός του Πίνακα Παραγωγής πρόκειται να εγκατασταθούν απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων T1 + T2. Με αυτόν τον τρόπο πρόκειται να επιτευχθεί προστασία έναντι των κρουστικών υπερτάσεων που προέρχονται από το δίκτυο MT της ΔΕΗ.
- ✓ Ο επιλεγμένος ενδεικτικός αντιστροφέας έχει εγκατεστημένους απαγωγούς κρουστικών υπερτάσεων κατηγορίας T1+T2 στην DC μεριά και κατηγορίας T2 στην AC. Αν επιλεγθεί εν τέλει διαφορετικός inverter πρέπει, αν απουσιάζουν, να τοποθετηθούν μέσα προστασίας από κρουστικές υπερτάσεις.

3.8 Σύστημα Γείωσης

Το σύστημα γείωσης του φωτοβολταϊκού σταθμού αποτελείται από (i) την περιμετρική γείωση του φωτοβολταϊκού σταθμού που πραγματοποιείται με χαλύβδινη επιψευδαργυρωμένη εν θερμώ ταινία 30 × 3,5 mm St/tZn. Η ταινία θα πρέπει να εγκατασταθεί με τη μεγάλη επιφάνεια κάθετα στο έδαφος. Για την συγκράτηση της ταινίας με τη μεγάλη επιφάνεια κάθετα στο έδαφος θα χρησιμοποιηθούν κατάλληλα εξαρτήματα – στηρίγματα από St/tZn ανά περίπου 2 μέτρα. Η ταινία θα εγκατασταθεί σε χαντάκι βάθους περί τα 0,5 μέτρα και πλάτους περί τα 0,5 μέτρα. και (ii) τη θεμελιακή γείωση του Υποσταθμού ΧΤ/ΜΤ που πραγματοποιείται με εγκιβωτισμένη ταινία St/tZN 30×3,5 mm στη βάση αυτού. Τα συστήματα θα είναι διασυνδεδεμένα μεταξύ τους στη μπάρα γείωσης του Υποσταθμού.

Για τη σύνδεση του στηρικτικού συστήματος με τον περιμετρικό βρόχο θα χρησιμοποιηθούν χαλύβδινοι εν θερμώ επιψευδαργυρωμένοι (St/tZn) αγωγοί κυκλικής διατομής Ø10mm. Για τη σύνδεση της ταινίας με τους αγωγούς θα χρησιμοποιηθούν σφιγκτήρες St/tZn σύνδεσης αγωγού – ταινίας βαρέως τύπου.



Η σύνδεση του περιμετρικού συστήματος γείωσης του σταθμού με τη μπάρα γείωσης του Υποσταθμού θα γίνει σε τουλάχιστον δύο (2) σημεία, μέσω πολύκλωνων χάλκινων αγωγών διατομής 70 mm² έκαστος. Όπως προαναφέρθηκε, η περιμετρική γείωση του φωτοβολταϊκού σταθμού θα πραγματοποιηθεί με την εγκατάσταση χαλύβδινης επιψευδαργυρωμένη εν θερμώ ταινία 30 × 3,5 mm St/tZn. Ο λόγος της επιλογής αυτής είναι η μέθοδος έδρασης του στηρικτικού συστήματος, για την οποία προκρίνεται η πασαλλόμψη.

Για την ισοδυναμική σύνδεση των μεταλλικών βάσεων θα χρησιμοποιηθεί εύκαμπτη ταινία Cu/eSn 30×3×500mm (35 mm²). Για τη γείωση των μετατροπέων (ενδεικτικού τύπου που επιλέχθηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης) θα εγκατασταθεί εύκαμπτος αγωγός χαλκού NYAF (H07V-K) 70 mm².

Από τον εξωτερικό βρόχο της περιμετρικής γείωσης του φωτοβολταϊκού σταθμού θα πρέπει να προβλεφθούν αναμονές για τη σύνδεση της περίφραξης και όλων των περιμετρικών μεταλλικών στοιχείων (π.χ. ιστοί φωτισμού, ιστοί καμερών κτλ).

Επιπρόσθετα, θα πρέπει να προβλεφθούν δύο αναμονές για λόγους εφεδρείας προς τον Υποσταθμό.

Όλες οι ενώσεις θα πραγματοποιηθούν με τη χρήση βιδωτών σφιγκτήρων. Όλες οι ενώσεις θα πρέπει να ικανοποιούν το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62561-1 και όλα τα υλικά γείωσης θα είναι πιστοποιημένα κατά ΕΛΟΤ EN 62561.

Ο Ανάδοχος θα πρέπει να μετρήσει την αντίσταση γείωσης τόσο του Υποσταθμού όσο και του περιμετρικού βρόχου ώστε και τα δύο συστήματα να ικανοποιούν τιμή αντίστασης μικρότερη από 1 Ω. Σε περίπτωση που η τιμή δεν είναι εντός ορίων θα πρέπει να τοποθετηθούν επιπλέον ηλεκτρόδια.

Τα υλικά γείωσης εξαρτώνται άμεσα από την μέθοδο έδρασης και το στηρικτικό σύστημα των πλαισίων για την αποφυγή ηλεκτροχημικών διαβρώσεων. Σε περίπτωση που ο Ανάδοχος, κατόπιν διενέργειας pull

– out test επιλέξει τη μέθοδο της μπετόμπηξης, τότε θα πρέπει να επιλέξει τα κατάλληλα υλικά στα πλαίσια της Μελέτης Εφαρμογής.

3.9 Περιφράξη

Η περίφραξη θα έχει 2,5 m ύψος από το έδαφος. Θα αποτελείται από γαλβανισμένο συρματόπλεγμα 55 X 55, Νο16, ύψους 2 m και μεταλλικούς ορθοστάτες οι οποίοι είναι πάσσαλοι από γαλβανισμένους σωλήνες διαμέτρου Φ60 πάχους 1,5mm, ύψους 2,5 m με κεκλιμένη επέκταση 50 cm. Οι ορθοστάτες εκτείνονται ανά 2,5-3 m και στις γωνίες της περίφραξης θα υπάρχουν αντηρίδες. Στο επάνω μέρος της περίφραξης θα τοποθετηθούν τρεις σειρές αγκαθωτό σύρμα γαλβανιζέ. Οι θύρες της περίφραξης θα είναι ανοίγματος 5m για την εύκολη διέλευση βαρέων οχημάτων. Οι ορθοστάτες της περίφραξης θα τοποθετηθούν σε βάθος τουλάχιστον 50 cm και θα πακτωθούν μέσα σε βάση από σκυρόδεμα.

3.10 Φωτισμός

Προς ενίσχυση της ασφάλειας του φωτοβολταϊκού σταθμού, περιμετρικά του σταθμού, θα εγκατασταθεί φωτισμός χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, τεχνολογίας LED. Τα φωτιστικά σώματα θα τοποθετηθούν επί χαλύβδινων ιστών φωτισμού ύψους 3 μέτρων, οι οποίοι θα εδραστούν επί προκατασκευασμένων βάσεων αγκύρωσης με πλάκα έδρασης. Συνολικά πρόκειται να εγκατασταθούν οκτώ (8) ιστοί φωτισμού με δύο φωτιστικά σώματα τεχνολογίας LED ονομαστικής ισχύος $\leq 85W$ έκαστος.

Επιπρόσθετα, θα εγκατασταθούν φωτιστικά τεχνολογίας LED ονομαστικής ισχύος $\leq 25 W$ επί του Υποσταθμού ΧΤ/ΜΤ.

3.11 Σύστημα παρακολούθησης απόδοσης Φωτοβολταϊκού σταθμού

Για την παρακολούθηση της απόδοσης του Φωτοβολταϊκού σταθμού θα εγκατασταθεί σύστημα καταγραφής δεδομένων σύμφωνα με τα οριζόμενα στο Τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών, αποτελούμενο από:

- Αισθητήρα καταγραφής της ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο κλίσης και προσανατολισμού των Φωτοβολταϊκών πλαισίων
- Αισθητήρα καταγραφής της ταχύτητας του ανέμου και της διεύθυνσης του.
- Αισθητήρα καταγραφής της θερμοκρασίας περιβάλλοντος.
- Αισθητήρα καταγραφής των Φωτοβολταϊκών πλαισίων
- Ηλεκτρονικός Υπολογιστής κατάλληλος για τοποθέτηση σε Rack
- Λογισμικό εποπτείας/παρακολούθησης
- Ενεργός δικτυακός εξοπλισμός

3.12 Συστήματα Ασφαλείας

3.12.1 Σύστημα Περιμετρικής Ανίχνευσης παραβίασης περίφραξης:

Για την ασφάλεια του σταθμού θα τοποθετηθεί σύστημα συναγερμού το οποίο θα αποτελείται από ανιχνευτές δέσμης με laser beams που θα αποτρέπει στην είσοδο του σταθμού σε οποιοδήποτε εισβολέα. Σε περίπτωση παραβίασης ή βλαβών θα ειδοποιείται με μήνυμα ο ιδιοκτήτης αλλά και πρόσωπα ή εταιρείες που θα υποδείξει ο Αναθέτων Φορέας. Θα τοποθετηθεί κατάλληλος αριθμός beams ώστε να καλύπτεται περιμετρικά όλο το αγροτεμάχιο. Για τον εξοπλισμό θα προβλεφθεί εγγύηση 2 έτη.

3.12.2 Σύστημα Παρακολούθησης Κλειστού Κυκλώματος Τηλεόρασης CCTV:

Το σύστημα C.C.T.V. θα αποτελείται από σταθερές κάμερες εξωτερικού χώρου και την καταγραφική μονάδα (DVR). Το DVR θα πρέπει να έχει αντίστοιχο πλήθος με το πλήθος των καμερών και σκληρό δίσκο ελάχιστης χωρητικότητας 2 TB. Οι κάμερες θα πρέπει να είναι ανάλυσης τουλάχιστον 2MP και να έχουν δυνατότητα λειτουργίας σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού (υπέρυθρη κάμερα). Οι κάμερες θα είναι εγκατεστημένες σε θέσεις στην περίμετρο του σταθμού, επί του Οικίσκου και η καταγραφική μονάδα θα βρίσκεται εντός του οικίσκου ώστε να συνδέεται με το διαδίκτυο και να είναι εφικτή η πρόσβαση απομακρυσμένα. Θα γίνει τοποθέτηση τουλάχιστον ενός τεμαχίου κάμερας σε κάθε πλευρά που υπάρχει πόρτα εισόδου σε κάποιο διαμέρισμα του Οικίσκου. Οι κάμερες θα πρέπει να τοποθετηθούν σε κατάλληλο σημείο ώστε να επιτηρούν όλες τις εισόδους πρόσβασης του σταθμού και του οικίσκου και θα καταγράφουν σε όλη την διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται τοπικά στους σκληρούς δίσκους των μονάδων καταγραφής, στις οποίες (μονάδες καταγραφής) θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης απομακρυσμένα μέσω διαδικτύου. Για τον εξοπλισμό θα προβλεφθεί εγγύηση 2 έτη.

3.13 Εργασίες διαμόρφωσης χώρου

Για την εγκατάσταση του Φωτοβολταϊκού σταθμού θα πραγματοποιηθούν όλες οι απαραίτητες εργασίες διαμόρφωσης του χώρου. Αναφέρονται ενδεικτικά και όχι περιοριστικά οι εξής εργασίες:

- Εκχέρωση του χώρου εγκατάστασης
- Εξομάλυνση του εδάφους

Σημειώνεται ότι για λόγους πραγματοποίησης υπολογισμών εκ των πραγμάτων θεωρήθηκε **ενδεικτικός** βασικός εξοπλισμός (Φωτοβολταϊκά πλαίσια και ηλιακοί αντιστροφείς), ο οποίος παρουσιάζεται στην παρούσα Τεχνική Περιγραφή υπό τη μορφή τεχνικών χαρακτηριστικών.

Το σύνολο των σχεδίων που συνοδεύουν την παρούσα μελέτη εκπονήθηκαν βάσει του ενδεικτικού βασικού εξοπλισμού που επιλέχθηκε για λόγους πραγματοποίησης υπολογισμών.

Ο Ανάδοχος του έργου δύναται να χρησιμοποιήσει διαφορετικό ισοδύναμο εξοπλισμό εφόσον:

- Η συνολική ισχύς του φωτοβολταϊκού σταθμού είναι μεγαλύτερη από 998,9 kWp και μικρότερη/ίση από 999,6 kWp το ανώτατο όριο βάσει της οριστικής προσφοράς σύνδεσης του ΔΕΔΔΗΕ).
- Ο προσφερόμενος εξοπλισμός πληροί τις απαιτήσεις – προδιαγραφές που παρατίθενται στη συνέχεια του παρόντος Παραρτήματος. .
- Ο διαθέσιμος χώρος, όπως αυτός παρουσιάζεται στο τοπογραφικό διάγραμμα, επαρκεί για την εφαρμογή της προτεινόμενης λύσης.

4.1 Προτεινόμενος Ενδεικτικός Εξοπλισμός

4.1.1 Φωτοβολταϊκά Πλαίσια

Για τους υπολογισμούς θεωρήθηκαν συνολικά 1.785 Φωτοβολταϊκά πλαίσια, μονοκρυσταλλικού πυριτίου τεχνολογίας half cell ονομαστικής ισχύος 560 Wp (συνολικά 999,6 kWp).

Για λόγους ευκολίας και πληρότητας της τεχνικής περιγραφής παρατίθενται στη συνέχεια τα κυριότερα τεχνικά χαρακτηριστικά από αυτά:

1. Ονομαστική ισχύς Φωτοβολταϊκού πλαισίου (Wp) σε συνθήκες STC είναι 560 Wp
2. Τάση ανοικτού κυκλώματος και σημείου μέγιστης ισχύος ($V_{oc}=46,20\text{ V}$ & $V_{mp}=38,29\text{ V}$)
3. Ρεύμα βραχυκύκλωσης και σημείου μέγιστης ισχύος ($I_{sc}=14,19\text{ A}$ & $I_{mp}=13,44\text{ A}$)
4. Μέγιστο ρεύμα επιστροφής Φωτοβολταϊκού πλαισίου $I_R=25\text{ A}$
5. Μέγιστη επιτρεπτή τάση συστήματος ίση με 1500 V
6. Συντελεστής πλήρωσης Φωτοβολταϊκού στοιχείου (Fill Factor). Ο συντελεστής πλήρωσης στο προσφερόμενο φωτοβολταϊκό πλαίσιο είναι ίσος με 0,7763. Υπολογίζεται ως εξής: $FF = (V_{mp} \times I_{mp}) / (V_{oc} \times I_{sc}) = (38,29 \times 13,44) / (46,20 \times 14,19) = 0,7849$
7. Βαθμός απόδοσης Φωτοβολταϊκού πλαισίου σε STC¹ συνθήκες είναι ίσος με 21,92 %
8. Πλήθος διόδων παράκαμψης ανά κυτίο σύνδεσης φωτοβολταϊκού πλαισίου με 3 διόδους
9. Θερμοκρασίες λειτουργίας Φωτοβολταϊκού πλαισίου -40 °C έως +85 °C
10. Θερμοκρασιακός συντελεστής ρεύματος βραχυκυκλώσεως (%/°C) ίσος με 0,049 %/°C
11. Θερμοκρασιακός συντελεστής Τάσης Ανοικτού Κυκλώματος (%/°C) ίσος με -0,285%/°C
12. Θερμοκρασιακός συντελεστής μέγιστης ισχύος (%/°C) πλαισίου ίσος με -0,36%/°C
13. Βαθμός στεγανότητας από υγρασία και σκόνη (IP) ίση με IP68.
14. Μηχανική αντοχή μεταλλικού πλαισίου ίση με 5400 Pa
15. Απόδοση Φωτοβολταϊκού πλαισίου εγγυημένη για 25 έτη από την ημερομηνία εγκατάστασης, ίση με 85,5% το 25^ο έτος.
16. Εγγύηση κατασκευής των Φωτοβολταϊκών πλαισίων ίση με 15 έτη.

1. *Standard Test Conditions (STC):* Ακτινοβολία 1000 W/m², Θερμοκρασία πλαισίου 25 °C, Air Mass = 1,5

Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια θα πρέπει είναι πιστοποιημένα κατά IEC 61215 και, IEC 61730 και να είναι κατάλληλα για διάθεση στην Ευρωπαϊκή Ένωση (CE listed).

Κάθε Φωτοβολταϊκό πλαίσιο θα διαθέτει στεγανό τερματικό κυτίο (IP67), που θα είναι σταθερά προσαρτημένο στην κορυφή του panel στην οπίσθια πλευρά του. Τα κυτία αυτά περιέχουν τον Θετικό και τον Αρνητικό πόλο εξόδου, που καταλήγουν μέσω καλωδίων σε βύσματα τύπου Multi Contact (MC) και 3 διόδους “by pass” για προστασία από ανάστροφα ρεύματα.

4.1.2 Ηλιακοί Αντιστροφείς (Solar Inverters)

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης επιλέχθηκαν τριφασικοί αντιστροφείς συστοιχίας (string- inverters), ονομαστικής ισχύος 125 kW, άνευ μετασχηματιστή απομόνωσης, τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά των οποίων παρατίθενται παρακάτω.

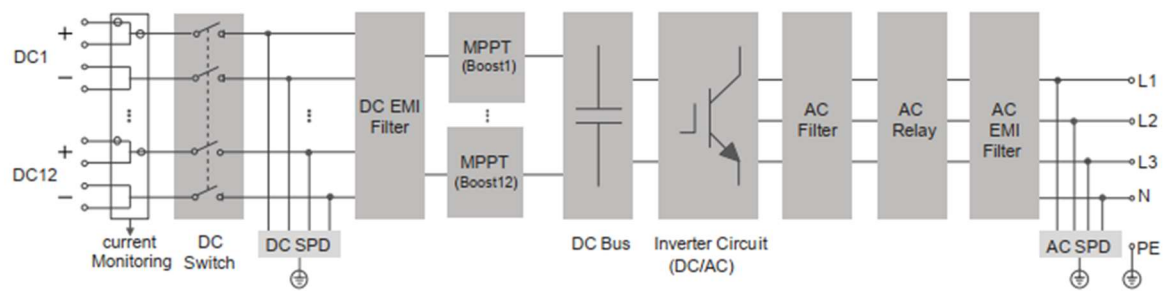
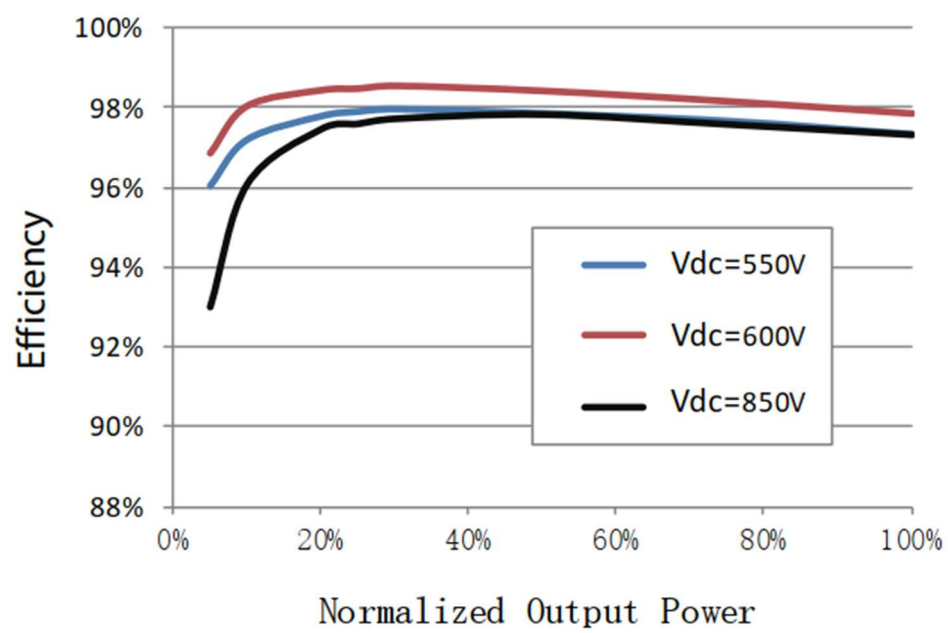
Ο αντιστροφέας, είναι εναρμονισμένος με τα Ελληνικά πρότυπα διασύνδεσης με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ και παρέχει τεκμηριωμένους μηχανισμούς αποφυγής του φαινομένου της νησιδοποίησης κατά το πρότυπο DIN VDE 0126-1-1. Διαθέτει ποικίλες διεπαφές επικοινωνίας (RS232, RS485, Ethernet) με άλλα συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου της απόδοσης και των κρίσιμων παραμέτρων και είναι συμβατός με ποικίλα διαγνωστικά συστήματα.

Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί στην πλήρη εκμετάλλευση του υψηλού βαθμού απόδοσης των αντιστροφέων. Βάσει αυτού του κριτηρίου θα επιλεγθεί το πλήθος φωτοβολταϊκών πλαϊσίων ανά συστοιχία (string) ώστε να μεγιστοποιηθεί η χρονική περίοδος εντός της οποίας οι αντιστροφείς θα λειτουργούν σε επίπεδα τάσης μέγιστου βαθμού απόδοσης.

Επιπρόσθετα επισημαίνεται ότι λόγω της ανομοιομορφίας του εδάφους, σε κάθε περίπτωση οι στοιχειοσειρές (strings) που συνδέονται στο ίδιο MPPT πρέπει σε κάθε περίπτωση να έχουν την ίδια κλίση και τον ίδιο προσανατολισμό.

Η εγκατάσταση των αντιστροφέων πρόκειται να γίνει επί του στηρικτικού σε κατάλληλα διαμορφωμένες οριζόντιες τεγίδες. Η εγκατάσταση θα πρέπει να γίνει σύμφωνα με τις προδιαγραφές και οδηγίες του κατασκευαστή.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του αντιστροφέα ενδεικτικού τύπου.



Εικόνα 4.1.1 Χαρακτηριστικά αντιστροφέα ενδεικτικού τύπου (125kW) (α)

Input (DC)	
Recommended max. PV input power	175 kW
Max. PV input voltage*	1100 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	180 V / 200 V
Rated PV input voltage	600 V
MPPT operating voltage range**	180 V – 1000 V
No. of independent MPP inputs	12
No. of PV strings per MPPT	2
Max. PV input current	360 A (30 A * 12)
Max. DC short-circuit current	480 A (40 A * 12)
Max. current for DC connector	30 A
Output (AC)	
Rated AC output power	125 kW
Max. AC output apparent power	125 kVA
Max. AC output current	181.1 A
Rated AC output current(at 230V)	181.1 A
Rated AC voltage	3 / N / PE, 220 V / 380 V; 230 V / 400 V
AC voltage range	320 V – 480 V
Rated grid frequency	50 Hz / 60 Hz
Grid frequency range	45 Hz – 55 Hz / 55 Hz – 65 Hz
Harmonic (THD)	< 3 % (at rated power)
Power factor at rated power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE
Efficiency	
Max. efficiency / European efficiency	98.5% / 98.3%
Protection & function	
Grid monitoring	Yes
DC reverse polarity protection	Yes
AC short-circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Surge protection	DC Type I + II / AC Type II
Ground fault monitoring	Yes
DC switch	Yes
PV string current monitoring	Yes
Arc fault circuit interrupter (AFCI)	Yes
PID recovery function	Yes
Optimizer compatibility ***	Optional
General data	
Dimensions (W * H * D)	1020 mm * 795 mm * 360 mm
Weight	87 kg
Mounting method	Wall-mounting bracket
Topology	Transformerless
Degree of protection	IP66
Night power consumption	< 5 W
Corrosion	C5
Operating ambient temperature range	-30 °C to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 % - 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / WLAN (optional) / Ethernet (optional)
DC connection type	Evo2 (Max. 6 mm ²)
AC connection type	OT / DT terminal (Max. 240 mm ²)
AC cable specification	Outside diameter 30 mm - 60 mm
Grid compliance	IEC 62109-1, EN/IEC 61000-6-1/2/3/4, IEC 61727, IEC 62116, EN 50549-1/2, UTE C15-712-1, VDE V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105:2018, VFR 2019, NC RfG, G99, UNE 217002, NTS, CEI 0-21 2019, CEI0-16 2019, NRS-097-2-1, IEC 63027
Grid support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate controlramp rate control

Εικόνα 4.1.2 Χαρακτηριστικά αντιστροφέα ενδεικτικού τύπου (125kW) (β)

4.1.3 Σύστημα Στήριξης Φωτοβολταϊκών Πλαισίων

Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια θα εγκατασταθούν επί σταθερών βάσεων. Η κλίση των panels θα είναι ίση με 25° ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Θα εγκατασταθούν δύο panels στις βάσεις κατά μήκος του κατακόρυφου άξονα με τη μεγάλη τους διάσταση κατακόρυφα (portrait).

Το προς εγκατάσταση στηρικτικό σύστημα θα είναι διπάσσαλο, εμπορικά διαθέσιμη λύση (όχι ιδιοκατασκευή), και θα συνοδεύεται από στατική μελέτη η οποία θα έχει εκπονηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις των εξής κανονισμών:

- Ευρωκώδικας 1 (EN 1991-1-4): Βασικές αρχές σχεδιασμού και δράσεις στις κατασκευές
- Ευρωκώδικας 3 (EN 1993-1-1): Σχεδιασμός κατασκευών από χάλυβα
- Ευρωκώδικας 9 (EN 1999): Σχεδιασμός κατασκευών από αλουμίνιο
- ΕΑΚ 2000: Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός

Οι μεταλλικές βάσεις στήριξης θα είναι είτε από χαλύβδινα στοιχεία γαλβανισμένα εν θερμώ είτε/και από αλουμίνιο κατάλληλης ποιότητας. Για τη συγκράτηση και σύσφιξη των συνδέσεων θα χρησιμοποιηθούν μηχανικές βίδες, ροδέλες και περικόχλια.

Οι βάσεις στήριξης θα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένες ώστε η ελάχιστη απόσταση των φωτοβολταϊκών πλαισίων από το έδαφος να μην είναι μικρότερη από 0,5 m.

Τα σημεία στήριξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κατασκευαστή των πλαισίων, ώστε να επιτυγχάνεται μέγιστη αντοχή σε ανεμοπιέσεις.

4.2 Υποσταθμός ΜΤ/ΧΤ

Ο Φωτοβολταϊκός σταθμός θα συνδεθεί στο δίκτυο Μέσης Τάσης μέσω ενός Υποσταθμού ΜΤ/ΧΤ.

Ο υποσταθμός θα είναι τύπου κιόσκι και θα αποτελείται από τρία (3) διαμερίσματα:

α) Διαμέρισμα πίνακα μέσης τάσης: Στο χώρο αυτό θα καταλήγουν τα καλώδια μέσης τάσης από το δίκτυο του Διαχειριστή Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ) και θα είναι εγκατεστημένος ο πίνακας μέσης τάσης. Ο συγκεκριμένος χώρος θα επικοινωνεί με το χώρο του μετασχηματιστή.

β) Διαμέρισμα μετασχηματιστή: Στο χώρο αυτό θα είναι εγκατεστημένος ο μετασχηματιστής. Ο συγκεκριμένος χώρος θα επικοινωνεί τόσο με το χώρο του πίνακα μέσης τάσης όσο και με το χώρο του γενικού πίνακα χαμηλής τάσης.

γ) Διαμέρισμα γενικού πίνακα χαμηλής τάσης (Πίνακας Αυτοπαραγωγού): Στο χώρο αυτό θα καταλήγουν τα καλώδια χαμηλής τάσης του φωτοβολταϊκού σταθμού και θα είναι εγκατεστημένος ο γενικός πίνακας χαμηλής τάσης. Ο συγκεκριμένος χώρος θα επικοινωνεί με το χώρο του μετασχηματιστή.

4.2.1 Πεδία Μέσης Τάσης

Στο διαμέρισμα μέσης τάσης θα υπάρχουν τρεις κυψέλες. Η πρώτη κυψέλη είναι η Κυψέλη Εισόδου που αποτελεί το πεδίο άφιξης του καλωδίου από την κολώνα του ΔΕΔΔΗΕ και στην οποία θα βρίσκεται ένας αποζεύκτης. Στη δεύτερη κυψέλη βρίσκονται τα μετρητικά όργανα και ο ηλεκτρονόμος δευτερογενούς προστασίας. Στην Τρίτη κυψέλη βρίσκεται η αναχώρηση προς το μετασχηματιστή που ασφαλίζεται με ένα Διακόπτη Ισχύος στον οποίον θα επενεργεί ο ηλεκτρονόμος δευτερογενούς προστασίας.

Ο ηλεκτρονόμος που θα επενεργεί στον διακόπτη της Μέσης Τάσης θα ενσωματώνει τις εξής λειτουργίες:

- προστασία ορίων τάσης (υπέρταση, υπόταση)
- προστασία ορίων συχνότητας (υπερσυχνότητα, υποσυχνότητα)
- προστασία έναντι του φαινομένου νησιδοποίησης
- Πηνίο έλλειψης τάσης

Σχετικά με την προστασία κατά της νησιδοποίησης, γίνεται χρήση της μεθόδου προστασίας df/dt RoCoF, ενώ ο μέγιστος επιτρεπόμενος χρόνος απόζευξης ορίζεται στα 5 sec.

Τα τρία πεδία θα έχουν ενσωματωμένο ενδεικτικό μιμικό διάγραμμα με ακριβή θέση των διακοπτικών μέσων καθώς επίσης και δυνατότητα οπτικής επιβεβαίωσης της κατάστασης εντός των πεδίων.

Τα πεδία μέσης τάσης θα αποτελείται από μεταλλοενδεδυμένες (metal – enclosed) κυψέλες, σύμφωνα με το πρότυπο EN 62271-200:2021

Όλος ο εξοπλισμός θα πρέπει να είναι σύμφωνος με την τελευταία έκδοση των διεθνών προτύπων που ακολουθούν :

- IEC 62271-200:2021 High-voltage switchgear and controlgear - Part 200: A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- IEC 62271-103:2021 High-voltage switchgear and controlgear - Part 103: Alternating current switches for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV
- IEC 62271-102:2018 High-voltage switchgear and controlgear - Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches
- IEC 62271-1:2017/AMD1:2021 Amendment 1 - High-voltage switchgear and controlgear - Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear
- IEC 62271-105:2021 High-voltage switchgear and controlgear - Part 105: Alternating current switch-fuse combinations for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV
- IEC 62271-100:2021/COR:2021 Corrigendum 1 - High-voltage switchgear and controlgear - Part 100: Alternating-current circuit-breakers
- IEC 60282-1:2020 High-voltage fuses - Part 1: Current-limiting fuses
- IEC 61869-2:2012 Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers
- IEC 61869-3:2012 Instrument transformers - Part 3: Additional requirements for voltage transformers
- IEC 61000-4-2:2008 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test

4.2.2 Μετασχηματιστής

Για τη διαστασιολόγηση του μετασχηματιστή Ισχύος λήφθηκαν υπόψη οι θερμικές απώλειες των μετασχηματιστών διαφόρων ονομαστικών ισχύων όταν αυτοί θα τροφοδοτήσουν την υπό εξέταση

εγκατάσταση. Εφόσον πρόκειται να γίνει εγκατάσταση Μετασχηματιστή Χαμηλών απωλειών υπό οποιαδήποτε ισχύ, οι απώλειες κενού και φορτίου είναι σύμφωνες με το πρότυπο EN50464-1:2007.

Ο μετασχηματιστής θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- 1250 kVA
- 20/0,4kV
- Dyn11
- Ελαίου
- Χαμηλών απωλειών
- Τάση βραχυκύκλωσης $u_k = 6\%$

Θα φέρει ηλεκτρονόμο Buchholz, off load tap changer και θερμόμετρο δύο επαφών με Α' βαθμίδα για συναγερμό και Β' βαθμίδα για αφόπλιση. Θα πρέπει να είναι χαμηλών απωλειών σύμφωνα με το πρότυπο EU548/2014.

Θα ικανοποιεί όλες τις σχετικές απαιτήσεις του προτύπου EN 60076. Οι διαδικασίες σχεδιασμού και παραγωγής του Μ/Σ θα είναι πιστοποιημένες κατά ISO 9001, από αναγνωρισμένο οργανισμό.

Σημειώνεται ότι το σύστημα γείωσης του υποσταθμού θα είναι TN-S με την ουδετερογείωση να εφαρμόζεται απευθείας στον ουδέτερο κόμβο του μετασχηματιστή. Ο ουδέτερος κόμβος θα γειώνεται απευθείας στη μπάρα γείωσης του συστήματος θεμελιακής γείωσης εντός του χώρου του υποσταθμού.

Επισημαίνεται ότι στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας μελέτης επιλέχθηκε μετασχηματιστής ελαίου 20/0,4 kV. Οι υποψήφιοι Ανάδοχοι δύνανται να προσφέρουν Υποσταθμό ΧΤ/ΜΤ με Μετασχηματιστή Ξηρού Τύπου εφόσον πληρούνται οι Προδιαγραφές που τίθενται στη συνέχεια του παρόντος Παραρτήματος. Επιπρόσθετα, σε περίπτωση κατά την οποία οι προσφερόμενοι inverters έχουν τάση εξόδου διαφορετική των 400 V (π.χ 800V) τότε και ο Μετασχηματιστής θα πρέπει να έχει την ίδια τάση στην πλευρά της Χαμηλής, ήτοι 20/0,8kV. Σε κάθε περίπτωση η ισχύς του μετασχηματιστή θα είναι 1250 kVA.

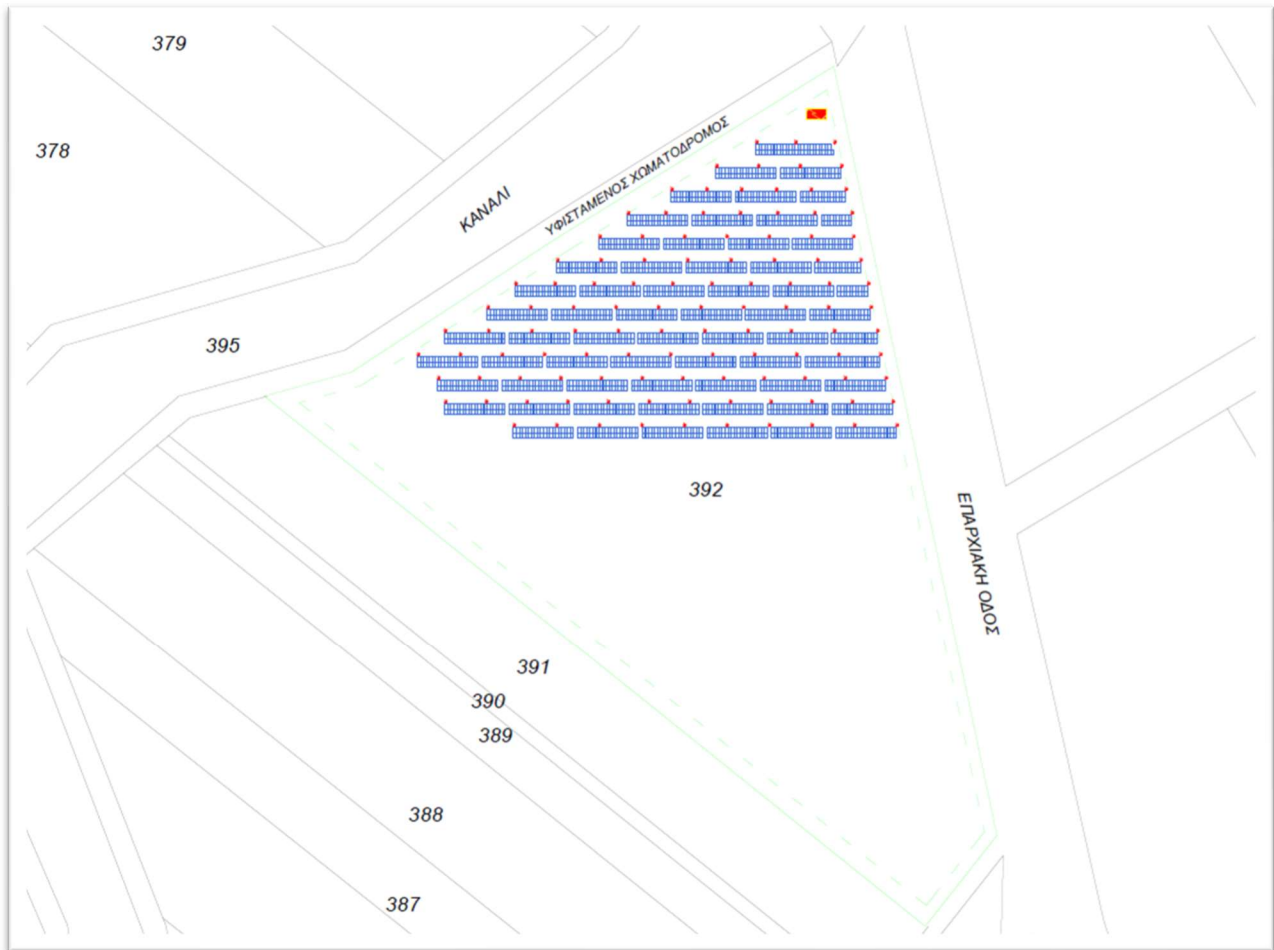
4.2.3 Πίνακας Αυτοπαραγωγού

Εντός του οικίσκου όπου θα στεγάζεται ο μετασχηματιστής θα εγκατασταθεί και ο πίνακας παραγωγής στον οποίο θα συνδέονται οι μετατροπείς και οι καταναλώσεις (Φωτισμός, CCTV κτλ) του Φωτοβολταϊκού σταθμού. Η άφιξη από τον κάθε μετατροπέα θα ασφαρίζεται με ΑΔΙ 200 Α ρυθμισμένο σε κατάλληλη ονομαστική ένταση, επίσης θα υπάρχει υποπίνακας για τις ιδιοκαταναλώσεις του Φωτοβολταϊκού σταθμού, όπως σύστημα τηλεμετρίας, σύστημα παρακολούθησης, φωτισμό κ.λπ.

4.3 Χωροθέτηση

Στο σχεδιάγραμμα δίνεται η κάτοψη του Φωτοβολταϊκού σταθμού και η χωροθέτηση των Φωτοβολταϊκών πλαισίων, καθώς και του λοιπού βασικού εξοπλισμού. Η χωροθέτηση έγινε με τα εξής δεδομένα:

- ✓ Η κλίση των Φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ίση με 25° .
- ✓ Η απόσταση μεταξύ των σειρών των Φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ίση με 4,825m. Το ύψος των Φωτοβολταϊκών σειρών θα είναι ίσο με 1,930m. Προκύπτει λόγος απόστασης προς ύψος ίσος με 2,5.



Εικόνα 4.3.1 Ενδεικτική χωροθέτηση

4.4 Δομή – Συνδεσμολογία Φωτοβολταϊκού Σταθμού

Η εγκατεστημένη ισχύς της εγκατάστασης θα είναι 999,6 kWp. Ο ενδεικτικός εξοπλισμός που έχει επιλεγεί προς εγκατάσταση είναι:

- ΦΒ Πλαίσια: 1.785 τμχ. ονομαστικής ισχύος 560 Wp
- Inverters: 8 τμχ. Ονομαστικής ισχύος 125 kWp

Για κάθε αντιστροφή εξετάζονται τα κριτήρια επιλογής βάσει της βιβλιογραφίας, όπως φαίνεται στην ανάλυση που ακολουθεί. Σημειώνεται ότι ως ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας των Φωτοβολταϊκών πλαισίων (υπό συνθήκες πλήρους ηλιοφάνειας 1000 W/m^2) επιλέγεται ίση με -10°C και $+60^\circ\text{C}$ αντίστοιχα.

4.4.1 Μέγιστη Τάση & Ρεύμα Λειτουργίας

Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων, προκύπτει ότι η τάση ανοικτού κυκλώματος σε Standard Testing Conditions είναι $V_{OC}(STC) = 49,99 \text{ V}$. Λόγω της επίδρασης της θερμοκρασίας στην τάση: $-0,285 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, $\Delta T = (-10) - 25 = -35^\circ\text{C}$

$$V_{OC}(-10^\circ\text{C}) = \left(1 + \frac{(-0,285) \times (-35)}{100}\right) \cdot V_{OC}(STC) = 1,09975 \cdot V_{OC}(STC) = 54,97 \text{ V}$$

- Η τάση στη χειρότερη περίπτωση είναι ίση με $V_{OC}(-10^\circ\text{C}) = 54,97 \text{ V}$
- Η μέγιστη τάση εισόδου των inverter είναι $V_{max} = 1.100 \text{ V}$

Οπότε ο μέγιστος αριθμός πλαισίων ανά string είναι:

$$\frac{1100}{54,97} = 20,01 = 20 \text{ panels}$$

Μέγιστος αριθμός string ανά MPPT

Το μέγιστο πλήθος strings ανά είσοδο mppt των inverter υπολογίζεται από το μέγιστο ρεύμα των πλαισίων, ως εξής:

Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων, προκύπτει ότι το ρεύμα βραχυκύκλωσης σε Standard Testing Conditions είναι $I_{SC}(STC) = 14,19 \text{ A}$. Λόγω της επίδρασης της θερμοκρασίας στο ρεύμα: $0,049 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, $\Delta T = 70 - 25 = 45^\circ\text{C}$

$$I_{SC}(70^\circ\text{C}) = \left(1 + \frac{0,049 \times 45}{100}\right) \cdot I_{SC}(STC) = 1,02205 \cdot I_{SC}(STC) = 14,50 \text{ A}$$

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα εισόδου για κάθε MPPT inverter ισχύος 125 Kw είναι $I_{dc,max} = 40 \text{ A}$. Ως εκ τούτου το μέγιστο επιτρεπτό πλήθος των strings ανά είσοδο MPPT για τα υπό εξέταση πλαίσια, είναι:

$$\text{Inverter 125 kW: } \frac{40}{14,50} = 2,75 \approx 2 \text{ string}$$

Σημειώνεται ότι οι – ενδεικτικού τύπου – αντιστροφέας με ισχύ 125 kW έχουν 12 Max Power Point Tracker

4.4.2 Ελάχιστη Τάση & Ρεύμα Λειτουργίας

Εκτός από τα άνω όρια για την τάση και το ρεύμα, η σωστή λειτουργία του inverter απαιτεί την ύπαρξη επαρκούς τάσης στην είσοδο του, έτσι ώστε να «εκκινήσει» ο inverter. Προκύπτει έτσι ένα ελάχιστο όριο στον αριθμό των πλαισίων, κάτω από το οποίο το σύστημα δυσλειτουργεί. Η επιλογή του ελάχιστου

πλήθους πλαισίων ανά string, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου της τάσης του inverter για βέλτιστη απόδοση σε υψηλή θερμοκρασία, έχει ως εξής:

Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων, προκύπτει ότι η τάση σημείου μέγιστης ισχύος σε Standard Testing Conditions είναι $V_{mpp}(STC) = 41,69 \text{ V}$.

Εάν η τάση λειτουργίας πέσει κάτω από την ελάχιστη τάση $V_{mpp \min}$ ο αντιστροφέας δεν θα μπορεί να αποδώσει μέγιστη ισχύ και στο χειρότερο σενάριο θα βγει εκτός λειτουργίας. Για το λόγο αυτό το σύστημα πρέπει να διαστασιολογηθεί ως εξής: $-0,285\%/^{\circ}\text{C}$, $\Delta T = 70 - 25 = 45^{\circ}\text{C}$

$$V_{MPP}(70^{\circ}\text{C}) = \left(1 + \frac{(-0.285) \times (45)}{100}\right) \cdot V_{MPP}(STC) = 0,87175 \cdot V_{MPP}(STC) = 36,34 \text{ V}$$

Η **ελάχιστη τιμή** του εύρους τάσεων εντός του οποίου μπορούν οι inverters να πραγματοποιήσουν maximum power point tracking είναι $V_{mpp,min} = 180 \text{ V}$. Οπότε ο **ελάχιστος αριθμός πλαισίων ανά string** ώστε να μπορεί να πραγματοποιηθεί mpp tracking από τους inverters είναι:

$$\frac{V_{mpp,min}}{V_{MPP \ 70}} = \frac{180}{36,34} = 4,95 \approx 5 \text{ panel}$$

4.4.3 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Ελάχιστος αριθμός πλαισίων ανά string για MPPT	Μέγιστος αριθμός πλαισίων ανά string	Μέγιστος αριθμός strings ανά MPPT
5	20	2

Βάσει των παραπάνω υπολογισμών και σύμφωνα με το εύρος συνδεσμολογίας που προέκυψε αλλά και την χωροθέτηση των πλαισίων, επιλέχθηκε η εξής συνδεσμολογία για το φωτοβολταϊκό σταθμό:

- Εφτά (7) αντιστροφέας ισχύος 125kW στους οποίους συνδέονται συνολικά 223 πλαίσια στον καθένα. Δηλαδή σε κάθε αντιστροφέα υπάρχουν 11 string με 19 πλαίσια ανά string και 1 string με 14 πλαίσια.

7 inverters	MPP T 1	MPP T 2	MPP T 3	MPP T 4	MPP T 5	MPP T 6	MPP T 7	MPP T 8	MP PT 9	MP PT 10	MP PT 11	MP PT 12
strings/m ppt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
panels/string	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	14
Σύνολο panels	1561											

Για τους παραπάνω αντιστροφέας το σύνολο των πλαισίων ανέρχεται σε $11 \times 19 \times 7 + 1 \times 14 \times 7 = 1561$.

- Ένας (1) αντιστροφέας ισχύος 125 kW στον οποίο συνδέονται συνολικά 224 πλαίσια. Επομένως στον αντιστροφέα θα συνδέονται 11 string των 19 πλαισίων και ένα string των 15 πλαισίων, ήτοι 224 πλαίσια.

1 inverter	MPP T 1	MPP T 2	MPP T 3	MPP T 4	MPP T 5	MPP T 6	MPP T 7	MPP T 8	MP PT 9	MP PT 10	MP PT 11	MP PT 12
strings/m ppt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
panels/string	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	15
Σύνολο panels	224											

Συγκρίνοντας τα κριτήρια που υπολογίσθηκαν με τις προτεινόμενες συνδεσμολογίες προκύπτει ότι όλες οι αναγκαίες συνθήκες για ασφαλή και αποδοτική λειτουργία του πάρκου ικανοποιούνται.

4.5 Καλωδιώσεις

4.5.1 Καλωδιώσεις DC – string cables

Για τις ηλεκτρικές συνδέσεις που πρόκειται να πραγματοποιηθούν υπό συνεχή (dc) τάση θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου solar type, σύμφωνα με το πρότυπο H1Z2Z2_K για ονομαστική τάση 1500 V. Το καλώδιο θα είναι εύκαμπτο, άφλεκτο και να έχει προδιαγραφές προστασίας από την υπεριώδη ακτινοβολία (UV), στο όζον και στην λειτουργία σε υψηλές θερμοκρασίες. Η πολικότητα των καλωδίων θα είναι αναγνωρίσιμη όπως και τα σημεία σύνδεσής τους στις ηλεκτρικές συσκευές του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Τα καλώδια είναι εναρμονισμένα με την Ευρωπαϊκή οδηγία 73/23/EEC και ακολουθούν πιστοποίηση κατά IEC 60216 ή άλλο αντίστοιχο, η κλάση προστασίας είναι: protection class II και τάση μόνωσης μεγαλύτερη από τη μέγιστη αναμενόμενη.

Ο αρνητικός πόλος της στοιχειοσειράς θα γίνει με καλώδιο μαύρου χρώματος και ο θετικός με κόκκινο. Κατά την ένωση των φωτοβολταϊκών πλαισίων μεταξύ τους, τα περισσευούμενα καλώδια, θα μαζεύονται και στεριώνονται σε σταθερό σημείο με κατάλληλο στήριγμα, έτσι ώστε να μην είναι τεντωμένα αλλά κατά την ταλάντευσή τους να μην ακουμπούν τα φωτοβολταϊκά πάνελ. Σε περίπτωση χρήσης δεματικών ταινιών για την στήριξη των καλωδίων, τότε αυτές θα πρέπει να έχουν ειδική έγκριση για αντοχή σε ακτινοβολία UV. Σε καμία περίπτωση δεν θα χρησιμοποιηθούν λευκά δεματικά ή δεματικά χωρίς ειδική έγκριση σε εξωτερικούς ή εκτεθειμένους στην ηλιακή ακτινοβολία χώρους. Η άκρη κάθε καλωδίωσης θα πρέπει να φέρει ένδειξη της ονομασίας της με τυπωμένη θερμοσυστελλόμενη κυλινδρική ετικέτα ή ειδικό εξάρτημα με κατάλληλη αρίθμηση. Η θερμοσυστελλόμενη ετικέτα θα πρέπει να είναι κατάλληλη για εξωτερική χρήση (αντοχή στη διάβρωση από UV, υγρασία και θερμοκρασία). Επίσης θα πρέπει να φέρει ετικέτα με την προειδοποιητική ένδειξη για την αποφυγή αποσύνδεσης υπό

φορτίο όπως ορίζουν τα πρότυπα. Οι σύνδεσμοι πλαισίων-στοιχοσειρών που θα χρησιμοποιηθούν για την ηλεκτρική σύνδεση των Φωτοβολταϊκών πλαισίων με τους αντιστροφείς θα πρέπει να είναι του ίδιου τύπου με αυτούς του Φωτοβολταϊκού πλαισίου σε ικανοποίηση του προτύπου 62446:2016.

Energyflex® PV H1Z2Z2-K Cable (1.5kV DC)

Cross section [mm ²]	Conductor diam. [mm]	Nom. insulation thick. [mm]	Nom. outer sheath thick. [mm]	Max. outer diam. [mm]	Approx. net weight [kg/km]	Min. bend. rad. installed [mm]	Tensile strength [N]
120	14.2	1.2	1.3	22.8	1250	78	1800
150	15.8	1.4	1.4	25.5	1550	90	2250
185	17.4	1.6	1.6	28.1	1900	98	2775
240	20.4	1.7	1.7	32.1	2400	110	3600

ELECTRICAL VALUES

Cross section [mm ²]	short circuit conductor 1s [kA]	Perm. current rat. air 60°C [A]	Perm. current rating tray 60°C [A]	Max. DC Resist. Cond. 20°C [Ohm/km]
1.5	189	30	29	13.7
4	0.5	55	52	5.09
6	0.8	70	67	3.39
10	1.3	98	93	1.95
25	3150	176	167	0.72
35	4410	218	207	0.52
50	6300	276	262	0.38
70	8820	347	330	0.27
95	11970	416	395	0.19
120	15120	488	464	0.15
150	18900	566	538	0.023
185	23310	644	612	0.022
240	30240	775	736	0.011

Πίνακας 4.5.1 Καλώδια dc

Σημειώνεται ότι το μέγιστο ρεύμα των Φωτοβολταϊκών πλαισίων, όπως προκύπτει από τα τεχνικά φυλλάδια είναι 14,19 A. Λαμβάνοντας υπόψη την απαίτηση του προτύπου EN62446 σχετικά με τη σχεδίαση υπό το κριτήριο του $1,25 \cdot I_{sc}$ το αντίστοιχο ρεύμα σχεδίαση είναι ίσο με 17,74 A. Ως εκ τούτου, η ικανότητα μεταφοράς ρεύματος των 67 A (ακόμη και στους 60°C θερμοκρασίας περιβάλλοντος) του καλωδίου διατομής 6mm², είναι υπέρ-επαρκής. Το κρίσιμο κριτήριο επιλογής της διατομής των καλωδίων είναι οι απώλειες. Με βάση τη χωροθέτηση του ενδεικτικού εξοπλισμού που θεωρήθηκε στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν καλώδια διατομής 6mm² για τον περιορισμό των απωλειών εντός των επιθυμητών ορίων.

Επισημαίνεται ότι σύμφωνα και με τις απαιτήσεις της Διακήρυξης (Παράρτημα V – Υπόδειγμα Τεχνικής Προσφοράς) οι απώλειες στις καλωδιώσεις dc συνολικά για τον φωτοβολταϊκό σταθμό θα πρέπει να είναι χαμηλότερες του 1,5%.

4.5.2 Καλωδιώσεις AC Χαμηλής Τάσης

Αφορά τις καλωδιώσεις μεταξύ των inverters και του πίνακα του αυτοπαραγωγού, τη διασύνδεση αυτού με τον Μ/Σ, καθώς επίσης και την καλωδίωση μεταξύ του πίνακα αυτοπαραγωγού και των ιδιοκαταναλώσεων και βοηθητικών φορτίων του φωτοβολταϊκού σταθμού (φωτισμός, CCTV, ρευματοδότες κλπ.).

Για τη σύνδεση μεταξύ των inverters και του Πίνακα Αυτοπαραγωγού, βάσει και της χωροθέτησης που εκπονήθηκε στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν καλώδια τύπου E1VV 4×95 +50 mm² και 4×120+70 mm². Επισημαίνεται ότι σύμφωνα και με τις απαιτήσεις της Διακήρυξης (Παράρτημα V – Υπόδειγμα Τεχνικής Προσφοράς) οι απώλειες στις καλωδιώσεις ac σε επίπεδο inverter για συνθήκες STC συνολικά για τον φωτοβολταϊκό σταθμό θα πρέπει να είναι χαμηλότερες του 2,5%.

Για την καλωδίωση AC Χαμηλής Τάσης για τις ιδιοκαταναλώσεις και τα βοηθητικά φορτία του φωτοβολταϊκού σταθμού, θα χρησιμοποιηθούν καλώδια E1VV-R κατάλληλης διατομής, ώστε η πτώση τάσης να είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

4.5.3 Καλωδιώσεις AC Μέσης Τάσης

Οι καλωδιώσεις ac Μέσης Τάσης χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των πεδίων Μέσης Τάσης του Υποσταθμού με το σημείο σύνδεσης με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ. Τα καλώδια που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν είναι τύπου N2XSY. Πρόκειται να εγκατασταθούν 4 συνολικά καλώδια Μέσης Τάσης (3 για τις τρεις φάσεις και 1 εφεδρικό). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι διατομές ενδεικτικών καλωδίων N2XSY.

N2XSY-NA2XSY	NOMINAL AREA OF CONDUCTOR	MEAN OVERALL DIAMETER (APPROX.)	NET WEIGHT (APPROX.)	MAX CONDUCTOR RESISTANCE AT 20°C	CURRENT CARRYING CAPACITY (EARTH)	CONTINUOUS CURRENT CARRYING CAPACITY AIR (TREFOIL)
	mm ²	mm	kg/km	Ω/km	A	A
N2XSY	1X35/16	29	1115	0,524	189	200
N2XSY	1X50/16	30	1270	0,387	222	239
N2XSY	1X70/16	32	1515	0,268	271	297
N2XSY	1X95/16	33	1800	0,193	323	361
N2XSY	1X120/16	35	2070	0,153	367	416
N2XSY	1X150/16	36	2450	0,124	409	470
N2XSY	1X185/16	38	2850	0,0991	461	538
N2XSY	1X240/16	40	3450	0,0754	532	634
N2XSY	1X300/16	43	4070	0,0601	599	724
N2XSY	1X400/16	46	5000	0,047	671	829
N2XSY	1X500/16	48	6020	0,0366	754	953
NA2XSY	1X50/16	30	1000	0,641	172	185
NA2XSY	1X70/16	32	1100	0,443	210	231
NA2XSY	1X95/16	33	1220	0,32	251	280
NA2XSY	1X120/16	35	1350	0,253	285	323
NA2XSY	1X150/16	36	1550	0,206	319	366
NA2XSY	1X185/16	38	1700	0,164	361	420

Πίνακας 4.5.2 Καλώδιο Μέσης Τάσης

Τα κριτήρια επιλογής διατομής καλωδίων Μέσης Τάσης είναι τρία: (i) η ικανότητα μεταφοράς ρεύματος, (ii) η ικανότητα αντοχής σε ρεύμα υπό βραχυκύκλωμα και (iii) η αναπτυσσόμενη πτώση τάσης κατά μήκος του καλωδίου. Κατόπιν διενέργειας των σχετικών υπολογισμών επιλέχθηκαν 4 καλώδια N2XS_Y 1x95/16 mm².

4.6 Οδεύσεις καλωδιώσεων

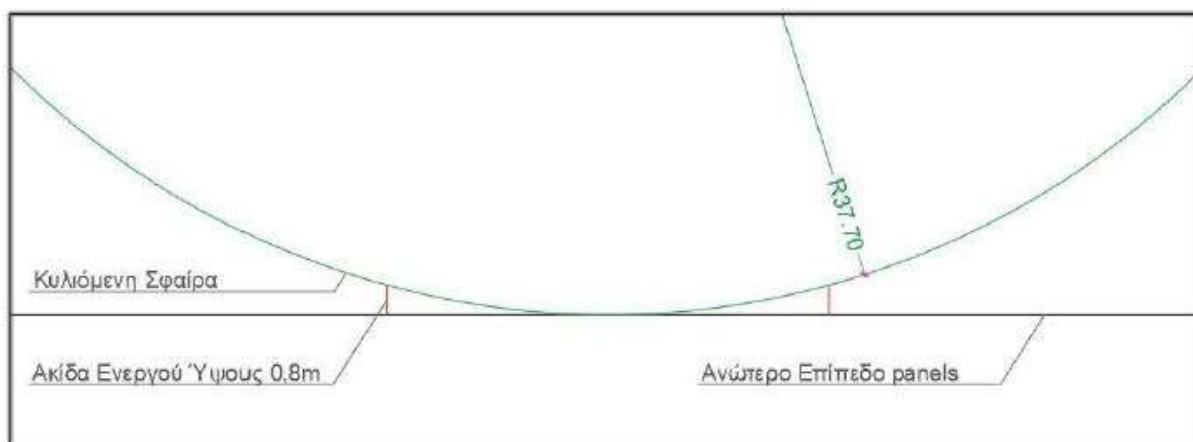
Το δίκτυο των καλωδιώσεων του φωτοβολταϊκού σταθμού αποτελείται από τα παρακάτω κύρια μέρη:

1. **Δίκτυο καλωδιώσεων υπό dc τάση:** Αφορά τις καλωδιώσεις που συνδέουν τους inverters με τα φωτοβολταϊκά πλαίσια. Οι καλωδιώσεις solar type θα είναι κατά κύριο λόγο τοποθετημένες επί των μεταλλικών βάσεων στήριξης. Η στήριξη αυτών θα γίνεται με δεματικά εξωτερικού χώρου με τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται ελευθερία απορρόφησης συστολών / διαστολών λόγω θερμοκρασίας καθώς επίσης και αποφυγή κίνησης λόγω του αέρα. Σε περίπτωση κατά την οποία υπάρχουν strings που περιλαμβάνουν φωτοβολταϊκά πλαίσια που είναι εγκατεστημένα σε διαφορετικές βάσεις στήριξης, η όδευση των καλωδίων θα γίνεται εντός χαντακιού και εντός σπιράλ κατάλληλης διατομής, σύμφωνα με τις Τεχνικές Προδιαγραφές που παρατίθενται στη συνέχεια του παρόντος Παραρτήματος.
2. **Δίκτυο καλωδιώσεων υπό ac τάση:** Αφορά τις καλωδιώσεις μεταξύ των inverters και του πίνακα του αυτοπαραγωγού, τη διασύνδεση αυτού με τον Μ/Σ, καθώς επίσης και την καλωδίωση μεταξύ του πίνακα αυτοπαραγωγού και των ιδιοκαταναλώσεων του φωτοβολταϊκού σταθμού (φωτισμός, CCTV κλπ.). Οι οδεύσεις θα γίνονται εντός πλαστικών σπιράλ σωλήνων σύμφωνα με τις Τεχνικές Προδιαγραφές που παρατίθενται στη συνέχεια του παρόντος Παραρτήματος.
3. **Δίκτυο καλωδιώσεων MT:** Αφορά την καλωδίωση Μέσης Τάσης μεταξύ του Υποσταθμού και του σημείου σύνδεσης με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ. Η όδευση θα γίνει με 4 μονοπολικά καλώδια N2XS_Y διατομής 1x95/16 mm² υπογείως εντός πλαστικών σωλήνων κατάλληλης διατομής. Κάθε ένα από τα καλώδια θα οδεύει σε ένα σπιράλ σωλήνα κατάλληλης διατομής και για το τμήμα εισόδου και εξόδου από το χαντάκι σε μήκος 1,5m από την επιφάνεια του εδάφους. Τα καλώδια θα εγκατασταθούν εντός στρώματος άμμου πάχους περίπου 30cm. Πάνω από το στρώμα άμμου θα τοποθετηθούν τούβλα ή πλάκες πεζοδρομίου για μηχανική προστασία από κάθετες μηχανικές καταπονήσεις και πλέγμα προειδοποίησης. Η όδευσης των καλωδίων επί της κολώνας Μέσης Τάσης πρόκειται να πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΔΕΔΔΗΕ.

4.7 Αντικεραυνική Προστασία

Για την αντικεραυνική προστασία του φωτοβολταϊκού σταθμού εκπονήθηκε ανάλυση κινδύνου σύμφωνα με το πρότυπο EN 62305-2, όπου διαπιστώθηκε ότι ο Φωτοβολταϊκός σταθμός είναι κατηγορίας IV. Ως εκ τούτου για την αντικεραυνική προστασία του σταθμού, προβλέπεται η εγκατάσταση διανεμημένων ακίδων προστασίας τύπου Franklin. Βάσει αυτής της κατηγοριοποίησης η ακτίνα της κυλιόμενης σφαίρας είναι 60 m. Από τον σχεδιαστικό υπολογισμό προέκυψε πως με απόσταση ακίδων ίση με 15 m και θεωρώντας ύψος ακίδων από το επίπεδο των φωτοβολταϊκών πλαισίων 0,8 m,

επιτυγχάνεται πλήρης έλεγχος των Φωτοβολταϊκών πλαισίων. Μάλιστα με τη σχετική χωροθέτηση, η επίτευξη της προστασίας επαληθεύεται για ακτίνα κυλιόμενης σφαίρας ίση με 37,7 m, που αντιστοιχεί πρακτικά σε αυστηρότερη κατηγορία προστασίας.



Εικόνα 4.7.1 Υπολογισμός ελάχιστης ακτίνας κυλιόμενης σφαίρας για απόσταση ακίδων 15μ.

Εγκατάσταση Απαγωγών Κρουστικών Υπερτάσεων

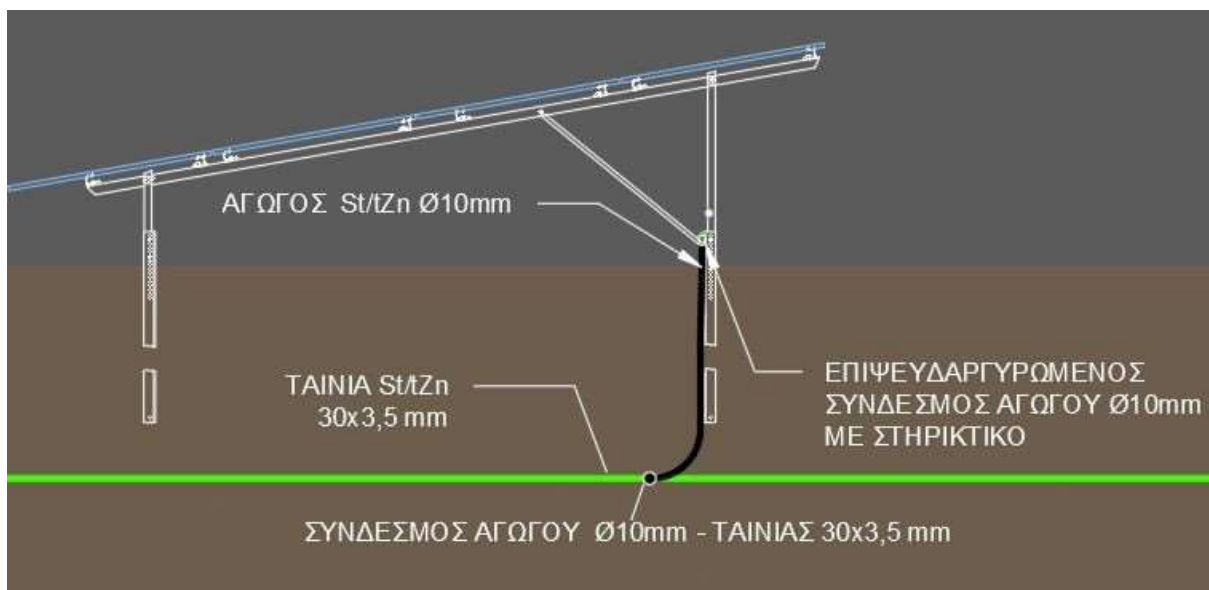
Προβλέπεται επίσης η εγκατάσταση απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων για προστασία από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα. Η προστασία περιλαμβάνει την εγκατάσταση απαγωγών σε δύο βασικά επίπεδα της εγκατάστασης, όπως περιγράφεται στη συνέχεια:

- ✓ Εντός του Πίνακα Παραγωγής πρόκειται να εγκατασταθούν απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων T1 + T2. Με αυτόν τον τρόπο πρόκειται να επιτευχθεί προστασία έναντι των κρουστικών υπερτάσεων που προέρχονται από το δίκτυο MT της ΔΕΗ.
- ✓ Ο επιλεγμένος ενδεικτικός αντιστροφέας έχει εγκατεστημένους απαγωγούς κρουστικών υπερτάσεων κατηγορίας T1+T2 στην DC μεριά και κατηγορίας T2 στην AC. Αν επιλεγθεί εν τέλει διαφορετικός inverter πρέπει, αν απουσιάζουν, να τοποθετηθούν μέσα προστασίας από κρουστικές υπερτάσεις.

4.8 Σύστημα Γείωσης

Το σύστημα γείωσης του φωτοβολταϊκού σταθμού αποτελείται από (i) την περιμετρική γείωση του φωτοβολταϊκού σταθμού που πραγματοποιείται με χαλύβδινη επιψευδαργυρωμένη εν θερμώ ταινία 30 × 3,5 mm St/tZn. Η ταινία θα πρέπει να εγκατασταθεί με τη μεγάλη επιφάνεια κάθετα στο έδαφος. Για την συγκράτηση της ταινίας με τη μεγάλη επιφάνεια κάθετα στο έδαφος θα χρησιμοποιηθούν κατάλληλα εξαρτήματα – στηρίγματα από St/tZn ανά περίπου 2 μέτρα. Η ταινία θα εγκατασταθεί σε χαντάκι βάθους περί τα 0,5 μέτρα και πλάτους περί τα 0,5 μέτρα. και (ii) τη θεμελιακή γείωση του Υποσταθμού ΧΤ/ΜΤ που πραγματοποιείται με εγκιβωτισμένη ταινία St/tZN 30×3,5 mm στη βάση αυτού. Τα συστήματα θα είναι διασυνδεδεμένα μεταξύ τους στη μπάρα γείωσης του Υποσταθμού.

Για τη σύνδεση του στηρικτικού συστήματος με τον περιμετρικό βρόχο θα χρησιμοποιηθούν χαλύβδινοι εν θερμώ επιψευδαργυρωμένοι (St/tZn) αγωγοί κυκλικής διατομής Ø10mm. Για τη σύνδεση της ταινίας με τους αγωγούς θα χρησιμοποιηθούν σφιγκτήρες St/tZn σύνδεσης αγωγού – ταινίας βαρέως τύπου.



Η σύνδεση του περιμετρικού συστήματος γείωσης του σταθμού με τη μπάρα γείωσης του Υποσταθμού θα γίνει σε τουλάχιστον δύο (2) σημεία, μέσω πολύκλωνων χάλκινων αγωγών διατομής 70 mm² έκαστος. Όπως προαναφέρθηκε, η περιμετρική γείωση του φωτοβολταϊκού σταθμού θα πραγματοποιηθεί με την εγκατάσταση χαλύβδινης επιψευδαργυρωμένη εν θερμώ ταινία 30 × 3,5 mm St/tZn. Ο λόγος της επιλογής αυτής είναι η μέθοδος έδρασης του στηρικτικού συστήματος, για την οποία προκρίνεται η πασαλλόμψη.

Για την ισοδυναμική σύνδεση των μεταλλικών βάσεων θα χρησιμοποιηθεί εύκαμπτη ταινία Cu/eSn 30×3×500mm (35 mm²). Για τη γείωση των μετατροπέων (ενδεικτικού τύπου που επιλέχθηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης) θα εγκατασταθεί εύκαμπτος αγωγός χαλκού NYAF (H07V-K) 70 mm².

Από τον εξωτερικό βρόχο της περιμετρικής γείωσης του φωτοβολταϊκού σταθμού θα πρέπει να προβλεφθούν αναμονές για τη σύνδεση της περίφραξης και όλων των περιμετρικών μεταλλικών στοιχείων (π.χ. ιστοί φωτισμού, ιστοί καμερών κτλ).

Επιπρόσθετα, θα πρέπει να προβλεφθούν δύο αναμονές για λόγους εφεδρείας προς τον Υποσταθμό.

Όλες οι ενώσεις θα πραγματοποιηθούν με τη χρήση βιδωτών σφιγκτήρων. Όλες οι ενώσεις θα πρέπει να ικανοποιούν το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62561-1 και όλα τα υλικά γείωσης θα είναι πιστοποιημένα κατά ΕΛΟΤ EN 62561.

Ο Ανάδοχος θα πρέπει να μετρήσει την αντίσταση γείωσης τόσο του Υποσταθμού όσο και του περιμετρικού βρόχου ώστε και τα δύο συστήματα να ικανοποιούν τιμή αντίστασης μικρότερη από 1 Ω. Σε περίπτωση που η τιμή δεν είναι εντός ορίων θα πρέπει να τοποθετηθούν επιπλέον ηλεκτρόδια.

Τα υλικά γείωσης εξαρτώνται άμεσα από την μέθοδο έδρασης και το στηρικτικό σύστημα των πλαισίων για την αποφυγή ηλεκτροχημικών διαβρώσεων. Σε περίπτωση που ο Ανάδοχος, κατόπιν διενέργειας pull

– out test επιλέξει τη μέθοδο της μπετόμπηξης, τότε θα πρέπει να επιλέξει τα κατάλληλα υλικά στα πλαίσια της Μελέτης Εφαρμογής.

4.9 Περιφράξη

Η περίφραξη θα έχει 2,5 m ύψος από το έδαφος. Θα αποτελείται από γαλβανισμένο συρματόπλεγμα 55 X 55, Νο16, ύψους 2 m και μεταλλικούς ορθοστάτες οι οποίοι είναι πάσσαλοι από γαλβανισμένους σωλήνες διαμέτρου Φ60 πάχους 1,5mm, ύψους 2,5 m με κεκλιμένη επέκταση 50 cm. Οι ορθοστάτες εκτείνονται ανά 2,5-3 m και στις γωνίες της περίφραξης θα υπάρχουν αντηρίδες. Στο επάνω μέρος της περίφραξης θα τοποθετηθούν τρεις σειρές αγκαθωτό σύρμα γαλβανιζέ. Οι θύρες της περίφραξης θα είναι ανοίγματος 5m για την εύκολη διέλευση βαρέων οχημάτων. Οι ορθοστάτες της περίφραξης θα τοποθετηθούν σε βάθος τουλάχιστον 50 cm και θα πακτωθούν μέσα σε βάση από σκυρόδεμα.

4.10 Φωτισμός

Προς ενίσχυση της ασφάλειας του φωτοβολταϊκού σταθμού, περιμετρικά του σταθμού, θα εγκατασταθεί φωτισμός χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, τεχνολογίας LED. Τα φωτιστικά σώματα θα τοποθετηθούν επί χαλύβδινων ιστών φωτισμού ύψους 3 μέτρων, οι οποίοι θα εδραστούν επί προκατασκευασμένων βάσεων αγκύρωσης με πλάκα έδρασης. Συνολικά πρόκειται να εγκατασταθούν οκτώ (8) ιστοί φωτισμού με δύο φωτιστικά σώματα τεχνολογίας LED ονομαστικής ισχύος $\leq 85W$ έκαστος.

Επιπρόσθετα, θα εγκατασταθούν φωτιστικά τεχνολογίας LED ονομαστικής ισχύος $\leq 25 W$ επί του Υποσταθμού ΧΤ/ΜΤ.

4.11 Σύστημα παρακολούθησης απόδοσης Φωτοβολταϊκού σταθμού

Για την παρακολούθηση της απόδοσης του Φωτοβολταϊκού σταθμού θα εγκατασταθεί σύστημα καταγραφής δεδομένων σύμφωνα με τα οριζόμενα στο Τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών, αποτελούμενο από:

- Αισθητήρα καταγραφής της ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο κλίσης και προσανατολισμού των Φωτοβολταϊκών πλαισίων
- Αισθητήρα καταγραφής της ταχύτητας του ανέμου και της διεύθυνσης του.
- Αισθητήρα καταγραφής της θερμοκρασίας περιβάλλοντος.
- Αισθητήρα καταγραφής των Φωτοβολταϊκών πλαισίων
- Ηλεκτρονικός Υπολογιστής κατάλληλος για τοποθέτηση σε Rack
- Λογισμικό εποπτείας/παρακολούθησης
- Ενεργός δικτυακός εξοπλισμός

4.12 Συστήματα Ασφαλείας

4.12.1 Σύστημα Περιμετρικής Ανίχνευσης παραβίασης περίφραξης:

Για την ασφάλεια του σταθμού θα τοποθετηθεί σύστημα συναγερμού το οποίο θα αποτελείται από ανιχνευτές δέσμης με laser beams που θα αποτρέπει στην είσοδο του σταθμού σε οποιοδήποτε εισβολέα. Σε περίπτωση παραβίασης ή βλαβών θα ειδοποιείται με μήνυμα ο ιδιοκτήτης αλλά και πρόσωπα ή εταιρείες που θα υποδείξει ο Αναθέτων Φορέας. Θα τοποθετηθεί κατάλληλος αριθμός beams ώστε να καλύπτεται περιμετρικά όλο το αγροτεμάχιο. Για τον εξοπλισμό θα προβλεφθεί εγγύηση 2 έτη.

4.12.2 Σύστημα Παρακολούθησης Κλειστού Κυκλώματος Τηλεόρασης CCTV:

Το σύστημα C.C.T.V. θα αποτελείται από σταθερές κάμερες εξωτερικού χώρου και την καταγραφική μονάδα (DVR). Το DVR θα πρέπει να έχει αντίστοιχο πλήθος με το πλήθος των καμερών και σκληρό δίσκο ελάχιστης χωρητικότητας 2 TB. Οι κάμερες θα πρέπει να είναι ανάλυσης τουλάχιστον 2MP και να έχουν δυνατότητα λειτουργίας σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού (υπέρυθρη κάμερα). Οι κάμερες θα είναι εγκατεστημένες σε θέσεις στην περίμετρο του σταθμού, επί του Οικίσκου και η καταγραφική μονάδα θα βρίσκεται εντός του οικίσκου ώστε να συνδέεται με το διαδίκτυο και να είναι εφικτή η πρόσβαση απομακρυσμένα. Θα γίνει τοποθέτηση τουλάχιστον ενός τεμαχίου κάμερας σε κάθε πλευρά που υπάρχει πόρτα εισόδου σε κάποιο διαμέρισμα του Οικίσκου. Οι κάμερες θα πρέπει να τοποθετηθούν σε κατάλληλο σημείο ώστε να επιτηρούν όλες τις εισόδους πρόσβασης του σταθμού και του οικίσκου και θα καταγράφουν σε όλη την διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται τοπικά στους σκληρούς δίσκους των μονάδων καταγραφής, στις οποίες (μονάδες καταγραφής) θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης απομακρυσμένα μέσω διαδικτύου. Για τον εξοπλισμό θα προβλεφθεί εγγύηση 2 έτη.

4.13 Εργασίες διαμόρφωσης χώρου

Για την εγκατάσταση του Φωτοβολταϊκού σταθμού θα πραγματοποιηθούν όλες οι απαραίτητες εργασίες διαμόρφωσης του χώρου. Αναφέρονται ενδεικτικά και όχι περιοριστικά οι εξής εργασίες:

- Εκχέρωση του χώρου εγκατάστασης
- Εξομάλυνση του εδάφους

5 Φωτοβολταϊκός σταθμός αγρ. 1807

Σημειώνεται ότι για λόγους πραγματοποίησης υπολογισμών εκ των πραγμάτων θεωρήθηκε **ενδεικτικός** βασικός εξοπλισμός (Φωτοβολταϊκά πλαίσια και ηλιακοί αντιστροφεείς), ο οποίος παρουσιάζεται στην παρούσα Τεχνική Περιγραφή υπό τη μορφή τεχνικών χαρακτηριστικών.

Το σύνολο των σχεδίων που συνοδεύουν την παρούσα μελέτη εκπονήθηκαν βάσει του ενδεικτικού βασικού εξοπλισμού που επιλέχθηκε για λόγους πραγματοποίησης υπολογισμών.

Ο Ανάδοχος του έργου δύναται να χρησιμοποιήσει διαφορετικό ισοδύναμο εξοπλισμό εφόσον:

- Η συνολική ισχύς του Φωτοβολταϊκού σταθμού είναι μεγαλύτερη από 998,9 kWp και μικρότερη/ίση από 999,6 kWp το ανώτατο όριο βάσει της οριστικής προσφοράς σύνδεσης του ΔΕΔΔΗΕ).
- Ο προσφερόμενος εξοπλισμός πληροί τις απαιτήσεις – προδιαγραφές που παρατίθενται στη συνέχεια του παρόντος Παραρτήματος.
- Ο διαθέσιμος χώρος, όπως αυτός παρουσιάζεται στο τοπογραφικό διάγραμμα, επαρκεί για την εφαρμογή της προτεινόμενης λύσης.

5.1 Προτεινόμενος Ενδεικτικός Εξοπλισμός

5.1.1 Φωτοβολταϊκά Πλαίσια

Για τους υπολογισμούς θεωρήθηκαν συνολικά 1.785 Φωτοβολταϊκά πλαίσια, μονοκρυσταλλικού πυριτίου τεχνολογίας half cell ονομαστικής ισχύος 560 Wp (συνολικά 999,6kWp).

Για λόγους ευκολίας και πληρότητας της τεχνικής περιγραφής παρατίθενται στη συνέχεια τα κυριότερα τεχνικά χαρακτηριστικά από αυτά:

1. Ονομαστική ισχύς Φωτοβολταϊκού πλαισίου (Wp) σε συνθήκες STC είναι 560 Wp
2. Τάση ανοικτού κυκλώματος και σημείου μέγιστης ισχύος ($V_{oc}=46,20\text{ V}$ & $V_{mpp}=38,29\text{ V}$)
3. Ρεύμα βραχυκύκλωσης και σημείου μέγιστης ισχύος ($I_{sc}=14,19\text{ A}$ & $I_{mpp}=13,44\text{ A}$)
4. Μέγιστο ρεύμα επιστροφής Φωτοβολταϊκού πλαισίου $I_R=25\text{ A}$
5. Μέγιστη επιτρεπτή τάση συστήματος ίση με 1500 V
6. Συντελεστής πλήρωσης Φωτοβολταϊκού στοιχείου (Fill Factor). Ο συντελεστής πλήρωσης στο προσφερόμενο φωτοβολταϊκό πλαίσιο είναι ίσος με 0,7763. Υπολογίζεται ως εξής: $FF = (V_{mpp} \times I_{mpp}) / (V_{oc} \times I_{sc}) = (38,29 \times 13,44) / (46,20 \times 14,19) = 0,7849$
7. Βαθμός απόδοσης Φωτοβολταϊκού πλαισίου σε STC¹ συνθήκες είναι ίσος με 21,92 %
8. Πλήθος διόδων παράκαμψης ανά κυτίο σύνδεσης Φωτοβολταϊκού πλαισίου με 3 διόδους
9. Θερμοκρασίες λειτουργίας Φωτοβολταϊκού πλαισίου -40 °C έως +85 °C
10. Θερμοκρασιακός συντελεστής ρεύματος βραχυκυκλώσεως (%/°C) ίσος με 0,049 %/°C
11. Θερμοκρασιακός συντελεστής Τάσης Ανοικτού Κυκλώματος (%/°C) ίσος με -0,285%/°C
12. Θερμοκρασιακός συντελεστής μέγιστης ισχύος (%/°C) πλαισίου ίσος με -0,36%/°C
13. Βαθμός στεγανότητας από υγρασία και σκόνη (IP) ίση με IP68.
14. Μηχανική αντοχή μεταλλικού πλαισίου ίση με 5400 Pa
15. Απόδοση φωτοβολταϊκού πλαισίου εγγυημένη για 25 έτη από την ημερομηνία εγκατάστασης, ίση με 85,5% το 25° έτος.

16. Εγγύηση κατασκευής των φωτοβολταϊκών πλαισίων ίση με 15 έτη.

1. *Standard Test Conditions (STC):* Ακτινοβολία 1000 W/m^2 , Θερμοκρασία πλαισίου 25°C , $\text{Air Mass} = 1,5$

Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια θα πρέπει είναι πιστοποιημένα κατά IEC 61215 και, IEC 61730 και να είναι κατάλληλα για διάθεση στην Ευρωπαϊκή Ένωση (CE listed).

Κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο θα διαθέτει στεγανό τερματικό κυτίο (IP67), που θα είναι σταθερά προσαρτημένο στην κορυφή του panel στην οπίσθια πλευρά του. Τα κυτία αυτά περιέχουν τον Θετικό και τον Αρνητικό πόλο εξόδου, που καταλήγουν μέσω καλωδίων σε βύσματα τύπου Multi Contact (MC) και 3 διόδους “by pass” για προστασία από ανάστροφα ρεύματα.

5.1.2 Ηλιακοί Αντιστροφείς (Solar Inverters)

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης επιλέχθηκαν τριφασικοί αντιστροφείς συστοιχίας (string- inverters), ονομαστικής ισχύος 125 kW, άνευ μετασχηματιστή απομόνωσης, τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά των οποίων παρατίθενται παρακάτω.

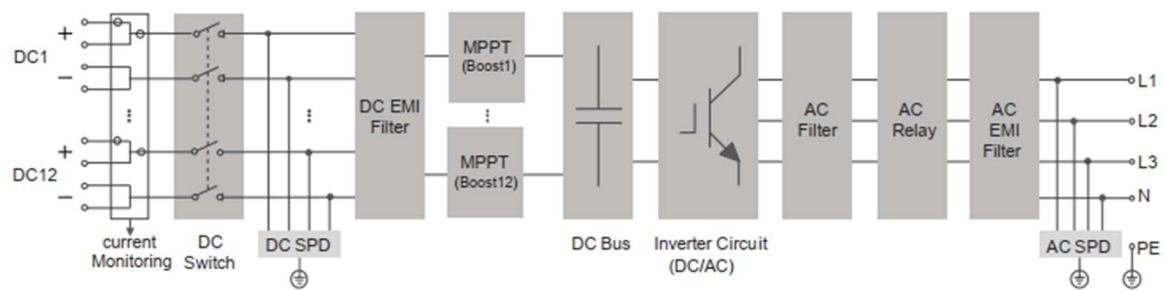
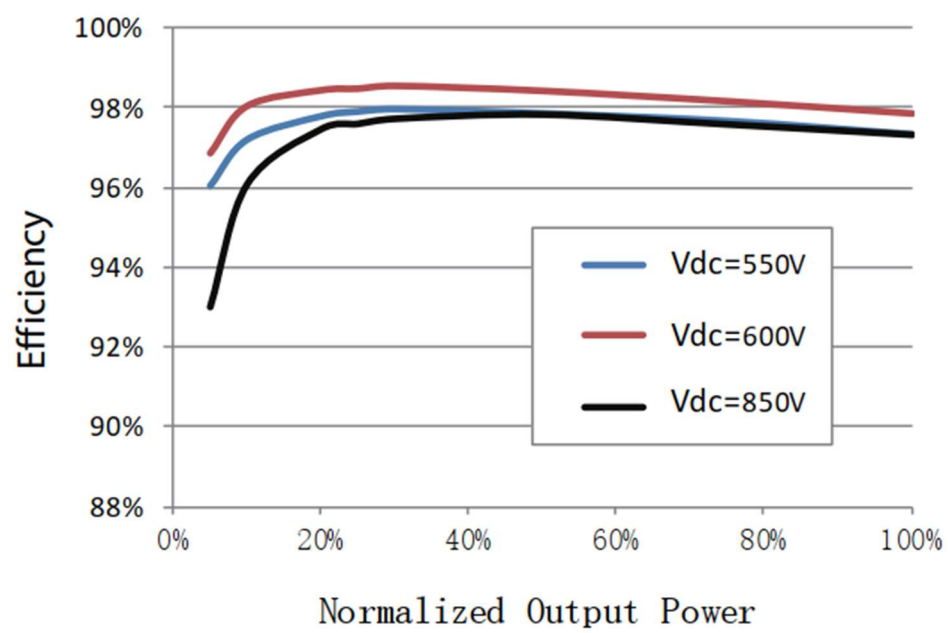
Ο αντιστροφέας, είναι εναρμονισμένος με τα Ελληνικά πρότυπα διασύνδεσης με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ και παρέχει τεκμηριωμένους μηχανισμούς αποφυγής του φαινομένου της νησιδοποίησης κατά το πρότυπο DIN VDE 0126-1-1. Διαθέτει ποικίλες διεπαφές επικοινωνίας (RS232, RS485, Ethernet) με άλλα συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου της απόδοσης και των κρίσιμων παραμέτρων και είναι συμβατός με ποικίλα διαγνωστικά συστήματα.

Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί στην πλήρη εκμετάλλευση του υψηλού βαθμού απόδοσης των αντιστροφέων. Βάσει αυτού του κριτηρίου θα επιλεγθεί το πλήθος φωτοβολταϊκών πλαισίων ανά συστοιχία (string) ώστε να μεγιστοποιηθεί η χρονική περίοδος εντός της οποίας οι αντιστροφείς θα λειτουργούν σε επίπεδα τάσης μέγιστου βαθμού απόδοσης.

Επιπρόσθετα επισημαίνεται ότι λόγω της ανομοιομορφίας του εδάφους, σε κάθε περίπτωση οι στοιχειοσειρές (strings) που συνδέονται στο ίδιο MPPT πρέπει σε κάθε περίπτωση να έχουν την ίδια κλίση και τον ίδιο προσανατολισμό.

Η εγκατάσταση των αντιστροφέων πρόκειται να γίνει επί του στηρικτικού σε κατάλληλα διαμορφωμένες οριζόντιες τεγίδες. Η εγκατάσταση θα πρέπει να γίνει σύμφωνα με τις προδιαγραφές και οδηγίες του κατασκευαστή.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του αντιστροφέα ενδεικτικού τύπου.



Εικόνα 5.1.1 Χαρακτηριστικά αντιστροφέα ενδεικτικού τύπου (125kW) (α)

Input (DC)	
Recommended max. PV input power	175 kW
Max. PV input voltage*	1100 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	180 V / 200 V
Rated PV input voltage	600 V
MPPT operating voltage range**	180 V – 1000 V
No. of independent MPP inputs	12
No. of PV strings per MPPT	2
Max. PV input current	360 A (30 A * 12)
Max. DC short-circuit current	480 A (40 A * 12)
Max. current for DC connector	30 A
Output (AC)	
Rated AC output power	125 kW
Max. AC output apparent power	125 kVA
Max. AC output current	181.1 A
Rated AC output current(at 230V)	181.1 A
Rated AC voltage	3 / N / PE, 220 V / 380 V; 230 V / 400 V
AC voltage range	320 V – 480 V
Rated grid frequency	50 Hz / 60 Hz
Grid frequency range	45 Hz – 55 Hz / 55 Hz – 65 Hz
Harmonic (THD)	< 3 % (at rated power)
Power factor at rated power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE
Efficiency	
Max. efficiency / European efficiency	98.5% / 98.3%
Protection & function	
Grid monitoring	Yes
DC reverse polarity protection	Yes
AC short-circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Surge protection	DC Type I + II / AC Type II
Ground fault monitoring	Yes
DC switch	Yes
PV string current monitoring	Yes
Arc fault circuit interrupter (AFCI)	Yes
PID recovery function	Yes
Optimizer compatibility ***	Optional
General data	
Dimensions (W * H * D)	1020 mm * 795 mm * 360 mm
Weight	87 kg
Mounting method	Wall-mounting bracket
Topology	Transformerless
Degree of protection	IP66
Night power consumption	< 5 W
Corrosion	C5
Operating ambient temperature range	-30 °C to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 % - 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / WLAN (optional) / Ethernet (optional)
DC connection type	Evo2 (Max. 6 mm ²)
AC connection type	OT / DT terminal (Max. 240 mm ²)
AC cable specification	Outside diameter 30 mm - 60 mm
Grid compliance	IEC 62109-1, EN/IEC 61000-6-1/2/3/4, IEC 61727, IEC 62116, EN 50549-1/2, UTE C15-712-1, VDE V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105:2018, VFR 2019, NC RfG, G99, UNE 217002, NTS, CEI 0-21 2019, CEI0-16 2019, NRS-097-2-1, IEC 63027
Grid support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate controlramp rate control

Εικόνα 5.1.2 Χαρακτηριστικά αντιστροφέα ενδεικτικού τύπου (125kW) (β)

5.1.3 Σύστημα Στήριξης Φωτοβολταϊκών Πλαισίων

Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια θα εγκατασταθούν επί σταθερών βάσεων. Η κλίση των panels θα είναι ίση με 25° ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Θα εγκατασταθούν δύο panels στις βάσεις κατά μήκος του κατακόρυφου άξονα με τη μεγάλη τους διάσταση κατακόρυφα (portrait).

Το προς εγκατάσταση στηρικτικό σύστημα θα είναι διπάσσαλο, εμπορικά διαθέσιμη λύση (όχι ιδιοκατασκευή), και θα συνοδεύεται από στατική μελέτη η οποία θα έχει εκπονηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις των εξής κανονισμών:

- Ευρωκώδικας 1 (EN 1991-1-4): Βασικές αρχές σχεδιασμού και δράσεις στις κατασκευές
- Ευρωκώδικας 3 (EN 1993-1-1): Σχεδιασμός κατασκευών από χάλυβα
- Ευρωκώδικας 9 (EN 1999): Σχεδιασμός κατασκευών από αλουμίνιο
- ΕΑΚ 2000: Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός

Οι μεταλλικές βάσεις στήριξης θα είναι είτε από χαλύβδινα στοιχεία γαλβανισμένα εν θερμώ είτε/και από αλουμίνιο κατάλληλης ποιότητας, και συγκεκριμένα οι τεγίδες (και τα εξαρτήματα συγκράτησης των τεγίδων και των πάνελ) θα είναι από αλουμίνιο κατάλληλης ποιότητας, ενώ οι πάσσαλοι από γαλβανισμένο εν θερμώ χάλυβα για προστασία κατά της διάβρωσης. Για τη συγκράτηση και σύσφιξη των συνδέσεων θα χρησιμοποιηθούν μηχανικές βίδες, ροδέλες και περικόχλια.

Οι βάσεις στήριξης θα πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένες ώστε η ελάχιστη απόσταση των φωτοβολταϊκών πλαισίων από το έδαφος να μην είναι μικρότερη από 0,5 m.

Τα σημεία στήριξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κατασκευαστή των πλαισίων, ώστε να επιτυγχάνεται μέγιστη αντοχή σε ανεμοπιέσεις.

5.2 Υποσταθμός ΜΤ/ΧΤ

Ο Φωτοβολταϊκός σταθμός θα συνδεθεί στο δίκτυο Μέσης Τάσης μέσω ενός Υποσταθμού ΜΤ/ΧΤ.

Ο υποσταθμός θα είναι τύπου κιόσκι και θα αποτελείται από τρία (3) διαμερίσματα:

α) Διαμέρισμα πίνακα μέσης τάσης: Στο χώρο αυτό θα καταλήγουν τα καλώδια μέσης τάσης από το δίκτυο του Διαχειριστή Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ) και θα είναι εγκατεστημένος ο πίνακας μέσης τάσης. Ο συγκεκριμένος χώρος θα επικοινωνεί με το χώρο του μετασχηματιστή.

β) Διαμέρισμα μετασχηματιστή: Στο χώρο αυτό θα είναι εγκατεστημένος ο μετασχηματιστής. Ο συγκεκριμένος χώρος θα επικοινωνεί τόσο με το χώρο του πίνακα μέσης τάσης όσο και με το χώρο του γενικού πίνακα χαμηλής τάσης.

γ) Διαμέρισμα γενικού πίνακα χαμηλής τάσης (Πίνακας Αυτοπαραγωγού): Στο χώρο αυτό θα καταλήγουν τα καλώδια χαμηλής τάσης του φωτοβολταϊκού σταθμού και θα είναι εγκατεστημένος ο γενικός πίνακας χαμηλής τάσης. Ο συγκεκριμένος χώρος θα επικοινωνεί με το χώρο του μετασχηματιστή.

5.2.1 Πεδία Μέσης Τάσης

Στο διαμέρισμα μέσης τάσης θα υπάρχουν τρεις κυψέλες. Η πρώτη κυψέλη είναι η Κυψέλη Εισόδου που αποτελεί το πεδίο άφιξης του καλωδίου από την κολώνα του ΔΕΔΔΗΕ και στην οποία θα βρίσκεται ένας αποζεύκτης. Στη δεύτερη κυψέλη βρίσκονται τα μετρητικά όργανα και ο ηλεκτρονόμος δευτερογενούς προστασίας. Στην Τρίτη κυψέλη βρίσκεται η αναχώρηση προς το μετασχηματιστή που ασφαλίζεται με ένα Διακόπτη Ισχύος στον οποίον θα επενεργεί ο ηλεκτρονόμος δευτερογενούς προστασίας.

Ο ηλεκτρονόμος που θα επενεργεί στον διακόπτη της Μέσης Τάσης θα ενσωματώνει τις εξής λειτουργίες:

- προστασία ορίων τάσης (υπέρταση, υπόταση)
- προστασία ορίων συχνότητας (υπερσυχνότητα, υποσυχνότητα)
- προστασία έναντι του φαινομένου νησιδοποίησης
- Πηνίο έλλειψης τάσης

Σχετικά με την προστασία κατά της νησιδοποίησης, γίνεται χρήση της μεθόδου προστασίας df/dt RoCoF, ενώ ο μέγιστος επιτρεπόμενος χρόνος απόζευξης ορίζεται στα 5 sec.

Τα τρία πεδία θα έχουν ενσωματωμένο ενδεικτικό μιμικό διάγραμμα με ακριβή θέση των διακοπτικών μέσων καθώς επίσης και δυνατότητα οπτικής επιβεβαίωσης της κατάστασης εντός των πεδίων.

Τα πεδία μέσης τάσης θα αποτελείται από μεταλλοενδεδυμένες (metal – enclosed) κυψέλες, σύμφωνα με το πρότυπο EN 62271-200:2021

Όλος ο εξοπλισμός θα πρέπει να είναι σύμφωνος με την τελευταία έκδοση των διεθνών προτύπων που ακολουθούν :

- IEC 62271-200:2021 High-voltage switchgear and controlgear - Part 200: A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- IEC 62271-103:2021 High-voltage switchgear and controlgear - Part 103: Alternating current switches for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV
- IEC 62271-102:2018 High-voltage switchgear and controlgear - Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches
- IEC 62271-1:2017/AMD1:2021 Amendment 1 - High-voltage switchgear and controlgear - Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear
- IEC 62271-105:2021 High-voltage switchgear and controlgear - Part 105: Alternating current switch-fuse combinations for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV
- IEC 62271-100:2021/COR:2021 Corrigendum 1 - High-voltage switchgear and controlgear - Part 100: Alternating-current circuit-breakers
- IEC 60282-1:2020 High-voltage fuses - Part 1: Current-limiting fuses
- IEC 61869-2:2012 Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers
- IEC 61869-3:2012 Instrument transformers - Part 3: Additional requirements for voltage transformers
- IEC 61000-4-2:2008 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test

5.2.2 Μετασχηματιστής

Για τη διαστασιολόγηση του μετασχηματιστή Ισχύος λαμβάνονται υπόψη οι θερμικές απώλειες των μετασχηματιστών διαφόρων ονομαστικών ισχύων όταν αυτοί θα τροφοδοτήσουν την υπό εξέταση εγκατάσταση. Εφόσον πρόκειται να γίνει εγκατάσταση Μετασχηματιστή Χαμηλών απωλειών υπό οποιαδήποτε ισχύ, οι απώλειες κενού και φορτίου είναι σύμφωνες με το πρότυπο EN50464-1:2007.

Ο μετασχηματιστής θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- 1250 kVA
- 20/0,4kV
- Dyn11
- Ελαίου
- Χαμηλών απωλειών
- Τάση βραχυκύκλωσης $u_k = 6\%$

Θα φέρει ηλεκτρονόμο Buchholz, off load tap changer και θερμόμετρο δύο επαφών με Α' βαθμίδα για συναγερμό και Β' βαθμίδα για απόπλιση. Θα πρέπει να είναι χαμηλών απωλειών σύμφωνα με το πρότυπο EU548/2014.

Θα ικανοποιεί όλες τις σχετικές απαιτήσεις του προτύπου EN 60076. Οι διαδικασίες σχεδιασμού και παραγωγής του Μ/Σ θα είναι πιστοποιημένες κατά ISO 9001, από αναγνωρισμένο οργανισμό.

Σημειώνεται ότι το σύστημα γείωσης του υποσταθμού θα είναι TN-S με την ουδετερογείωση να εφαρμόζεται απευθείας στον ουδέτερο κόμβο του μετασχηματιστή. Ο ουδέτερος κόμβος θα γειώνεται απευθείας στη μπάρα γείωσης του συστήματος θεμελιακής γείωσης εντός του χώρου του υποσταθμού.

Επισημαίνεται ότι στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας μελέτης επιλέχθηκε μετασχηματιστής ελαίου 20/0,4 kV. Οι υποψήφιοι Ανάδοχοι δύνανται να προσφέρουν Υποσταθμό ΧΤ/ΜΤ με Μετασχηματιστή Ξηρού Τύπου εφόσον πληρούνται οι προδιαγραφές που τίθενται που παρατίθενται στη συνέχεια του παρόντος Παραρτήματος. Επιπρόσθετα, σε περίπτωση κατά την οποία οι προσφερόμενοι inverters έχουν τάση εξόδου διαφορετική των 400 V (π.χ 800V) τότε και ο Μετασχηματιστής θα πρέπει να έχει την ίδια τάση στην πλευρά της Χαμηλής, ήτοι 20/0,8kV. Σε κάθε περίπτωση η ισχύς του μετασχηματιστή θα είναι 1250 kVA.

5.2.3 Πίνακας Αυτοπαραγωγού

Εντός του οικίσκου όπου θα στεγάζεται ο νέος μετασχηματιστής θα εγκατασταθεί και ο πίνακας παραγωγής στον οποίο θα συνδέονται οι μετατροπείς και οι καταναλώσεις (Φωτισμός, CCTV κτλ) του φωτοβολταϊκού σταθμού. Η άφιξη από τον κάθε μετατροπέα θα ασφαλίζεται με ΑΔΙ 200 Α ρυθμισμένο σε κατάλληλη ονομαστική ένταση, επίσης θα υπάρχει υποπίνακας για τις ιδιοκαταναλώσεις του Φωτοβολταϊκού σταθμού, όπως σύστημα τηλεμετρίας, σύστημα παρακολούθησης, φωτισμό κ.λπ.

5.3 Χωροθέτηση

Στο σχεδιάγραμμα δίνεται η κάτοψη του φωτοβολταϊκού σταθμού και η χωροθέτηση των Φωτοβολταϊκών πλαισίων, καθώς και του λοιπού βασικού εξοπλισμού. Η χωροθέτηση έγινε με τα εξής δεδομένα:

- ✓ Η κλίση των Φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ίση με 25° .
- ✓ Η απόσταση μεταξύ των σειρών των Φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ίση με 4,825m. Το ύψος των φωτοβολταϊκών σειρών θα είναι ίσο με 1,930m. Προκύπτει λόγος απόστασης προς ύψος ίσος με 2,5.



Εικόνα 5.3.1 Ενδεικτική χωροθέτηση

5.4 Δομή – Συνδεσμολογία Φωτοβολταϊκού Σταθμού

Η εγκατεστημένη ισχύς της εγκατάστασης θα είναι 999,6 kWp. Ο ενδεικτικός εξοπλισμός που έχει επιλεγεί προς εγκατάσταση είναι:

- ΦΒ Πλαίσια: 1785 τμχ. ονομαστικής ισχύος 560 Wp
- Inverters: 8 τμχ. Ονομαστικής ισχύος 125 kWp

Για κάθε αντιστροφέα εξετάζονται τα κριτήρια επιλογής βάσει της βιβλιογραφίας, όπως φαίνεται στην ανάλυση που ακολουθεί. Σημειώνεται ότι ως ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας των φωτοβολταϊκών πλαισίων (υπό συνθήκες πλήρους ηλιοφάνειας 1000 W/m²) επιλέγεται ίση με -10 °C και +60 °C αντίστοιχα.

5.4.1 Μέγιστη Τάση & Ρεύμα Λειτουργίας

Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων, προκύπτει ότι η τάση ανοικτού κυκλώματος σε Standard Testing Conditions είναι $V_{OC}(STC) = 49,99 \text{ V}$. Λόγω της επίδρασης της θερμοκρασίας στην τάση: -0,285 %/°C, $\Delta T = (-10) - 25 = -35^\circ\text{C}$

$$V_{OC}(-10^\circ\text{C}) = \left(1 + \frac{(-0.285) \times (-35)}{100}\right) \cdot V_{OC}(STC) = 1,09975 \cdot V_{OC}(STC) = 54,97 \text{ V}$$

- Η τάση στη χειρότερη περίπτωση είναι ίση με $V_{OC}(-10^\circ\text{C}) = 50,80 \text{ V}$
- Η μέγιστη τάση εισόδου των inverter είναι $V_{max} = 1.100 \text{ V}$

Οπότε ο **μέγιστος αριθμός πλαισίων ανά string** είναι:

$$\frac{1100}{54,97} = 20,01 = 20 \text{ panels}$$

Μέγιστος αριθμός string ανά MPPT

Το μέγιστο πλήθος strings ανά είσοδο mppt των inverter υπολογίζεται από το μέγιστο ρεύμα των πλαισίων, ως εξής:

Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων, προκύπτει ότι το ρεύμα βραχυκύκλωσης σε Standard Testing Conditions είναι $I_{SC}(STC) = 14,19 \text{ A}$. Λόγω της επίδρασης της θερμοκρασίας στο ρεύμα: 0.049 %/°C, $\Delta T = 70 - 25 = 45^\circ\text{C}$

$$I_{SC}(70^\circ\text{C}) = \left(1 + \frac{0.049 \times 45}{100}\right) \cdot I_{SC}(STC) = 1,02205 \cdot I_{SC}(STC) = 14,50 \text{ A}$$

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα εισόδου για κάθε MPPT inverter ισχύος 125 Kw είναι $I_{dc,max} = 40 \text{ A}$. Ως εκ τούτου το **μέγιστο επιτρεπτό πλήθος των strings ανά είσοδο MPPT** για τα υπό εξέταση πλαίσια, είναι:

$$\text{Inverter 125 kW: } \frac{40}{14,50} = 2,75 \approx 2 \text{ string}$$

Σημειώνεται ότι οι – ενδεικτικού τύπου – αντιστροφέες με ισχύ 125 kW έχουν 12 Max Power Point Tracker

[illegible]

panels/string	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	14
Σύνολο panels	1561											

Για τους παραπάνω αντιστροφείς το σύνολο των πλαισίων ανέρχεται σε $11 \times 19 \times 7 + 1 \times 14 \times 7 = 1561$.

- Ένας (1) αντιστροφέας ισχύος 125 kW στον οποίο συνδέονται συνολικά 224 πλαίσια. Επομένως στον αντιστροφέα θα συνδέονται 11 string των 19 πλαισίων και ένα string των 15 πλαισίων, ήτοι 224 πλαίσια.

1 inverter	MPP T 1	MPP T 2	MPP T 3	MPP T 4	MPP T 5	MPP T 6	MPP T 7	MPP T 8	MP PT 9	MP PT 10	MP PT 11	MP PT 12
strings/mppt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
panels/string	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	15
Σύνολο panels	224											

Συγκρίνοντας τα κριτήρια που υπολογίσθηκαν με τις προτεινόμενες συνδεσμολογίες προκύπτει ότι όλες οι αναγκαίες συνθήκες για ασφαλή και αποδοτική λειτουργία του πάρκου ικανοποιούνται.

5.5 Καλωδιώσεις

5.5.1 Καλωδιώσεις DC – string cables

Για τις ηλεκτρικές συνδέσεις που πρόκειται να πραγματοποιηθούν υπό συνεχή (dc) τάση θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου solar type, σύμφωνα με το πρότυπο H1Z2Z2_K για ονομαστική τάση 1500 V. Το καλώδιο θα είναι εύκαμπτο, άφλεκτο και να έχει προδιαγραφές προστασίας από την υπεριώδη ακτινοβολία (UV), στο όζον και στην λειτουργία σε υψηλές θερμοκρασίες. Η πολικότητα των καλωδίων θα είναι αναγνωρίσιμη όπως και τα σημεία σύνδεσής τους στις ηλεκτρικές συσκευές του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Τα καλώδια είναι εναρμονισμένα με την Ευρωπαϊκή οδηγία 73/23/EEC και ακολουθούν πιστοποίηση κατά IEC 60216 ή άλλο αντίστοιχο, η κλάση προστασίας είναι: protection class II και τάση μόνωσης μεγαλύτερη από τη μέγιστη αναμενόμενη.

Ο αρνητικός πόλος της στοιχειοσειράς θα γίνει με καλώδιο μαύρου χρώματος και ο θετικός με κόκκινο. Κατά την ένωση των φωτοβολταϊκών πλαισίων μεταξύ τους, τα περισσευούμενα καλώδια, θα μαζεύονται και στεριώνονται σε σταθερό σημείο με κατάλληλο στήριγμα, έτσι ώστε να μην είναι τεντωμένα αλλά κατά την ταλάντευσή τους να μην ακουμπούν τα φωτοβολταϊκά πάνελ. Σε περίπτωση χρήσης δεματικών ταινιών για την στήριξη των καλωδίων, τότε αυτές θα πρέπει να έχουν ειδική έγκριση για αντοχή σε ακτινοβολία UV. Σε καμία περίπτωση δεν θα χρησιμοποιηθούν λευκά δεματικά ή δεματικά χωρίς ειδική έγκριση σε εξωτερικούς ή εκτεθειμένους στην ηλιακή ακτινοβολία χώρους. Η άκρη κάθε

καλωδίωσης θα πρέπει να φέρει ένδειξη της ονομασίας της με τυπωμένη θερμοσυστελλόμενη κυλινδρική ετικέτα ή ειδικό εξάρτημα με κατάλληλη αρίθμηση. Η θερμοσυστελλόμενη ετικέτα θα πρέπει να είναι κατάλληλη για εξωτερική χρήση (αντοχή στη διάβρωση από UV, υγρασία και θερμοκρασία). Επίσης θα πρέπει να φέρει ετικέτα με την προειδοποιητική ένδειξη για την αποφυγή αποσύνδεσης υπό φορτίο όπως ορίζουν τα πρότυπα. Οι σύνδεσμοι πλαισίων-στοιχειοσειρών που θα χρησιμοποιηθούν για την ηλεκτρική σύνδεση των φωτοβολταϊκών πλαισίων με τους αντιστροφείς θα πρέπει να είναι του ίδιου τύπου με αυτούς του φωτοβολταϊκού πλαισίου σε ικανοποίηση του προτύπου 62446:2016.

Energyflex® PV H1Z2Z2-K Cable (1.5kV DC)

Cross section [mm ²]	Conductor diam. [mm]	Nom. insulation thick. [mm]	Nom. outer sheath thick. [mm]	Max. outer diam. [mm]	Approx. net weight [kg/km]	Min. bend. rad. installed [mm]	Tensile strength [N]
120	14.2	1.2	1.3	22.8	1250	78	1800
150	15.8	1.4	1.4	25.5	1550	90	2250
185	17.4	1.6	1.6	28.1	1900	98	2775
240	20.4	1.7	1.7	32.1	2400	110	3600

ELECTRICAL VALUES

Cross section [mm ²]	short circuit conductor 1s [kA]	Perm. current rat. air 60°C [A]	Perm. current rating tray 60°C [A]	Max. DC Resist. Cond. 20°C [Ohm/km]
1.5	189	30	29	13.7
4	0.5	55	52	5.09
6	0.8	70	67	3.39
10	1.3	98	93	1.95
25	3150	176	167	0.72
35	4410	218	207	0.52
50	6300	276	262	0.38
70	8820	347	330	0.27
95	11970	416	395	0.19
120	15120	488	464	0.15
150	18900	566	538	0.023
185	23310	644	612	0.022
240	30240	775	736	0.011

Πίνακας 5.5.1 Καλώδια dc

Σημειώνεται ότι το μέγιστο ρεύμα των φωτοβολταϊκών πλαισίων, όπως προκύπτει από τα τεχνικά φυλλάδια είναι 14,19 A. Λαμβάνοντας υπόψη την απαίτηση του προτύπου EN62446 σχετικά με τη σχεδίαση υπό το κριτήριο του $1,25 \cdot I_{sc}$ το αντίστοιχο ρεύμα σχεδίαση είναι ίσο με 17,74 A. Ως εκ τούτου, η ικανότητα μεταφοράς ρεύματος των 67 A (ακόμη και στους 60°C θερμοκρασίας περιβάλλοντος) του καλωδίου διατομής 6mm², είναι υπέρ-επαρκής. Το κρίσιμο κριτήριο επιλογής της διατομής των καλωδίων είναι οι απώλειες. Με βάση τη χωροθέτηση του ενδεικτικού εξοπλισμού που θεωρήθηκε στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν καλώδια διατομής 6mm² για τον περιορισμό των απωλειών εντός των επιθυμητών ορίων.

Επισημαίνεται ότι σύμφωνα και με τις απαιτήσεις της Διακήρυξης (Παράρτημα V – Υπόδειγμα Τεχνικής Προσφοράς) οι απώλειες στις καλωδιώσεις dc συνολικά για τον φωτοβολταϊκό σταθμό θα πρέπει να είναι χαμηλότερες του 1,5%.

5.5.2 Καλωδιώσεις AC Χαμηλής Τάσης

Αφορά τις καλωδιώσεις μεταξύ των inverters και του πίνακα του αυτοπαραγωγού, τη διασύνδεση αυτού με τον Μ/Σ, καθώς επίσης και την καλωδίωση μεταξύ του πίνακα αυτοπαραγωγού και των ιδιοκαταναλώσεων και βοηθητικών φορτίων του φωτοβολταϊκού σταθμού (φωτισμός, CCTV, ρευματοδότες κλπ.).

Για τη σύνδεση μεταξύ των inverters και του Πίνακα Αυτοπαραγωγού, βάσει και της χωροθέτησης που εκπονήθηκε στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν καλώδια τύπου E1VV 3×150 + 70 + 70 mm². Επισημαίνεται ότι σύμφωνα και με τις απαιτήσεις της Διακήρυξης (Παράρτημα V – Υπόδειγμα Τεχνικής Προσφοράς) οι απώλειες στις καλωδιώσεις ac σε επίπεδο inverter για συνθήκες STC συνολικά για τον φωτοβολταϊκό σταθμό θα πρέπει να είναι χαμηλότερες του 2,5%.

Για την καλωδίωση AC Χαμηλής Τάσης για τις ιδιοκαταναλώσεις και τα βοηθητικά φορτία του φωτοβολταϊκού σταθμού, θα χρησιμοποιηθούν καλώδια E1VV-R κατάλληλης διατομής, ώστε η πτώση τάσης να είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

5.5.3 Καλωδιώσεις AC Μέσης Τάσης

Οι καλωδιώσεις ac Μέσης Τάσης χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των πεδίων Μέσης Τάσης του Υποσταθμού με το σημείο σύνδεσης με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ. Τα καλώδια που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν είναι τύπου N2XSY. Πρόκειται να εγκατασταθούν 4 συνολικά καλώδια Μέσης Τάσης (3 για τις τρεις φάσεις και 1 εφεδρικό). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι διατομές ενδεικτικών καλωδίων N2XSY.

N2XSY-NA2XSY	NOMINAL AREA OF CONDUCTOR	MEAN OVERALL DIAMETER (APPROX.)	NET WEIGHT (APPROX.)	MAX CONDUCTOR RESISTANCE AT 20°C	CURRENT CARRYING CAPACITY (EARTH)	CONTINUOUS CURRENT CARRYING CAPACITY AIR (TREFOIL)
	mm ²	mm	kg/km	Ω/km	A	A
N2XSY	1X35/16	29	1115	0,524	189	200
N2XSY	1X50/16	30	1270	0,387	222	239
N2XSY	1X70/16	32	1515	0,268	271	297
N2XSY	1X95/16	33	1800	0,193	323	361
N2XSY	1X120/16	35	2070	0,153	367	416
N2XSY	1X150/16	36	2450	0,124	409	470
N2XSY	1X185/16	38	2850	0,0991	461	538
N2XSY	1X240/16	40	3450	0,0754	532	634
N2XSY	1X300/16	43	4070	0,0601	599	724
N2XSY	1X400/16	46	5000	0,047	671	829
N2XSY	1X500/16	48	6020	0,0366	754	953
NA2XSY	1X50/16	30	1000	0,641	172	185
NA2XSY	1X70/16	32	1100	0,443	210	231
NA2XSY	1X95/16	33	1220	0,32	251	280
NA2XSY	1X120/16	35	1350	0,253	285	323
NA2XSY	1X150/16	36	1550	0,206	319	366
NA2XSY	1X185/16	38	1700	0,164	361	420

Πίνακας 5.5.2 Καλώδιο Μέσης Τάσης

Τα κριτήρια επιλογής διατομής καλωδίων Μέσης Τάσης είναι τρία: (i) η ικανότητα μεταφοράς ρεύματος, (ii) η ικανότητα αντοχής σε ρεύμα υπό βραχυκύκλωμα και (iii) η αναπτυσσόμενη πτώση τάσης κατά μήκος του καλωδίου. Κατόπιν διενέργειας των σχετικών υπολογισμών επιλέχθηκαν 4 καλώδια N2XSY 1x70/16 mm².

5.6 Οδεύσεις καλωδιώσεων

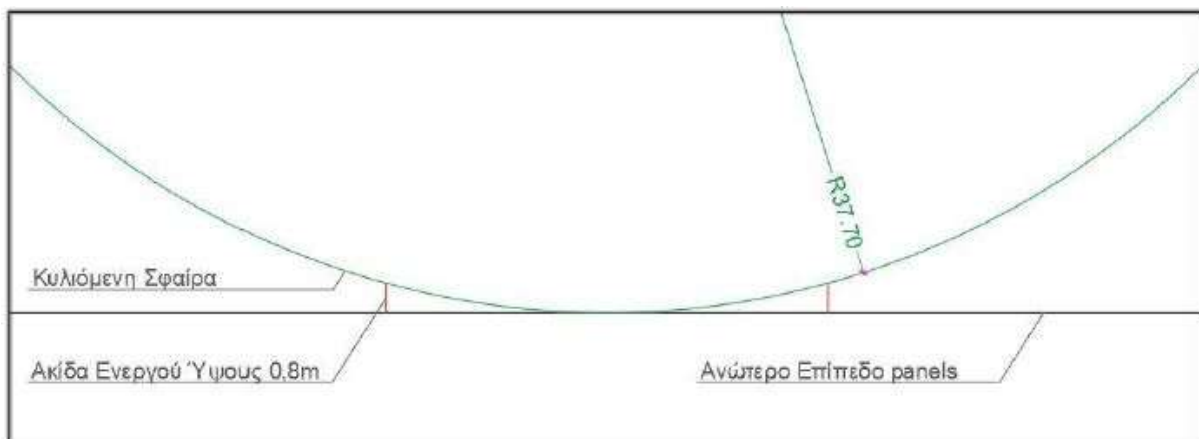
Το δίκτυο των καλωδιώσεων του φωτοβολταϊκού σταθμού αποτελείται από τα παρακάτω κύρια μέρη:

- Δίκτυο καλωδιώσεων υπό dc τάση:** Αφορά τις καλωδιώσεις που συνδέουν τους inverters με τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια. Οι καλωδιώσεις solar type θα είναι κατά κύριο λόγο τοποθετημένες επί των μεταλλικών βάσεων στήριξης. Η στήριξη αυτών θα γίνεται με δεματικά εξωτερικού χώρου με τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται ελευθερία απορρόφησης συστολών / διαστολών λόγω θερμοκρασίας καθώς επίσης και αποφυγή κίνησης λόγω του αέρα. Σε περίπτωση κατά την οποία υπάρχουν strings που περιλαμβάνουν Φωτοβολταϊκά πλαίσια που είναι εγκατεστημένα σε διαφορετικές βάσεις στήριξης, η όδευση των καλωδίων θα γίνεται εντός χαντακιού και εντός σπιράλ κατάλληλης διατομής, σύμφωνα με τις Τεχνικές Προδιαγραφές που παρατίθενται στη συνέχεια του παρόντος Παραρτήματος.
- Δίκτυο καλωδιώσεων υπό ac τάση:** Αφορά τις καλωδιώσεις μεταξύ των inverters και του πίνακα του αυτοπαραγωγού, τη διασύνδεση αυτού με τον Μ/Σ, καθώς επίσης και την καλωδίωση μεταξύ του πίνακα αυτοπαραγωγού και των ιδιοκαταναλώσεων του Φωτοβολταϊκού σταθμού (φωτισμός, CCTV κλπ.). Οι οδεύσεις θα γίνονται εντός πλαστικών σπιράλ σωλήνων σύμφωνα με Τεχνικές Προδιαγραφές που παρατίθενται στη συνέχεια του παρόντος Παραρτήματος.

3. **Δίκτυο καλωδιώσεων MT:** Αφορά την καλωδίωση Μέσης Τάσης μεταξύ του Υποσταθμού και του σημείου σύνδεσης με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ. Η όδευση θα γίνει με 4 μονοπολικά καλώδια N2XSΥ διατομής $1 \times 70/16 \text{ mm}^2$ υπογείως εντός πλαστικών σωλήνων κατάλληλης διατομής. Κάθε ένα από τα καλώδια θα οδεύει σε ένα σπιδράλ σωλήνα κατάλληλης διατομής και για το τμήμα εισόδου και εξόδου από το χαντάκι σε μήκος 1,5m από την επιφάνεια του εδάφους. Τα καλώδια θα εγκατασταθούν εντός στρώματος άμμου πάχους περίπου 30cm. Πάνω από το στρώμα άμμου θα τοποθετηθούν τούβλα ή πλάκες πεζοδρομίου για μηχανική προστασία από κάθετες μηχανικές καταπονήσεις και πλέγμα προειδοποίησης. Η όδευση των καλωδίων επί της κολώνας Μέσης Τάσης πρόκειται να πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΔΕΔΔΗΕ.

5.7 Αντικεραυνική Προστασία

Για την αντικεραυνική προστασία του φωτοβολταϊκού σταθμού εκπονήθηκε ανάλυση κινδύνου σύμφωνα με το πρότυπο EN 62305-2, όπου διαπιστώθηκε ότι ο Φωτοβολταϊκός σταθμός είναι κατηγορίας IV. Ως εκ τούτου για την αντικεραυνική προστασία του σταθμού, προβλέπεται η εγκατάσταση διανεμημένων ακίδων προστασίας τύπου Franklin. Βάσει αυτής της κατηγοριοποίησης η ακτίνα της κυλιόμενης σφαίρας είναι 60 m. Από τον σχεδιαστικό υπολογισμό προέκυψε πως με απόσταση ακίδων ίση με 15 m και θεωρώντας ύψος ακίδων από το επίπεδο των φωτοβολταϊκών πλαισίων 0,8 m, επιτυγχάνεται πλήρης έλεγχος των Φωτοβολταϊκών πλαισίων. Μάλιστα με τη σχετική χωροθέτηση, η επίτευξη της προστασίας επαληθεύεται για ακτίνα κυλιόμενης σφαίρας ίση με 37,7 m, που αντιστοιχεί πρακτικά σε αυστηρότερη κατηγορία προστασίας.



Εικόνα 5.7.1 Υπολογισμός ελάχιστης ακτίνας κυλιόμενης σφαίρας για απόσταση ακίδων 15μ.

Εγκατάσταση Απαγωγών Κρουστικών Υπερτάσεων

Προβλέπεται επίσης η εγκατάσταση απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων για προστασία από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα. Η προστασία περιλαμβάνει την εγκατάσταση απαγωγών σε δύο βασικά επίπεδα της εγκατάστασης, όπως περιγράφεται στη συνέχεια:

- ✓ Εντός του Πίνακα Παραγωγής πρόκειται να εγκατασταθούν απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων T1 + T2. Με αυτόν τον τρόπο πρόκειται να επιτευχθεί προστασία έναντι των κρουστικών υπερτάσεων που προέρχονται από το δίκτυο MT της ΔΕΗ.

- ✓ Ο επιλεγμένος ενδεικτικός αντιστροφέας έχει εγκατεστημένους απαγωγούς κρουστικών υπερτάσεων κατηγορίας T1+T2 στην DC μεριά και κατηγορίας T2 στην AC. Αν επιλεχθεί εν τέλει διαφορετικός inverter πρέπει, αν απουσιάζουν, να τοποθετηθούν μέσα προστασίας από κρουστικές υπερτάσεις.

5.8 Σύστημα Γείωσης

Το σύστημα γείωσης του Φωτοβολταϊκού σταθμού αποτελείται από (i) την περιμετρική γείωση του Φωτοβολταϊκού σταθμού που πραγματοποιείται με χαλύβδινο επιχαλκωμένο (St/eCu) αγωγό γείωσης $\Phi 8$ mm και (ii) τη θεμελιακή γείωση του Υποσταθμού ΧΤ/ΜΤ που πραγματοποιείται με εγκιβωτισμένη ταινία St/tZN 30×3,5 mm στη βάση αυτού. Τα συστήματα θα είναι διασυνδεδεμένα μεταξύ τους στη μπάρα γείωσης του Υποσταθμού.

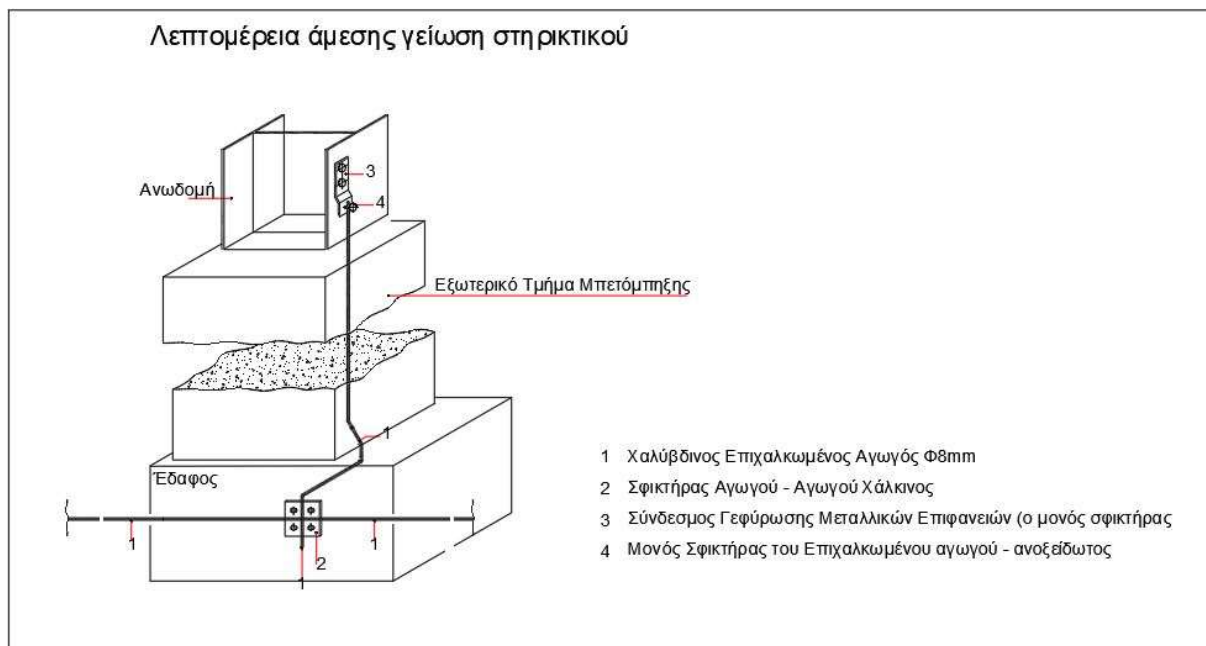
Η σύνδεση του περιμετρικού συστήματος γείωσης του σταθμού με τη μπάρα γείωσης του Υποσταθμού θα γίνει σε τουλάχιστον δύο (2) σημεία, μέσω πολύκλωνων χάλκινων αγωγών διατομής 70 mm² έκαστος. Όπως προαναφέρθηκε, η περιμετρική γείωση του Φωτοβολταϊκού σταθμού θα πραγματοποιηθεί με την εγκατάσταση χαλύβδινου επιχαλκωμένου αγωγού $\Phi 8$ mm. Ο λόγος της επιλογής αυτής είναι η μέθοδος έδρασης του στηρικτικού συστήματος, για την οποία προκρίνεται η μπετόμψη των χαλύβδινων πασσάλων. Το σύστημα περιμετρικής γείωσης του σταθμού θα συνδέεται με το στηρικτικό με τη χρήση ανοξείδωτου μονού σφικτήρα και συνδέσμου γεφύρωσης μεταλλικών επιφανειών.

Για την ισοδυναμική σύνδεση των μεταλλικών βάσεων θα χρησιμοποιηθεί εύκαμπτη ταινία Cu/eSn 30×3×500mm (35 mm²). Για τη γείωση των μετατροπών (ενδεικτικού τύπου που επιλέχθηκαν στα πλαίσια της παρούσας μελέτης) θα εγκατασταθεί εύκαμπτος αγωγός χαλκού NYAF (H07V-K) 70 mm².

Από τον εξωτερικό βρόχο της περιμετρικής γείωσης του Φωτοβολταϊκού σταθμού θα πρέπει να προβλεφθούν αναμονές για τη σύνδεση της περίφραξης και όλων των περιμετρικών μεταλλικών στοιχείων (π.χ. ιστοί φωτισμού, ιστοί καμερών κτλ).

Επιπρόσθετα, θα πρέπει να προβλεφθούν δύο αναμονές για λόγους εφεδρείας προς τον Υποσταθμό.

Όλες οι ενώσεις θα πραγματοποιηθούν με τη χρήση βιδωτών σφικτήρων. Όλες οι ενώσεις θα πρέπει να ικανοποιούν το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62561-1 και όλα τα υλικά γείωσης θα είναι πιστοποιημένα κατά ΕΛΟΤ EN 62561.



Εικόνα 5.8.1 Σύνδεση στηρικτικού συστήματος με τον περιμετρικό βρόχο

Ο Ανάδοχος θα πρέπει να μετρήσει την αντίσταση γείωσης τόσο του Υποσταθμού όσο και του περιμετρικού βρόχου ώστε και τα δύο συστήματα να ικανοποιούν τιμή αντίστασης μικρότερη από 1 Ω. Σε περίπτωση που η τιμή δεν είναι εντός ορίων θα πρέπει να τοποθετηθούν επιπλέον ηλεκτρόδια.

Τα υλικά γείωσης εξαρτώνται άμεσα από την μέθοδο έδρασης και το στηρικτικό σύστημα των πλαισίων για την αποφυγή ηλεκτροχημικών διαβρώσεων. Σε περίπτωση που ο Ανάδοχος, κατόπιν διενέργειας pull – out test επιλέξει τη μέθοδο της πασσαλόμπεξης, τότε θα πρέπει να επιλέξει τα κατάλληλα υλικά στα πλαίσια της Μελέτης Εφαρμογής.

5.9 Περίφραξη

Η περίφραξη θα έχει 2,5 m ύψος από το έδαφος. Θα αποτελείται από γαλβανισμένο συρματοπλέγμα 55 X 55, Νο16, ύψους 2 m και μεταλλικούς ορθοστάτες οι οποίοι είναι πάσσαλοι από γαλβανισμένους σωλήνες διαμέτρου Φ60 πάχους 1,5mm, ύψους 2,5 m με κεκλιμένη επέκταση 50 cm. Οι ορθοστάτες εκτείνονται ανά 2,5-3 m και στις γωνίες της περίφραξης θα υπάρχουν αντηρίδες. Στο επάνω μέρος της περίφραξης θα τοποθετηθούν τρεις σειρές αγκαθωτό σύρμα γαλβανιζέ. Οι θύρες της περίφραξης θα είναι ανοίγματος 5m για την εύκολη διέλευση βαρέων οχημάτων. Οι ορθοστάτες της περίφραξης θα τοποθετηθούν σε βάθος τουλάχιστον 50 cm και θα πακτωθούν μέσα σε βάση από σκυρόδεμα.

5.10 Φωτισμός

Προς ενίσχυση της ασφάλειας του Φωτοβολταϊκού σταθμού, περιμετρικά του σταθμού, θα εγκατασταθεί φωτισμός χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, τεχνολογίας LED. Τα φωτιστικά σώματα θα τοποθετηθούν επί χαλύβδινων ιστών φωτισμού ύψους 3 μέτρων, οι οποίοι θα εδραστούν επί προκατασκευασμένων βάσεων αγκύρωσης με πλάκα έδρασης. Συνολικά πρόκειται να εγκατασταθούν

τέσσερις (4) ιστοί φωτισμού με δύο φωτιστικά σώματα τεχνολογίας LED ονομαστικής ισχύος $\leq 85W$ έκαστος.

Επιπρόσθετα, θα εγκατασταθούν φωτιστικά τεχνολογίας LED ονομαστικής ισχύος $\leq 25 W$ επί του Υποσταθμού ΧΤ/ΜΤ.

5.11 Σύστημα παρακολούθησης απόδοσης Φωτοβολταϊκού σταθμού

Για την παρακολούθηση της απόδοσης του Φωτοβολταϊκού σταθμού θα εγκατασταθεί σύστημα καταγραφής δεδομένων σύμφωνα με τα οριζόμενα στο Τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών, αποτελούμενο από:

- Αισθητήρα καταγραφής της ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο κλίσης και προσανατολισμού των Φωτοβολταϊκών πλαισίων
- Αισθητήρα καταγραφής της ταχύτητας του ανέμου και της διεύθυνσης του.
- Αισθητήρα καταγραφής της θερμοκρασίας περιβάλλοντος.
- Αισθητήρα καταγραφής των Φωτοβολταϊκών πλαισίων
- Ηλεκτρονικός Υπολογιστής κατάλληλος για τοποθέτηση σε Rack
- Λογισμικό εποπτείας/παρακολούθησης
- Ενεργός δικτυακός εξοπλισμός

5.12 Συστήματα Ασφαλείας

5.12.1 Σύστημα Περιμετρικής Ανίχνευσης παραβίασης περίφραξης:

Για την ασφάλεια του σταθμού θα τοποθετηθεί σύστημα συναγερμού το οποίο θα αποτελείται από ανιχνευτές δέσμης με laser beams που θα αποτρέπει στην είσοδο του σταθμού σε οποιοδήποτε εισβολέα. Σε περίπτωση παραβίασης ή βλαβών θα ειδοποιείται με μήνυμα ο ιδιοκτήτης αλλά και πρόσωπα ή εταιρείες που θα υποδείξει ο Αναθέτων Φορέας. Θα τοποθετηθεί κατάλληλος αριθμός beams ώστε να καλύπτεται περιμετρικά όλο το αγροτεμάχιο. Για τον εξοπλισμό θα προβλεφθεί εγγύηση 2 έτη.

5.12.2 Σύστημα Παρακολούθησης Κλειστού Κυκλώματος Τηλεόρασης CCTV:

Το σύστημα C.C.T.V. θα αποτελείται από σταθερές κάμερες εξωτερικού χώρου και την καταγραφική μονάδα (DVR). Το DVR θα πρέπει να έχει αντίστοιχο πλήθος με το πλήθος των καμερών και σκληρό δίσκο ελάχιστης χωρητικότητας 2 TB. Οι κάμερες θα πρέπει να είναι ανάλυσης τουλάχιστον 2MP και να έχουν δυνατότητα λειτουργίας σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού (υπέρυθρη κάμερα). Οι κάμερες θα είναι εγκατεστημένες σε θέσεις στην περίμετρο του σταθμού, επί του Οικίσκου και η καταγραφική μονάδα θα βρίσκεται εντός του οικίσκου ώστε να συνδέεται με το διαδίκτυο και να είναι εφικτή η πρόσβαση απομακρυσμένα. Θα γίνει τοποθέτηση τουλάχιστον ενός τεμαχίου κάμερας σε κάθε πλευρά που υπάρχει πόρτα εισόδου σε κάποιο διαμέρισμα του Οικίσκου. Οι κάμερες θα πρέπει να τοποθετηθούν σε

κατάλληλο σημείο ώστε να επιτηρούν όλες τις εισόδους πρόσβασης του σταθμού και του οικίσκου και θα καταγράφουν σε όλη την διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται τοπικά στους σκληρούς δίσκους των μονάδων καταγραφής, στις οποίες (μονάδες καταγραφής) θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης απομακρυσμένα μέσω διαδικτύου. Για τον εξοπλισμό θα προβλεφθεί εγγύηση 2 έτη.

5.13 Εργασίες διαμόρφωσης χώρου

Για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού σταθμού θα πραγματοποιηθούν όλες οι απαραίτητες εργασίες διαμόρφωσης του χώρου. Αναφέρονται ενδεικτικά και όχι περιοριστικά οι εξής εργασίες:

- Εκχέρωση του χώρου εγκατάστασης
- Εξομάλυνση του εδάφους

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Περιεχόμενα

1	Φωτοβολταϊκά Πλαίσια	4
2	Solar Inverter	6
3	Στηρικτικό Σύστημα	6
4	Σύστημα Παρακολούθησης	8
4.1	Σύστημα Παρακολούθησης Απόδοσης Φ/Β Σταθμού	10
5	Ηλεκτρικές Καλωδιώσεις (ac / dc / ασθενών ρευμάτων).....	11
5.1	Καλωδιώσεις συνεχούς τάσης (Δίκτυο DC)	16
5.1.1	Οδεύσεις καλωδίων DC	17
5.2	Καλωδιώσεις εναλλασσόμενης τάσης (Δίκτυο AC)	17
5.3	Καλώδιο Εγκατάστασης ασθενών ρευμάτων RJ 45 Cat 6	17
5.3.1	Οδεύσεις ασθενών ρευμάτων	18
6	Προκατασκευασμένος Υποσταθμός 20/0,4 KV	22
6.1	Διατάξεις προστασίας.....	22
6.2	Γενικά	22
6.3	Διαμέρισμα μέσης Τάσης	22
6.4	Διεθνή Πρότυπα.....	23
6.5	Γενικά Ηλεκτρικά Χαρακτηριστικά	23
6.6	Δοκιμές.....	24
6.7	Πεδίο Μέσης Τάσης.....	24
6.7.1	Κυψέλη Εισόδου	24
6.7.2	Κυψέλη Αυτόματου Διακόπτη ΙσχύοςΣφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
6.8	Γενικές απαιτήσεις για τον σχεδιασμό στην κατασκευή πινάκων Μ.Τ.....	24
6.8.1	Εισαγωγή.....	25
6.8.2	Γείωση του πίνακα.....	25
6.8.3	Γείωση του κυκλώματος ισχύος	25
6.9	Μπάρες	26
6.10	Διαμέρισμα Σύνδεσης Καλωδίων	26
6.11	Δοκιμές.....	26
6.11.1	Δοκιμές τύπου.....	26
6.11.2	Δοκιμές σειράς.....	27
6.12	Ποιότητα	27
7	Μετασχηματιστής Ισχύος 1.250 KVA.....	27
7.1	ΓενικάΣφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	

7.2	Κανονισμοί.....	29
7.3	Πυρήνας.....	29
7.4	Τυλίγματα	29
7.5	Συνδέσεις.....	30
7.6	Μονωτικό έλαιο.....	30
7.7	Ικανότητα αντοχής σε βραχυκύκλωμα.....	30
7.8	Δυνατότητα υπέρτασης.....	30
7.9	Βασικός εξοπλισμός Μ/Σ.....	30
7.10	Μέθοδος ψύξης.....	31
7.11	Θερμική προστασία.....	31
7.12	Μεταλλικό κάλυμμα.....	31
8	Πεδίο Χαμηλής Τάσης.....	35
8.1	Σύστημα αδιάλειπτης παροχής UPS.....	35
9	Εύκαμπτοι Πλαστικοί Σωλήνες Βαρέως ΤύπουΣφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
10	Αντικεραυνική Προστασία.....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
11	Σύστημα Γείωσης.....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
12	Περίφραξη.....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
12.1	Προδιαγραφές υλικών περίφραξης.....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
13	Συστήματα Ασφαλείας.....	36
13.1	Σύστημα Περιμετρικής Ανίχνευσης παραβίασης περίφραξης:.....	36
13.2	Σύστημα Παρακολούθησης Κλειστού Κυκλώματος Τηλεόρασης CCTV:.....	36
13.3	Φωτισμός:.....Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
14	Κατασκευή και ολοκλήρωση του έργου.....	37
14.1	Γενικές Αρχές.....	37
14.2	Ειδικές υποχρεώσεις αναδόχου.....	37
14.3	Σύνδεση του σταθμού.....	38
14.4	Αρχείο του έργου.....	38
14.5	Έλεγχος ολοκλήρωσης για οριστική παραλαβή του έργου.....	39
14.6	Έλεγχος ολοκλήρωσης της περιόδου καλής λειτουργίας.....	39
15	Λειτουργία και Συντήρηση Φωτοβολταϊκού Σταθμού.....	40
15.1	Προληπτική Συντήρηση και Λειτουργία Φ/Β Σταθμού.	40
15.2	Λειτουργία Φ/Β Σταθμού.....	41
15.3	Συντήρηση Φ/Β Σταθμού.....	42
15.3.1	Προληπτική Συντήρηση.....	42

15.3.1.1	Φωτοβολταϊκά Πλαίσια:	43
15.3.2	Εργασίες επισκευής βλαβών εκτός προγραμματισμένης συντήρησης.....	48

Εισαγωγή

Το παρόν τεύχος τεχνικών προδιαγραφών αφορά στην προμήθεια, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία τριών (3) φωτοβολταϊκών σταθμών 999,6 kWp έκαστος, μέγιστης συνολικής ισχύος 2.999,8 kWp, οι οποίοι θα συνδεθούν μέσω νέων παροχών μέσης με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ και θα λειτουργούν υπό το καθεστώς του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net metering).

Για την εγκατάσταση των τριών (3) φωτοβολταϊκών σταθμών πρόκειται να αξιοποιηθούν τα εξής γήπεδα/αγροτεμάχια:

- Αγροτεμάχιο 373, Αγροκτήματος Κεραμωτής
- Αγροτεμάχιο 392, Αγροκτήματος Κεραμωτής
- Αγροτεμάχιο 1807, Αγροκτήματος Γέροντα

Επισημαίνεται ότι κατά τον σχεδιασμό των φωτοβολταϊκών σταθμών η στάθμη βραχυκύκλωσης του δικτύου πρέπει να θεωρηθεί ίση με 350 MVA.

1 Φωτοβολταϊκά Πλαίσια

Επισημαίνεται ότι στις παρούσες προδιαγραφές δεν τίθεται συγκεκριμένη απαίτηση για την ονομαστική ισχύ των φωτοβολταϊκών πλαισίων, εφόσον πληρούνται σωρευτικά οι κάτωθι προϋποθέσεις:

- ✓ Η ισχύς του κάθε φωτοβολταϊκού σταθμού είναι μεγαλύτερη από 998,9 kWp και μικρότερη/ίση από 999,6 kWp (το ανώτατο όριο βάσει της οριστικής προσφοράς σύνδεσης του ΔΕΔΔΗΕ).
- ✓ Ο διαθέσιμος χώρος, όπως αυτός παρουσιάζεται στο αντίστοιχο σχέδιο χωροθέτησης, επαρκεί για την εφαρμογή της προτεινόμενης λύσης – τεχνικής προσφοράς.
- ✓ Τα προσφερόμενα φωτοβολταϊκά πλαίσια πληρούν τις προδιαγραφές που ακολουθούν παρακάτω.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια πρέπει να είναι τεχνολογίας half cell ώστε να επιτυγχάνεται βέλτιστη απόδοση των κυψελών και κατ' επέκταση των πλαισίων. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα μεγαλύτερη ονομαστική ισχύ για την ίδια επιφάνεια, μειώνοντας την επίδραση των γειτονικών σκιάσεων.

Τα προσφερόμενα φωτοβολταϊκά πλαίσια πρέπει να είναι αποκλειστικά επίπεδου τύπου, όχι συγκεντρωτικού, χωρίς χρήση ανακλαστήρων, κατόπτρων και συστημάτων αυτόματου προσανατολισμού (trackers).

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα πρέπει είναι πιστοποιημένα κατά IEC 61215, IEC 61730-1 / IEC 61730-2, να είναι κατάλληλα για διάθεση στην Ευρωπαϊκή Ένωση (CE listed). Επιπρόσθετα τα προσφερόμενα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα πρέπει να αντιστοιχούν σε Safety Class II σύμφωνα με το IEC 61730.

Θα πρέπει να παρέχουν κατ'ελάχιστον τις κάτωθι εγγυήσεις.

- ✓ Εγγύηση προϊόντος – κατασκευής τουλάχιστον ίση με 12 έτη.
- ✓ Εγγύηση Απόδοσης ΦΒ πλαισίων: γραμμική, τουλάχιστον στο 97% με το πέρας του πρώτου έτους και 83% με το πέρας των 25 ετών.

Ο οίκος κατασκευής θα είναι πιστοποιημένος κατά ISO 9001 και ISO 14001.

Κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο θα πρέπει να διαθέτει στεγανό τερματικό κυτίο σύμφωνα με τις προδιαγραφές των half cell και n-type cell πλαισίων, που θα είναι σταθερά προσαρτημένο στην οπίσθια πλευρά του

πλαisiού. Τα κυτία αυτά περιέχουν τον Θετικό και τον Αρνητικό πόλο εξόδου αντίστοιχα, που καταλήγουν μέσω καλωδίων σε βύσματα τύπου Multi Contact (MC) και κατ' ελάχιστον 3 διόδους "by pass" για προστασία από ανάστροφα ρεύματα.

Επιπλέον των παραπάνω πρέπει να ικανοποιούνται οι παρακάτω προδιαγραφές:

- Μέγιστη επιτρεπτή τάση συστήματος 1500 V DC.
- Βαθμός απόδοσης φωτοβολταϊκού πλαισιού $\geq 20 \%$.
- Η θερμοκρασία λειτουργίας φωτοβολταϊκού πλαισιού να κυμαίνεται μεταξύ -40°C και 85°C .
- Η ονομαστική απόκλιση ισχύος των φωτοβολταϊκών πλαισίων (W_p) θα πρέπει να είναι αποκλειστικά θετική.
- Βαθμός στεγανότητας από υγρασία και σκόνη στο Junction Box (IP) $\geq \text{IP67}$.
- Όλα τα πλαίσια που θα εγκατασταθούν στον φωτοβολταϊκό σταθμό θα πρέπει να είναι της ίδιας ισχύος και του ίδιου τύπου.
- Μηχανική αντοχή μεταλλικού πλαισιού $\geq 5400 \text{ Pa}$.
- Οι θερμοκρασιακοί συντελεστές των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα πρέπει να είναι τέτοιοι ώστε η επίδραση της θερμοκρασίας στην ισχύ να είναι μικρότερη κατ' απόλυτη τιμή από $0,38 \%/^{\circ}\text{C}$.
- Το πλήθος των διόδων παράκαμψης (bypass diodes) ανά κυτίο σύνδεσης φωτοβολταϊκού πλαισιού πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον 3.

Επιπρόσθετα, θα πρέπει σε όλες τις φάσεις του έργου να τηρούνται τα κάτωθι:

- Πριν την εκτέλεση ηλεκτρολογικών συνδέσεων θα πρέπει να ελέγχεται οπτικά η καλή κατάσταση των καλωδίων των φωτοβολταϊκών πλαισίων.
- Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια κατά την μεταφορά τους από την προστατευτική συσκευασία του κατασκευή προς τις μεταλλικές βάσεις εγκατάστασης θα πρέπει να συγκρατούνται από το μεταλλικό τους πλαίσιο, όχι από τα καλώδιά τους ή από το κυτίο διασύνδεσης.
- Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια δεν θα πρέπει να υπόκεινται σε κανενός είδους κάμψη, στρέψη ή άλλη καταπόνηση ενάντια στις οδηγίες του κατασκευαστή και το εγχειρίδιο καλής εγκατάστασης.
- Απαγορεύεται αυστηρώς η βάδιση, στήριξη και εν γένει μη προβλεπόμενη εφαρμογή φόρτισης επί της προστατευτικής επιφάνειας των φωτοβολταϊκών πλαισίων.
- Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια δεν θα πρέπει να μαρκάρονται με αιχμηρά αντικείμενα.
- Μεταξύ των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα πρέπει να υπάρχει διαθέσιμη ελάχιστη απόσταση ίση με πέντε (5) χιλιοστά (mm) ως προς τη μεγάλη επιφάνεια και πέντε (5) χιλιοστά (mm) ως προς τη μικρή προκειμένου μπορεί να εξυπηρετηθεί η θερμική διαστολή τους.
- Ο τρόπος εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα πρέπει να ακολουθεί τις οδηγίες του κατασκευαστή αναφορικά με την στήριξη τους στις μεταλλικές βάσεις στήριξης.
- Οι ενδιάμεσοι σύνδεσμοι στήριξης (clamps) των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα πρέπει να είναι, σε είδος και αριθμό, κατάλληλοι για την στήριξη των φωτοβολταϊκών πλαισίων και να τοποθετούνται εντός του εύρους που ορίζεται σύμφωνα με το εγχειρίδιο εγκατάστασης του κατασκευαστή.

Θα πρέπει να προσφερθούν επιπλέον δέκα (10) φωτοβολταϊκά πλαίσια για κάθε φωτοβολταϊκό σταθμό για λόγους διαθεσιμότητας, τα οποία θα διατηρούνται σε χώρο που θα υποδείξει η Επιτροπή Παρακολούθησης και Παραλαβής.

2 Σύνδεσμοι MC4 solar connector

Οι σύνδεσμοι τύπου MC4 θα πρέπει να διαθέτουν τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Ονομαστική τάση: 1500 V DC
- IP \geq 67
- Κατάλληλοι για θερμοκρασία λειτουργίας μεταξύ -40°C και +85°C.

3 Solar Inverter

Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια συνδέονται με το ηλεκτρικό δίκτυο μέσω αντιστροφέα (Solar Inverter). Οι αντιστροφέες θα πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες προδιαγραφές για τη χρήση του σε μονάδα ηλεκτροπαραγωγής Φωτοβολταϊκού που προβλέπονται από τον ΔΕΔΔΗΕ για σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Οι τριφασικοί μετατροπείς που θα επιλεγθούν για την εγκατάσταση θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από μέγιστη ισχύ εξόδου αντίστοιχων τιμών. Θα είναι μετατροπείς συστοιχίας (string - inverters), χωρίς μετασχηματιστή απομόνωσης (transformer-less) και σχεδιασμένοι, ώστε να εξυπηρετούν με έτοιμες dc εισόδους τουλάχιστον (2) συστοιχίες (strings) Φωτοβολταϊκών πλαισίων με αντίστοιχου πλήθους ανεξάρτητα mppt trackers (κατ' ελάχιστο έξι). Οι αντιστροφέες θα έχουν τη δυνατότητα παρακολούθησης της αντίστασης μόνωσης των dc κυκλωμάτων, καθώς και δυνατότητα επικοινωνίας με λογισμικό παρακολούθησης της κατασκευάστριας εταιρείας. Η σύνδεση των inverters μεταξύ τους και με το διαδίκτυο θα γίνεται είτε ασύρματα είτε με απευθείας σύνδεση του καλωδίου επικοινωνίας σύμφωνα με το πρωτόκολλο επικοινωνίας που θα χρησιμοποιηθεί.

Το σχέδιο ασφαλείας πρέπει περιλαμβάνει μεταξύ άλλων και σύστημα εντοπισμού βλάβης στοιχειοσειράς με ηλεκτρονικές ασφάλειες και ενσωματωμένη λειτουργία αντικεραυνικής προστασίας επιπέδου T2 (γίνονται αποδεκτοί και inverters με αντικεραυνικά T1+T2 στην dc πλευρά). Οι αντιστροφέες θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από υψηλή απόδοση, η οποία ανέρχεται κατ' ελάχιστον στο 98% και 98,3% για ευρωπαϊκό και μέγιστο βαθμό απόδοσης αντίστοιχα. Δεκτοί γίνονται και inverters με fuseless design with internal overcurrent protection.

Η χρήση τους θα ενδείκνυται τόσο για εσωτερικούς όσο και για εξωτερικούς χώρους, μιας και θα χαρακτηρίζονται από συμπαγή και ανθεκτική κατασκευή, με αδιάβροχες υποδοχές συνδέσμων και ένα εκτεταμένο εύρος θερμοκρασιακής αντοχής από τους -25 °C έως τους +60 °C. Οι αντιστροφέες θα έχουν βαθμό προστασίας IP \geq 66.

Ο αντιστροφέας θα είναι εναρμονισμένος με τα Ελληνικά πρότυπα διασύνδεσης με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ και παρέχει τεκμηριωμένους μηχανισμούς αποφυγής του φαινομένου της νησιδοποίησης κατά το πρότυπο VDE 0126-1-1. Επιπλέον θα φέρει πιστοποίηση συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις του Κανονισμού (ΕΕ) 2016/631 της 14ης Απριλίου 2016 (RfG), κατά EN 50549-1 ή EN 50549-2. Επιπρόσθετα, οι προσφερόμενοι μετατροπείς πρέπει να συμμορφώνονται με τα EN 62109-1 και EN 62109-2.

Ο προσφερόμενος εξοπλισμός θα πρέπει να ικανοποιεί τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΔΕΔΔΗΕ:

1. Ύπαρξη προστασίας απόζευξης μέσω διατάξεων του αντιστροφέα τάσεως DC-AC, έτσι ώστε η εγκατάσταση να αποσυνδέεται σε περίπτωση έλλειψης τάσεως από το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ (αποφυγή φαινομένου νησιδοποίησης), ή όταν η τάση και η συχνότητα του ρεύματος αποκλίνουν των παρακάτω ορίων:

- a) Τάση από +15% έως -20% επί της ονομαστικής τιμής (230V)
- b) Συχνότητα $\pm 0,5$ Hz της ονομαστικής τιμής (50Hz)

Σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων αυτών, ο αντιστροφέας θα τίθεται αυτόματα εκτός λειτουργίας (αυτόματη απόξευση) με τις ακόλουθες χρονικές ρυθμίσεις:

- a) Απόξευση του μετατροπέα σε 0,5 sec
 - b) Επανάξευση του μετατροπέα μετά από 3 min.
2. Total Harmonic Distortion (THD) ρεύματος εξόδου μικρότερο από 3%.
 3. Η μέγιστη τιμή του εγχεόμενου συνεχούς ρεύματος στο ηλεκτρικό δίκτυο είναι μικρότερη του 0,5% της τιμής του ονομαστικού ρεύματος εξόδου του μετατροπέα.

Το σύνολο των παραπάνω τεχνικών χαρακτηριστικών θα πιστοποιούνται από τα αντίστοιχα τεχνικά φυλλάδια που θα υποβληθούν από τον Ανάδοχο.

Η ελάχιστη αποδεκτή εργοστασιακή εγγύηση κατασκευής του προσφερόμενου εξοπλισμού είναι ίση με δέκα (10) έτη. Στα πλαίσια υποβολής Τεχνικής Προσφοράς γίνεται δεκτή πενταετής εργοστασιακή εγγύηση κατασκευής συνοδευόμενη από υπεύθυνη δήλωση του Υποψηφίου Αναδόχου ότι θα κάνει χρήση της δυνατότητας επέκτασης της εγγύησης για επιπλέον πέντε (5) έτη σε περίπτωση ανάληψης της Σύμβασης.

Για την ποιοτική και ποσοτική παραλαβή των αντιστροφών και πριν την έκδοση του πρωτοκόλλου παραλαβής, ο Ανάδοχος θα πρέπει να υποβάλλει στον Αναθέτοντα Φορέα τη δεκαετή εγγύηση.

Το εργοστάσιο προέλευσης του προσφερόμενου εξοπλισμού πρέπει να διαθέτει πιστοποιητικό συστήματος διαχείρισης ποιότητας ISO 9001.

Για λόγους διαθεσιμότητας, θα πρέπει να προσφερθεί επιπλέον ένας (1) αντιστροφέας για κάθε Φωτοβολταϊκό σταθμό, οι οποίοι θα διατηρούνται σε χώρο που θα υποδείξει η Επιτροπή Παρακολούθησης.

Επιπρόσθετα θα πρέπει να εγκατασταθεί και να τεθεί σε λειτουργία το σύστημα τηλεμετρίας των προσφερόμενων solar inverters. Επισημαίνεται ότι το προσφερόμενο inverters μαζί με το σχετικό σύστημα τηλεμετρίας θα πρέπει να φέρουν τη δυνατότητα μόνιμου περιορισμού της μέγιστης εγχεόμενης ισχύος παραγωγής του σταθμού σε ποσοστό ίσο με 73% της εγκατεστημένης ισχύος αυτού, σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 10 του ν.4951/2022.

3.1 Τρόπος εγκατάστασης

Οι αντιστροφείς δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να είναι εκτεθειμένοι σε άμεση ηλιακή ακτινοβολία και η τοποθέτησή τους σε εξωτερικό περιβάλλον θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη όλες τις προδιαγραφές που θέτει ο κατασκευαστής. Η απόσταση περιμετρικά του κάθε αντιστροφέα από άλλους αντιστροφείς ή λοιπά αντικείμενα θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή, όπως αυτές περιγράφονται στο αντίστοιχο εγχειρίδιο εγκατάστασης.

- ☐ Κατά την διάρκεια των εργασιών εγκατάστασης οι αντιστροφείς θα πρέπει να προστατεύονται από ξένα σώματα π.χ. από σκόνη από τη διάνοιξη με τρυπάνι ώστε να μην εισχωρήσει εντός τους ηλεκτρικά αγωγίμη σκόνη που μπορεί να προκαλέσει βλάβη ή κακή λειτουργία.
- ☐ Ο τρόπος έδρασης των μετατροπέων επί των βάσεων στήριξής τους θα πρέπει να συμφωνεί με το εγχειρίδιο καλής εγκατάστασης που παρέχει ο κατασκευαστής τους.

☐ Προς αποτροπή τυχόν υπερθέρμανσης του εξοπλισμού θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι ροή του αέρα γύρω από τους αντιστροφείς δεν εμποδίζεται.

☐ Τυχόν τοποθέτηση του αντιστροφέα υπό κλίση θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι δεν ξεπερνά το ανώτερο επιτρεπτό όριο που θέτει ο κατασκευαστής.

4 Στηρικτικό Σύστημα

Η οριστική επιλογή της μεθόδου έδρασης του στηρικτικού συστήματος θα γίνει κατόπιν δοκιμαστικών εξωλκεύσεων, μετά την ανάληψη του έργου από τον Ανάδοχο.

Λόγω των χαρακτηριστικών του εδάφους προκρίνεται η μέθοδος της μπετόμπηξης μετά τη διάνοιξη οπών με ειδικό διατρητικό μηχάνημα (wagon drill) για τον φωτοβολταϊκό σταθμό που θα εγκατασταθεί στο αγροτεμάχιο 1807. Για τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς που πρόκειται να εγκατασταθούν στα αγροτεμάχια 392 και 373 προκρίνεται η μέθοδος της πασσαλόμπηξης.

Στα πλαίσια της προσφοράς θα γίνεται αναφορά στον τρόπο έδρασης του στηρικτικού που θα επιλεγεί από τον Ανάδοχο για κάθε Φωτοβολταϊκό σταθμό. Θα γίνεται σχετική τεκμηρίωση στην προσφορά, λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες του εδάφους μετά από επιτόπια αυτοψία.

Κατά την υλοποίηση της κατασκευής η πρόταση του Αναδόχου, θα γίνει με την κατάλληλη επιστημονική τεκμηρίωση (στατική και γεωτεχνική μελέτη ή αποτελέσματα Pull out), θα υποβληθεί στην επιβλέπουσα υπηρεσία και θα υλοποιηθεί μόνο κατόπιν έγγραφης έγκρισης αυτής.

Η θεμελίωση των συστοιχιών των Φωτοβολταϊκών πλαισίων θα γίνει σύμφωνα με τις απαιτήσεις σχεδιασμού της εγκατάστασης και θα πρέπει να φέρει επαρκώς όλα τα φορτία της ανωδομής για όλη την διάρκεια ζωής του Φωτοβολταϊκού σταθμού. Η αρχική θέση των συστοιχιών και η γωνία κλίσης δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να διαφοροποιηθεί από την αρχική εγκατάσταση του Φωτοβολταϊκού σταθμού και κατά συνέπεια καθίσταται υποχρεωτική η μηδενική καθίζηση της θεμελίωσης των συστοιχιών.

Η εγκατάσταση των Φωτοβολταϊκών πλαισίων θα πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια ειδικών συγκρατητών (clamps) επιτυγχάνοντας την τέλεια προσαρμογή των πλαισίων με τη μεταλλική κατασκευή. Οι ροπές σύσφιξης θα πρέπει να είναι σύμφωνες με τις τιμές που ορίζει ο κατασκευαστής των βάσεων στήριξης στο εγχειρίδιο εγκατάστασης, και θα γίνουν με ειδικό ροπόμετρο με μέτρηση Nm στο όριο που θέτει ο κατασκευαστής.

Επίσης θα πρέπει στη φάση του σχεδιασμού και της εγκατάστασης των συστημάτων στήριξης και των Φωτοβολταϊκών πλαισίων να ληφθεί μέριμνα για τη συμβατότητα των διαφόρων υλικών του εξοπλισμού αυτού (Φωτοβολταϊκά πλαίσια, συστήματα στήριξης, μηχανικές συνδέσεις μεταξύ τους, κλπ) ώστε να μην εμφανίζονται ηλεκτροχημικές διαβρώσεις καθώς και τη χρήση κατάλληλων υλικών, όπου αυτό είναι απαραίτητο, για την αποφυγή τέτοιων προβλημάτων (χρήση διμεταλλικών επαφών, κ.λ.π.).

Το προτεινόμενο στηρικτικό σύστημα θα πρέπει να συνοδεύεται από εγγύηση έναντι εκτεταμένης διάβρωσης καθώς και εγγύηση στατικής επάρκειας 20 ετών.

Στα πλαίσια υποβολής Τεχνικής Προσφοράς, για το προτεινόμενο στηρικτικό σύστημα θα πρέπει να συνυποβληθεί στατική μελέτη για τα προτεινόμενα χαρακτηριστικά εγκατάστασης, που θα ακολουθεί τις κείμενες διατάξεις, τους ισχύοντες κανονισμούς και τους κατά περίπτωση εφαρμοζόμενους Ευρωκώδικες. Συγκεκριμένα, για τη μελέτη των συστημάτων στήριξης κατ'ελάχιστο και όχι περιοριστικά θα πρέπει να θεωρηθούν τα μόνιμα φορτία, οι θερμοκρασιακές μεταβολές, το φορτίο χιονιού και το φορτίο ανέμου σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες.

Το στηρικτικό σύστημα, μετά την εγκατάσταση του και πριν την ποιοτική και ποσοτική παραλαβή, θα πρέπει να πιστοποιηθεί για τη στατική του επάρκεια από ανεξάρτητο διαπιστευμένο φορέα.

4.1 Γενικά

Τα Φωτοβολταϊκά πλαίσια θα εγκατασταθούν επί σταθερών βάσεων. Η κλίση των πλαισίων θα είναι ίση με 25 ° ως προς το οριζόντιο επίπεδο.

Το προς εγκατάσταση στηρικτικό σύστημα θα είναι εμπορικά διαθέσιμη λύση (όχι ιδιοκατασκευή), και θα συνοδεύεται από στατική μελέτη η οποία θα έχει εκπονηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις των εξής κανονισμών:

- Ευρωκώδικας 1 (EN 1991-1-4): Βασικές αρχές σχεδιασμού και δράσεις στις κατασκευές
- Ευρωκώδικας 3 (EN 1993-1-1): Σχεδιασμός κατασκευών από χάλυβα
- Ευρωκώδικας 9 (EN 1999): Σχεδιασμός κατασκευών από αλουμίνιο
- ΕΑΚ 2000: Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός

Το στηρικτικό σύστημα θα είναι είτε από προφίλ αλουμινίου, είτε από χαλύβδινα στοιχεία, γαλβανισμένα εν θερμώ.

Θα εγκατασταθούν δύο πλαίσια στις βάσεις κατά μήκος του κατακόρυφου άξονα με τη μεγάλη τους διάσταση κατακόρυφα (portrait).

Τα σημεία στήριξης των ΦΒ πλαισίων θα είναι σύμφωνα το εγχειρίδιο του κατασκευαστή ώστε να επιτυγχάνεται μέγιστη αντοχή σε ανεμοπιέσεις.

4.2 Μέθοδος έδρασης

Για την επιλογή της βέλτιστης μεθόδου έδρασης του στηρικτικού συστήματος, ο Ανάδοχος θα πρέπει πριν την έναρξη της κατασκευής, να πραγματοποιήσει δοκιμαστικές εξολκεύσεις (pull-out tests). Οι δοκιμές θα γίνουν με τη μέθοδο της έμπηξης πασσάλων και της εξόλκευσης αυτών.

Μέσω των συμπερασμάτων από τις δοκιμές αυτές και των δυνάμεων που θα μετρηθούν εξάγονται τα σχετικά συμπεράσματα. Αποκλειστικά υπεύθυνος για την αξιολόγηση των συμπερασμάτων είναι ο Ανάδοχος. Η αξιολόγηση αυτή θα πρέπει να παραδοθεί εν συνεχεία σε συνδυασμό με τις απαιτούμενες δυνάμεις που προκύπτουν από τη στατική μελέτη του προτεινόμενου στηρικτικού συστήματος.

Τα αποτελέσματα των δοκιμών θα πρέπει να συμπεριλαμβάνουν κατ' ελάχιστον τα ακόλουθα:

- Αγροτεμάχιο πραγματοποιούμενων δοκιμών
- Συντεταγμένες
- Θέση
- Μορφή εδάφους
- Επιφάνεια
- Θερμοκρασία κατά τη διάρκεια των δοκιμών (°C)
- Κατάσταση εδάφους (υγρό/ξηρό)
- Συνολικός αριθμός πασσάλων
- Μορφή πασσάλων (μήκος, μορφή, υλικό, διαστάσεις σε τομή)
- Διάρκεια όπου έμειναν οι πάσσαλοι στο έδαφος πριν πραγματοποιηθούν οι δοκιμές (ημέρες)
- Εταιρία και ανοχή ζυγού

➤ Πίνακας αποτελεσμάτων:

Θέση	Δοκιμή	Μήκος πασσάλου	Βάθος έμπτυξης	Kgf (kilogram force)		kN	
				Min	Max	Min	Max
.....

Οι πάσσαλοι θα πρέπει να παραμείνουν στο έδαφος κατ' ελάχιστον 15 ημέρες πριν γίνουν οι δοκιμές, εφόσον απαιτηθεί από τα χαρακτηριστικά του υποστρώματος του εδάφους.

Οι δοκιμές θα γίνουν με τη χρήση σκαπτικού μηχανήματος και τη χρήση ζυγού που θα κάνει τη σχετική μέτρηση.

Το πλήθος των δοκιμών θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον 4, και θα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό του εδάφους. Σε περίπτωση όπου το έδαφος δεν είναι ομοιογενές θα απαιτηθούν επιπρόσθετες δοκιμές.

Οι πάσσαλοι οι οποίοι τελικώς θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει σίγουρα να έχουν χρησιμοποιηθεί και στις δοκιμές εξόλκευσης.

Για να θεωρηθούν επιτυχή τα αποτελέσματα των δοκιμών θα πρέπει να επιτευχθούν κατ' ελάχιστον οι δυνάμεις που θα υπαγορεύονται από τη στατική μελέτη του στηρικτικού.

Σε περίπτωση που είτε οι δυνάμεις δεν επιτευχθούν, είτε η πασσαλόμπτυξη δεν είναι εφικτή (βραχώδες έδαφος) θα πρέπει να επιλεγεί κατάλληλη μέθοδος έδρασης (μπετόμπτυξη).

Απαιτείται φωτογραφική τεκμηρίωση της διενέργειας των δοκιμών η οποία θα συνυποβληθεί με τα αποτελέσματα.

Τουλάχιστον 7 ημέρες πριν την πραγματοποίηση των δοκιμών θα πρέπει ο Ανάδοχος να ενημερώσει εγγράφως την Επιτροπή Παρακολούθησης ώστε να παρευρεθεί στις δοκιμές αν το κρίνει σκόπιμο.

5 Σύστημα Γείωσης

Το κύριο σύστημα γείωσης κάθε Φωτοβολταϊκού σταθμού θα αποτελείται από την περιμετρική γείωση που θα δημιουργεί βρόγχους και θα συνδέει άμεσα όλες τις σειρές του στηρικτικού μέσω κατάλληλων προδιαγραφόμενων ειδικών τεμαχίων.

Η προστασία έναντι έμμεσης επαφής θα περιλαμβάνει κατάλληλη μόνωση των ενεργών αγωγών και γείωση των εκτεθειμένων αγώγιμων μερών του εξοπλισμού στο σύστημα γείωσης και ισοδυναμικής προστασίας του Φωτοβολταϊκού σταθμού.

Σε κάθε ανεξάρτητη σειρά βάσεων στήριξης θα αφεθούν αναμονές από τον περιμετρικό βρόχο γείωσης με σύνδεσμο αγωγού. Η σύνδεση θα πραγματοποιείται με τη χρήση ανοξείδωτου μονού σφιγκτήρα και συνδέσμου γεφύρωσης μεταλλικών επιφανειών.

Από τον εξωτερικό περιμετρικό βρόχο θα πρέπει να προβλεφθούν οι αναμονές για την σύνδεση της περίφραξης και όλων των περιμετρικών μεταλλικών στοιχείων (π.χ. ιστοί φωτισμού, ιστοί καμερών κτλ).

Ιδιαίτερη μερίμνα θα πρέπει να ληφθεί κατά την επιλογή των υλικών της γείωσης ώστε να μην εμφανίζονται φαινόμενα ηλεκτροχημικών διαβρώσεων.

5.1 Γενικά

Ο Ανάδοχος, μετά την ανάληψη του έργου, οφείλει να εκπονήσει και να παραδώσει μελέτη γείωσης για κάθε Φωτοβολταϊκό σταθμό. Το σύνολο των υλικών που θα περιλαμβάνεται στη μελέτη γείωσης θα πρέπει να είναι πιστοποιημένα σύμφωνα με το πρότυπο:

- IEC 62561 – 01 & 02:2018 Earthing requirements for lightning protection system components

Ο Ανάδοχος του έργου θα πρέπει να μετρήσει την αντίσταση γείωσης του περιμετρικού βρόχου με δύο διαφορετικές μετρήσεις με τη μέθοδο του εκτεταμένου γειωτή ώστε να ικανοποιείται η απαίτηση για την αντίσταση $< 1 \Omega$. Σε περίπτωση που η τιμή δεν είναι εντός ορίων θα πρέπει να τοποθετηθούν επιπλέον ηλεκτρόδια.

Όπως προαναφέρθηκε, λόγω των χαρακτηριστικών του εδάφους προκρίνεται η μέθοδος της μπετόμπεξης μετά τη διάνοιξη οπών με ειδικό διατρητικό μηχάνημα (wagon drill) για τους Φωτοβολταϊκούς σταθμούς που θα εγκατασταθούν στα γήπεδα με κωδικό θέσης KZN98_E1 και KZN98_E2. Για τον Φωτοβολταϊκό σταθμό που πρόκειται να εγκατασταθεί στο αγροτεμάχιο Αιανής 2091 προκρίνεται η μέθοδος της πασσαλόμπεξης.

Για τους φωτοβολταϊκούς σταθμούς που πρόκειται να εγκατασταθούν στα αγροτεμάχια 392 και 373 το σύστημα γείωσης θα αποτελείται από (i) την περιμετρική γείωση του Φωτοβολταϊκού σταθμού που πραγματοποιείται με χαλύβδινη επιψευδαργυρωμένη εν θερμώ ταινία $30 \times 3,5 \text{ mm St/tZn}$. Η ταινία θα πρέπει να εγκατασταθεί με τη μεγάλη επιφάνεια κάθετα στο έδαφος. Για την συγκράτηση της ταινίας με τη μεγάλη επιφάνεια κάθετα στο έδαφος θα χρησιμοποιηθούν κατάλληλα εξαρτήματα – στηρίγματα από St/tZn ανά περίπου 2 μέτρα. Η ταινία θα εγκατασταθεί σε χαντάκι βάθους περί τα 0,5 μέτρα και πλάτους περί τα 0,5 μέτρα. και (ii) τη θεμελιακή γείωση του Υποσταθμού XT/MT που πραγματοποιείται με εγκιβωτισμένη ταινία St/tZN $30 \times 3,5 \text{ mm}$ στη βάση αυτού. Τα συστήματα θα είναι διασυνδεδεμένα μεταξύ τους στη μπάρα γείωσης του Υποσταθμού.

Για τον φωτοβολταϊκό σταθμό που θα εγκατασταθεί στο αγροτεμάχιο 1807, το σύστημα γείωσης θα αποτελείται από (i) την περιμετρική γείωση του Φωτοβολταϊκού σταθμού που πραγματοποιείται με χαλύβδινο επιχαλκωμένο (St/eCu) αγωγό γείωσης $\Phi 8 \text{ mm}$ και (ii) τη θεμελιακή γείωση του Υποσταθμού XT/MT που πραγματοποιείται με εγκιβωτισμένη ταινία St/tZN $30 \times 3,5 \text{ mm}$ στη βάση αυτού. Το βάθος εγκατάστασης του αγωγού δε θα πρέπει να είναι μικρότερο από 0,5 m και δε θα πρέπει να γειτνιάζει με μονωτικά υλικά (π.χ. καλώδια). Τα συστήματα θα είναι διασυνδεδεμένα μεταξύ τους στη μπάρα γείωσης του Υποσταθμού.

Σε περίπτωση που κατά την μελέτη εφαρμογής του οριστικού αναδόχου, τροποποιηθεί η μέθοδος έδρασης για οποιονδήποτε εκ των τριών Φωτοβολταϊκών σταθμών, τότε στην μελέτη γείωσης που προαναφέρθηκε θα πρέπει να συμπεριλάβει τα χαρακτηριστικά του προτεινόμενου εξοπλισμού ώστε να μην εμφανίζονται φαινόμενα ηλεκτροχημικών διαβρώσεων.

Όλα τα υλικά γείωσης θα πρέπει να είναι πιστοποιημένα κατά EN62561. Οι δοκιμές καθώς και η πιστοποίηση του εξοπλισμού θα πρέπει να έχουν πραγματοποιηθεί σε διαπιστευμένο εργαστήριο κατά ISO 17025.

6 Σύστημα αντικεραυνικής προστασίας

Η μελέτη και ο σχεδιασμός του Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας της προστασίας από υπερτάσεις και του συστήματος γείωσης του δικτύου συνεχούς ρεύματος θα πραγματοποιηθεί, από τον Ανάδοχο μετά την ανάληψη του έργου, σύμφωνα με τα ακόλουθα πρότυπα ή ισοδύναμα αυτών:

- Ελληνικό / Ευρωπαϊκό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305-01: 2010, “Αντικεραυνική προστασία - Μέρος 1: Γενικές αρχές”.

- Ελληνικό / Ευρωπαϊκό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305-02: 2010, “Αντικεραυνική προστασία - Μέρος 2: Διαχείριση διακινδύνευσης”.
- Ελληνικό / Ευρωπαϊκό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305-03: 2011, “Αντικεραυνική προστασία - Μέρος 3: Φυσική βλάβη σε δομές και κίνδυνος για τη ζωή”.
- Ελληνικό / Ευρωπαϊκό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305-04: 2011, “Αντικεραυνική προστασία -Μέρος 4: Ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά συστήματα εντός δομών”.
- Διεθνές Πρότυπο IEC 61643 – 12, “Low voltage surge protective devices – Part 12: SPDs connected to low voltage power distribution systems – Selection and application principles”.
- Διεθνές Πρότυπο IEC 61643 – 22, “Low voltage surge protective devices – Part 22: SPDs connected to telecommunication and signaling networks – Selection and application principles”.

Ο σχεδιασμός του Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας (ΣΑΠ) των Φωτοβολταϊκών σταθμών θα πραγματοποιηθεί βάσει της σειράς προτύπων ΕΛΟΤ EN 62305 (2006). Η στάθμη αντικεραυνικής προστασίας (Lightning Protection Level - LPL) θα πρέπει να προσδιοριστεί μετά από ανάλυση κινδύνου (risk assessment) σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305-02, για τις στάθμες προστασίας που ορίζονται στο ΕΛΟΤ EN 62305-01. Σε κάθε περίπτωση η κατασκευή ΣΑΠ και η στάθμη που θα προταθεί θα πρέπει να είναι πλήρως αιτιολογημένη βάση μελέτης ανάλυσης κινδύνου και σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με στάθμη επιπέδου IV. Το σύνολο των υλικών του ΣΑΠ θα πρέπει να προέρχεται από έναν προμηθευτή.

Θα εγκατασταθεί εξωτερικό σύστημα αντικεραυνικής προστασίας για το οποίο ο ανάδοχος μπορεί να επιλέξει το συλλεκτήριο σύστημα προστασίας με την προϋπόθεση ότι ικανοποιούνται όλες οι απαιτήσεις που θέτουν τα πρότυπα που παρουσιάζονται στο συγκεκριμένο Τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών. Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στο εξωτερικό ΣΑΠ θα είναι ανθεκτικά στις ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις και τη θερμική και μηχανική καταπόνηση που επιφέρει το ρεύμα του κεραυνού, χωρίς να παρουσιάσουν βλάβες ή αλλοιώσεις. Ομοίως θα διασφαλιστεί η ανθεκτικότητα έναντι διάβρωσης μέσω της επιλογής κατάλληλων υλικών και της διαστασιολόγησης των επιμέρους συνιστωσών του ΣΑΠ. Το συλλεκτήριο σύστημα και οι αγωγοί καθόδου μπορεί να είναι γενικά κατασκευασμένοι από τα ακόλουθα υλικά (κατά ΕΛΟΤ EN 62305.03): επικασσιτερωμένος χαλκός, θερμά γαλβανισμένος χάλυβας, ανοξείδωτος χάλυβας, αλουμίνιο. Εξαρτήματα από αλουμίνιο δεν θα τοποθετηθούν εντός του εδάφους ή σκυροδέματος.

Ιδιαίτερη μέριμνα θα ληφθεί για την αποφυγή της διάβρωσης στα σημεία όπου ενώνονται διαφορετικού τύπου υλικά. Θα αποφευχθεί η επαφή μεταξύ υλικών από χαλκό και γαλβανισμένων επιφανειών ή υλικών από αλουμίνιο. Στην περίπτωση που η σύνδεση μεταξύ διαφορετικών υλικών είναι αναγκαία, θα γίνει χρήση διμεταλλικών ελασμάτων σε συνδέσεις εκτός του εδάφους και ανοξείδωτων εξαρτημάτων σε συνδέσεις εντός του εδάφους ή του σκυροδέματος. Σε σημεία όπου ο κίνδυνος διάβρωσης είναι αυξημένος (σημεία εισόδου στο έδαφος ή το σκυρόδεμα), οι συνδέσεις πρέπει να προστατεύονται με κατάλληλα μέσα.

Τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του ΣΑΠ θα πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις των προτύπων:

- Διεθνές Πρότυπο IEC/EN 62561 - 1 “Lightning Protection Components (LPC), Part 1: Requirements for connection components” (αντικαθιστά το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 50164 – 1).
- Διεθνές Πρότυπο IEC/EN 62561 – 2 “Lightning Protection Components (LPC), Part 2: Requirements for conductors, and earth electrodes”. (αντικαθιστά το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 50164– 2).
- Διεθνές Πρότυπο IEC/EN 62561 – 3 “Lightning Protection Components (LPC), Part 3: Requirements for isolating spark gaps”. (αντικαθιστά το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 50164 – 3).
- Διεθνές Πρότυπο IEC/EN 62561 – 4 “Lightning Protection Components (LPC), Part 4: Requirements for conductors fasteners”. (αντικαθιστά το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 50164 – 4).

- Διεθνές Πρότυπο IEC/EN 62561 – 5 “Lightning Protection Components (LPC), Part 5: Requirements for earth electrodes inspection housings and earth electrodes seals”. (αντικαθιστά το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 50164 – 5).
- Διεθνές Πρότυπο IEC/EN 62561 – 6 “Lightning Protection Components (LPC), Part 6: Requirements for lightning strike counters”. (αντικαθιστά το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 50164 – 6).
- Διεθνές Πρότυπο IEC/EN 62561 – 7 “Lightning Protection Components (LPC), Part 7: Requirements for earth enhancing compounds”. (αντικαθιστά το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 50164 – 7).
- Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 61643 – 11, “Low voltage surge protective devices – Part 11: SPDs connected to low voltage power distribution systems – Performance requirements and testing methods”.
- Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 61643 – 21, “Low voltage surge protective devices – Part 22: SPDs connected to telecommunication and signaling networks – Performance requirements and testing methods”.

6.1 Απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων

6.1.1. Απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων T1+2

Οι απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων θα πρέπει να διαθέτουν ικανότητα παροχέτευσης κρουστικού ρεύματος I_{imp} σε κυματομορφή 10/350 μ s και I_{max} 8/20 μ s. Θα πρέπει επίσης να περιορίζουν την τάση που θα μπορεί να εμφανιστεί στα άκρα του τροφοδοτούμενου ηλεκτρικού εξοπλισμού (τάση ή κατώφλι προστασίας U_p), ώστε να μην υπερβαίνει το 1,1 kV μεταξύ φάσης και γης. Η ονομαστική τάση λειτουργίας θα πρέπει να είναι 230 V και η μέγιστη παροδική υπέρταση (TOV-temporary overvoltage) που μπορεί να εμφανιστεί στα άκρα του απαγωγού να είναι 337 V. Θα πρέπει να διαθέτουν πιστοποιητικό δοκιμών, σύμφωνα με τα διεθνή και Ευρωπαϊκά πρότυπα IEC 61643-11 και EN 61643-11.

Οι απαγωγοί υπερτάσεων θα πρέπει να τοποθετηθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να διασφαλίζεται ότι το μήκος του καλωδίου γείωσης από το αντικεραυνικό έως την κλέμμα γείωσης είναι μικρότερο από 15 cm.

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Αριθμός Πόλων	1
Σύστημα γείωσης	TNS-TNC-TT
Ονομαστική τάση δικτύου, U_N (L-N/L-L)	230 V, 45-65 Hz
Κρουστικό ρεύμα παροχέτευσης ανά πόλο I_{imp} , "class I" test, (10/350 μ s), 1P	12,5 kA
Μέγιστο ρεύμα παροχέτευσης ανά πόλο I_{max} , "class II" test, (8/20 μ s), 1P	80 kA
Τάση προστασίας (κατώφλι) U_p	1,1 kV
Στοιχείο προστασίας	Βαρίστορ (MOV)
Διατομή καλωδίων	25 mm ² πολύκλωνοι και 35 mm ² μονόκλωνοι
Βαθμός προστασίας	IP 20
Πρότυπα	EN 61643-11, IEC 64643-11

7 Σύστημα παρακολούθησης φωτοβολταϊκών σταθμών

Θα πρέπει να εγκατασταθεί κατάλληλο ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής δεδομένων στον χώρο του Οικίσκου. Το σύστημα εποπτείας, ελέγχου και συλλογής μετρήσεων των αντιστροφών, θα αποτελείται από μονάδες συλλογής, επεξεργασίας και αποθήκευσης των πληροφοριών από τα αισθητήρια και μετρητικά όργανα και όργανα ελέγχου που βρίσκονται εγκατεστημένα τοπικά (μπορεί να είναι και ενσωματωμένα στον Εξοπλισμό). Η μονάδα αυτή καταγράφει, αποθηκεύει, μεταδίδει και απεικονίζει τα δεδομένα παραγωγής των αντιστροφών και κάθε Φωτοβολταϊκού σταθμού συνολικά, αδιάλειπτα επί 24ώρου βάσεως. Τα δεδομένα αυτά είναι ενδείξεις, σημάνσεις και λειτουργικά μεγέθη.

Τα δεδομένα που θα συλλέγονται και θα καταγράφονται από το Σύστημα Τηλεμετρίας είναι τουλάχιστον τα ακόλουθα:

- ➔ Τάση, Ένταση και Ισχύς εισόδου κάθε Αντιστροφέα
- ➔ Ένταση κάθε String
- ➔ Riso σε κάθε Αντιστροφέα
- ➔ Τάση για κάθε φάση κάθε Αντιστροφέα
- ➔ Ισχύς Εξόδου κάθε Αντιστροφέα
- ➔ Συχνότητα εναλλασσόμενου ρεύματος κάθε Αντιστροφέα
- ➔ Συνολική παραγόμενη ενέργεια κάθε Αντιστροφέα
- ➔ Συνολικός χρόνος λειτουργίας κάθε Αντιστροφέα
- ➔ Συνολική Ισχύς και Παραγόμενη Ενέργεια του Σταθμού πριν τον μετρητή του ΔΕΔΔΗΕ
- ➔ Ταχύτητα ανέμου
- ➔ Θερμοκρασία περιβάλλοντος
- ➔ Θερμοκρασία Φωτοβολταϊκών πλαισίων
- ➔ Ηλιακή ακτινοβολία στο επίπεδο των Φωτοβολταϊκών πλαισίων
- ➔ Υπολογισμός του Performance Ratio του Φωτοβολταϊκού σταθμού

Η διαδικτυακή πλατφόρμα παρακολούθησης των δεδομένων θα παρέχει απομακρυσμένη παρακολούθηση της εγκατάστασης παρουσιάζοντας τα συλλεγμένα δεδομένα σε προ διαμορφωμένες πρότυπες σελίδες. Για την μέτρηση ορισμένων των παραπάνω μεγεθών απαιτείται πέραν της κεντρικής μονάδας καταγραφής, αποθήκευσης και απεικόνισης μετρήσεων μετεωρολογικός σταθμός ο οποίος θα περιέχει κατ' ελάχιστο τα κάτωθι μετρητικά όργανα:

- ➔ 1 τεμάχιο αισθητήρα (πυρανόμετρο) για την καταγραφή της ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο κλίσης και προσανατολισμού (plane of array) των Φωτοβολταϊκών πλαισίων.
- ➔ 1 τεμάχιο αισθητήρα καταγραφής της ταχύτητας του ανέμου και της διεύθυνσης του.
- ➔ 1 τεμάχιο αισθητήρα καταγραφής της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.
- ➔ 1 τεμάχιο αισθητήρα καταγραφής της θερμοκρασίας των Φωτοβολταϊκών πλαισίων.

Ο εξοπλισμός στο σύνολό του θα πρέπει να έχει κατ'ελάχιστο εγγύηση 2 ετών, προστασία IP 65 και όλα τα μετρητικά όργανα θα πρέπει να είναι συμβατά με την κεντρική μονάδα καταγραφής των μετεωρολογικών παραμέτρων. Η κεντρική μονάδα θα πρέπει να έχει την δυνατότητα αδιάλειπτης αποθήκευσης των δεδομένων έτσι ώστε να επιτρέπει την συνεχή ανάλυση τους για την παρακολούθηση της απόδοσης κάθε Φωτοβολταϊκού σταθμού και παράλληλα να είναι δυνατή η εξαγωγή τους (των δεδομένων) σε αρχεία επεξεργασίμης μορφής (π.χ .csv, .xls κ.α.). Θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι η κεντρική μονάδα του μετεωρολογικού σταθμού μπορεί να συνδεθεί/συνεργαστεί απολύτως με το σύστημα τηλεμετρίας των

αντιστροφών ισχύος (DC/AC inverters) και ότι παρέχει την δυνατότητα παρακολούθησης όλων των παραμέτρων μέτρησης των αισθητήρων οποιαδήποτε στιγμή και από οπουδήποτε μέσω διαδικτύου.

7.1 Σύστημα παρακολούθησης απόδοσης Φωτοβολταϊκού σταθμού

Το λογισμικό των συστημάτων εποπτείας και ελέγχου πρέπει να είναι κατάλληλο για την επεξεργασία και παρουσίαση των συλλεγόμενων μετρήσεων και πρέπει να ικανοποιεί κατ' ελάχιστο τις παρακάτω απαιτήσεις:

- ➔ Να λειτουργεί σε περιβάλλον Windows και να είναι ιδιαίτερα φιλικό προς τον χρήστη.
- ➔ Να παρέχει την Δυνατότητα παραγωγής κατάλληλων αναφορών (report), και αποστολής τους σε κατάλληλη μορφή αρχείου (.pdf, .xls, .html, κλπ.) σε προγραμματιζόμενα χρονικά διαστήματα, καθώς επίσης και η αποστολή μηνυμάτων συμβάντων (π.χ. βλαβών, δυσλειτουργιών, ενεργοποίηση του συστήματος πυρανίχνευσης, κ.τ.λ.).
- ➔ Να παρουσιάζει ημερήσιες, μηνιαίες και ετήσιες τιμές των παραμέτρων.
- ➔ Να υπολογίζει Μέσους όρους, Αθροίσματα, Μέγιστες και ελάχιστες τιμές και την ώρα εμφάνισής τους για διαστήματα ημέρας, μήνα και έτους και για επιλεγόμενο χρονικό διάστημα.
- ➔ Να δημιουργεί γραφήματα για όλες τις μετρούμενες παραμέτρους.
- ➔ Να υπάρχει η δυνατότητα πολλαπλών γραφικών στο ίδιο γράφημα.
- ➔ Να υπάρχει η δυνατότητα καθορισμού από τον χρήστη της αρχικής μέρας από τη οποία θα αρχίζουν όλοι οι υπολογισμοί (μέσοι όροι, μέγιστα, ελάχιστα κ.τ.λ.).
- ➔ Να υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης σε αρχεία των παρουσιαζόμενων πινάκων και των γραφημάτων για την εισαγωγή σε άλλα στατιστικά πακέτα.
- ➔ Να υπάρχουν επίπεδα ασφάλειας μέσω κωδικών πρόσβασης.
- ➔ Να επιτρέπει την εμφάνιση πολλών παραθύρων ταυτόχρονα.
- ➔ Να επιτρέπει επιλογή των στοιχείων που επιθυμεί ο χρήστης να εκτυπωθούν.
- ➔ Να εμφανίζεται η ενεργειακή παραγωγή από τους Φωτοβολταϊκούς σταθμούς και το ενεργειακό αποτύπωμα (carbonfootprint).

Ο Η/Υ του τοπικού συστήματος εποπτείας και ελέγχου πρέπει να διαθέτει τα ακόλουθα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά και θα προσφέρεται από τον Ανάδοχο ως μία ενιαία σύνθεση, έτοιμη προς εγκατάσταση και λειτουργία, με κεντρικό λειτουργικό περιβάλλον Windows 10 ή ισοδύναμο.

Τα χαρακτηριστικά του θα είναι

- ➔ Τύπος: για τοποθέτηση σε Rack (1U)(θα πρέπει τόσο ο Υπολογιστής όσο και η οθόνη να μπορούν να ενσωματωθούν σε πίνακα και στα πεδία χαμηλής τάσης του οικίσκου– τύπου rack)
- ➔ Ένας (1) Επεξεργαστής τύπου Intel Core i3 ή καλύτερο
- ➔ Μνήμη (RAM): 8 GB / DDR4-2400 MHz
- ➔ Σκληρός Δίσκος (Hard disk drives): 1TB SSD
- ➔ Ethernet: Dual 10/100/1000 Mbps Ethernet
- ➔ Να εξασφαλίζεται ο σωστός αερισμός και ψύξη των υποσυστημάτων του υπολογιστή.
- ➔ Οθόνη: LCD 19'' με ποντίκι και πληκτρολόγιο για Rack
- ➔ I/O ports: USB 2x

Το λογισμικό με το οποίο θα είναι εξοπλισμένος κάθε Η/Υ πρέπει να παρέχει την δυνατότητα για On Line εποπτεία και έλεγχο των Φωτοβολταϊκών σταθμών όπως περιγράφηκε ανωτέρω. Η λειτουργία των Φωτοβολταϊκών σταθμών και του σταθμών μέτρησης των μετεωρολογικών συνθηκών δεν θα πρέπει να εξαρτάται από την κατάσταση στην οποία θα βρίσκεται ο Η/Υ του κάθε τοπικού συστήματος εποπτείας και ελέγχου (ανοικτός, κλειστός, υπό βλάβη κ.λ.π.).

Σε κάθε περίπτωση η κεντρική μονάδα του Η/Υ που θα εγκατασταθεί σε διαμέρισμα του Τερματικού σταθμού των Φωτοβολταϊκών σταθμών θα πρέπει να διαθέτει τις προδιαγραφόμενες θερμοκρασιακές περιοχές λειτουργίας.

Επιπλέον θα πρέπει να υπάρχει λογισμικό για την απεικόνιση των μετρητικού εξοπλισμού των ψηφιακών πολυοργάνων και να εγκατασταθεί στον Η/Υ. Το λογισμικό θεωρείται απαραίτητο για τον υπολογιστή.

8 Ηλεκτρικές Καλωδιώσεις (ac / dc / ασθενών ρευμάτων)

Οι διατομές όλων των καλωδιώσεων στα κυκλώματα ισχύος, θα πρέπει να είναι κατάλληλες ώστε να φέρουν το ονομαστικό ρεύμα του φορτίου εντός των επιτρεπτών ορίων πτώσης τάσης. Ο υπολογισμός των διατομών πρέπει να γίνει σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα και τους ισχύοντες κανονισμούς.

Όλα τα προσφερόμενα καλώδια θα πρέπει να είναι κατάλληλα για διάθεση στην Ευρωπαϊκή Ένωση (σήμανση CE).

8.1 Καλωδιώσεις συνεχούς τάσης (Δίκτυο DC)

Για την ηλεκτρολογική διασύνδεση σύνδεση των φωτοβολταϊκών πλαισίων σε στοιχειοσειρές και εν συνεχεία με τον αντιστροφέα θα γίνει χρήση του ειδικού προς αυτή την εφαρμογή καλωδίου. Το καλώδιο θα είναι ειδικού τύπου καλωδίων solar type, σύμφωνα με το πρότυπο H1Z2Z2-K για λειτουργία με ονομαστική τάση 1500V. Το καλώδιο να είναι εύκαμπτο, άφλεκτο και να έχει προδιαγραφές προστασίας από την υπεριώδη ακτινοβολία (UV), στο όζον και στην λειτουργία σε υψηλές θερμοκρασίες. Η πολικότητα των καλωδίων θα είναι αναγνωρίσιμη όπως και τα σημεία σύνδεσής τους στις ηλεκτρικές συσκευές του Φ/Β συστήματος.

Τα καλώδια solar θα πρέπει να έχουν υψηλή πυραντίσταση και χαμηλή τοξικότητα στις εκπομπές καπνού. Επίσης να λειτουργούν σε εκτεταμένη περιοχή θερμοκρασιών (- 40 / +120 °C) και να έχουν βελτιωμένη συμπεριφορά έναντι τριβής.

Οι αγωγοί των καλωδίων να είναι κατασκευασμένοι από επικασσιτερωμένο, λεπτοπολύκλωνο αγωγό χαλκού, η μόνωση από δικτυωμένο ειδικό ελαστομερές, με ανθεκτικότητα σε θερμότητα και όζον, και ο μανδύας από θερμοανθεκτικό, δικτυωμένο ειδικό ελαστομερές μείγμα, ανθεκτικό στο όζον, στην υπεριώδη (UV) ακτινοβολία, στα ορυκτέλαια και στα χημικά.

Τα καλώδια είναι εναρμονισμένα με την Ευρωπαϊκή οδηγία 73/23/EEC και ακολουθούν πιστοποίηση κατά IEC 60216 ή άλλο αντίστοιχο, η κλάση προστασίας είναι: protection class II και τάση μόνωσης μεγαλύτερη από τη μέγιστη αναμενόμενη.

Ο αρνητικός πόλος της στοιχειοσειράς θα γίνει με καλώδιο μαύρου χρώματος και ο θετικός με κόκκινο. Κατά την ένωση των Φ/Β πλαισίων μεταξύ τους, τα περισσευούμενα καλώδια, θα μαζεύονται και στεριώνονται σε σταθερό σημείο με κατάλληλο στήριγμα, έτσι ώστε να μην είναι τεντωμένα αλλά κατά την ταλάντευσή τους να μην ακουμπούν τα Φ/Β πάνελ. Σε περίπτωση χρήσης δεματικών ταινιών για την στήριξη των καλωδίων, τότε αυτές θα πρέπει να έχουν ειδική έγκριση για αντοχή σε ακτινοβολία UV. Σε καμία περίπτωση δεν θα χρησιμοποιηθούν λευκά δεματικά ή δεματικά χωρίς ειδική έγκριση σε εξωτερικούς ή εκτεθειμένους στην ηλιακή ακτινοβολία χώρους. Η άκρη κάθε καλωδίωσης θα πρέπει να φέρει ένδειξη της ονομασίας της με τυπωμένη θερμοσυστελλόμενη κυλινδρική ετικέτα ή ειδικό εξάρτημα με κατάλληλη αρίθμηση. Η θερμοσυστελλόμενη ετικέτα θα πρέπει να είναι κατάλληλη για εξωτερική χρήση (αντοχή στη διάβρωση από UV, υγρασία και θερμοκρασία). Επίσης θα πρέπει να φέρει ετικέτα με την προειδοποιητική ένδειξη για την αποφυγή αποσύνδεσης υπό φορτίο όπως ορίζουν τα πρότυπα. Οι σύνδεσμοι πλαισίων-στοιχειοσειρών που θα χρησιμοποιηθούν για την ηλεκτρική σύνδεση των Φ/Β πλαισίων με τους αντιστροφείς θα πρέπει να είναι του ίδιου τύπου με αυτούς του Φ/Β πλαισίου σε ικανοποίηση του προτύπου 62446:2016.

8.1.1 Οδεύσεις καλωδίων DC

Η όδευση των καλωδίων από τα Φ/Β πλαίσια μέχρι τον αντιστροφέα θα γίνεται όπου είναι εφικτό κατά μήκος των βάσεων στήριξης των πλαισίων και στην πίσω (βόρεια) πλευρά με κατάλληλη συγκράτηση επί των μεταλλικών ικριωμάτων, η οποία θα εξασφαλίζει ότι δεν θα τραυματιστεί (βραχυπρόθεσμα κατά την τοποθέτηση αλλά και μακροπρόθεσμα κατά την λειτουργία) ο εξωτερικός μανδύας προστασίας των καλωδίων.

Σε περίπτωση που χρειαστεί τα συγκεκριμένα καλώδια να οδεύσουν εγκαρσίως των φωτοβολταϊκών συστοιχιών, η όδευση τους θα γίνει εντός του εδάφους σε χαντάκια κατάλληλου πλάτους και βάθους τουλάχιστον 600 mm. Σε περιπτώσεις υπόγειας όδευσης καλωδίων αυτά θα τοποθετηθούν σε σπιράλ βαρέως τύπου κατάλληλο για τέτοιου είδους εφαρμογές.

Σε κάθε περίπτωση η όδευση των καλωδιώσεων θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις του προτύπου EN62446.

8.2 Καλωδιώσεις εναλλασσόμενης χαμηλής τάσης

Οι συνδέσεις Χαμηλής AC Τάσης (μεταξύ των αντιστροφέα και κάθε Πίνακα Αυτοπαραγωγού) θα γίνουν μέσω πολυπολικών καλωδίων Χ.Τ. J1VV-R,-S 600/1000 V (IEC 60502-1, VDE- 0271, ΕΛΟΤ 843), κατάλληλης διατομής ώστε οι απώλειες ισχύος να είναι εντός των επιθυμητών ορίων.

Το σύνολο των καλωδιώσεων (συνεχούς και εναλλασσόμενης τάσης) θα οδεύουν σύμφωνα με την απαίτηση της διακήρυξης εντός σπιράλ σωληνώσεων. Το χαντάκι διέλευσης θα είναι βάθους τουλάχιστον 700 mm και πλάτους τέτοιου ώστε όλοι οι σωλήνες σπιράλ να είναι σε βάθος μεγαλύτερο από το όριο των 70 cm. Για κάθε αντιστροφέα θα χρησιμοποιηθεί ένα σωλήνας σπιράλ στον οποίο θα οδεύουν οι φάσεις και ο

ουδέτερος αγωγός. Το κανάλι θα θαφτεί με ψιλή άμμο. Εάν η δομή του αντιστροφέα το επιτρέπει η σύνδεση με τη γείωση μπορεί να γίνει και τοπικά στον περιμετρικό βρόχο.

8.3 Καλωδιώσεις εναλλασσόμενης Μέσης Τάσης

Το σύνολο των καλωδίων Μέσης Τάσης θα είναι τύπου N2XSΥ ονομαστικής τάσης 12/20 kV, κατασκευασμένα σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 60502-2 και VDE 0276-620. Θα είναι μονοπολικό καλώδιο ισχύος με πολύκλωνο συστρεμμένα σύρματα χαλκού, εσωτερική ημιαγωγίμη θωράκιση του αγωγού, XLPE μόνωση, ημιαγωγίμη θωράκιση της μόνωσης, μεταλλική θωράκιση από σύρματα χαλκού, εξωτερικός μανδύας από PVC βραδύκαυστο κατά IEC 332, μέγιστης τάσης 24 kV, ενώ είναι κατάλληλο για εγκατάσταση στο έδαφος, εξωτερικούς ή εσωτερικούς χώρους, σε σωλήνες ή κανάλια καλωδίων. Η ελάχιστη ακτίνα κάμψης τους είναι 15χ \varnothing καλωδίου.

Η διαστασιολόγηση των καλωδίων μέσης τάσης θα πρέπει να λάβει υπόψη την αντοχή των καλωδίων σε τυχόν βραχυκύκλωμα.

Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να πραγματοποιήσει τους παρακάτω ελέγχους που αφορούν τα καλώδια μέσης τάσης τα οποία θα εγκαταστήσει:

- Ταυτοποίηση φάσεων καλωδίων μέσης τάσης: Θα πραγματοποιηθεί ταυτοποίηση όλων των φάσεων των καλωδίων MT πριν από τη διαδικασία ηλεκτρισής.
- Έλεγχος του μανδύα σε όλα τα υπόγεια εγκατεστημένα μονοπολικά καλώδια μέσης τάσης με εφαρμογή συνεχούς τάσης, σύμφωνα με την τελευταία έκδοση του διεθνούς κανονισμού IEEE 400.2, VDE 0276-HD620, εναρμονισμένο ΕΛΟΤ HD 620 S1/A1, Vol.1 Hellenic Standard. Σκοπός της προσφερόμενης δοκιμής είναι να διαπιστωθεί αν υπάρχει κάποια διαρροή (εμφάνιση ρεύματος διαρροής) στον μανδύα του καλωδίου. Η πραγματοποίησή της γίνεται με εφαρμογή συνεχούς τάσης 3kV (PVC) ή 5kV (PE) μεταξύ του μανδύα και της γης. Η διάρκεια κάθε δοκιμής είναι 1min.
- Δοκιμές μόνωσης καλωδίων μέσης τάσης (VLF withstand test: Εκτέλεση δοκιμής διηλεκτρικής αντοχής (VLF withstand test) σε όλα τα υπόγεια εγκατεστημένα καλώδια μέσης τάσης, μετά την κατασκευή των ακροκιβωτίων τους, με εφαρμογή υψηλής τάσης ενεργούς τιμής rms 3 x U₀, πολύ χαμηλής συχνότητας (VLF), 0,1 Hz σύμφωνα με την τελευταία έκδοση του διεθνούς κανονισμού IEC 60502-2 και IEC 60060-3. Η διάρκεια εφαρμογής της τάσης είναι 15-30 λεπτά. Τα υπό δοκιμή καλώδια θα είναι αποσυνδεδεμένα από τους Πίνακες μέσης τάσης.

Η όδευση των καλωδίων Μέσης Τάσης θα γίνεται μέσω χάνδακα διαστάσεων τουλάχιστον 1,00 x 0,4 m. Εντός του χάνδακα σε βάθος 0,3 m θα υπάρχει προειδοποιητική πινακίδα για την ύπαρξη ενεργού αγωγού μέσης τάσης. Σε βάθος έως 0,5m θα πραγματοποιηθεί επίχωση με στρώσεις 3A για προστασία της άμμου από νερά που μπορεί να βλάψουν το μπλεντάζ του καλωδίου. Αμέσως μετά το στρώμα αυτό τοποθετείται πλάκα από σκυρόδεμα διαστάσεων 0,5 x 0,35 x 0,03 m. Τα επόμενα 0,3 m θα φέρουν ψιλή άμμο χωρίς πετρώματα για την προστασία των καλωδίων ισχύος και στα τελευταία 0,2 m θα υπάρχει χώμα για την εγκατάσταση των αγωγών γείωσης. Απαγορεύεται οι αγωγοί γείωσης να βρίσκονται πλήρως εντός της άμμου.

8.4 Καλώδιο Εγκατάστασης ασθενών ρευμάτων

Τα καλώδια θα πρέπει να πληρούν τις απαραίτητες προδιαγραφές και ιδιαίτερα εκείνες που αφορούν σε θέματα Ηλεκτρομαγνητικής Συμβατότητας. Τα καλώδια που θα χρησιμοποιηθούν μπορεί να είναι τύπου

LiYCY ή/και Li2YCY ή CAN, CAT6e, FTP κλπ. Σε κάθε περίπτωση θα διασφαλίζεται η συμβατότητα των καλωδίων με τον εξοπλισμό από το τεχνικό εγχειρίδιο του κατασκευαστή, ενώ η όδευση τους θα γίνεται όπως προβλέπουν οι προστασίες των καλωδίων. Απαραίτητα θα υπάρχει θωράκιση του καλωδίου με μεταλλικό μανδύα για προστασία από θόρυβο και υπερτάσεις (μπλεντάζ).

Τα καλώδια επικοινωνίας δεν θα πρέπει να έρχονται σε επαφή με τους αγωγούς γείωσης και θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την τοποθέτηση τους εντός των καναλιών σε θέματα μηχανικής αντοχής και παρεμβολών. Η τοποθέτηση των καλωδίων του συστήματος επικοινωνίας θα γίνεται εντός ανεξάρτητων σωλήνων/σχάρων από τα καλώδια ισχύος. Οι περιοχές εξόδου των καλωδίων από τα σπινιά (δηλαδή στα σημεία τερματισμών καλωδίων) θα πρέπει να καλύπτονται – μονώνονται με την τοποθέτηση κατάλληλου θερμοσυστελλόμενου υλικού.

8.5 Σπινιάλ όδευσης καλωδίων

Το σύνολο των καλωδιώσεων συνεχούς (σε περίπτωση που θα απαιτηθεί όδευση εντός του εδάφους) και εναλλασσόμενης τάσης θα οδεύουν εντός σπινιάλ σωληνώσεων, με τα εξής βασικά χαρακτηριστικά:

- Αντοχή σε συμπίεση (min 750 Nt) και κρούση (normal duty) λόγω της υψηλής ποιότητας των πρώτων υλών (HDPE) από τα οποία παράγονται τα δύο τοιχώματα.
- Θα ενσωματώνουν ειδικό υλικό (slip) στην εσωτερική λεία επιφάνεια τους που επιτυγχάνει την ευκολότερη όδευση των καλωδίων λόγω της σημαντικής μείωσης των τριβών.
- Δεν θα καταστρέφονται από τα τρωκτικά λόγω ειδικού οικολογικού αντιτρωκτικού που προστίθεται στο εσωτερικό του σωλήνα.
- Θα φέρουν στεγανότητα IP 44 όταν συνδέονται με τις μούφες τους.
- Θα διευκολύνουν την ομαλή όδευση του οδηγού των καλωδίων (ατσαλίνας) ή των ίδιων των καλωδίων στο εσωτερικό τους, λόγω του προεγκατεστημένου οδηγού, με ελάχιστη αντοχή σε εφελκυσμό 650Nt.
- Θα φέρουν ειδικές τάπες που προστατεύουν το εσωτερικό τους.

9 Περίφραξη

Η περίφραξη θα κατασκευασθεί από συρματοπλέγμα και θα έχει πόρτα, συρόμενη ή ανοιγόμενη, διπλού ανοίγματος, συνολικού μήκους 5 m. Οι μεταλλικοί πάσσαλοι (ορθοστάτες) θα είναι γαλβανισμένοι και θα τοποθετούνται σε απόσταση 2,5 m μεταξύ τους σε υποδοχές εντός του εδάφους που θα πληρώνονται με σκυρόδεμα.

Υλικά περίφραξης

- Συρματοπλέγμα ύψους 2,00μ, 55 X 55, πάχος σύρματος 2,7 mm (N16)
- Πάσσαλος από σωλήνα γαλβανιζέ (Φ48)1 1/2". Β.Τ. (εν θερμώ - χωρίς ραφή) συνολικό ύψος 3,00 m με κάμψη 0,50 m,
- Αντηρίδες από παρόμοιο σωλήνα ύψους 2,50 m.
- Τάπα PVC στις οπές των σωλήνων.
- Σύνδεσμοι γαλβανιζέ για τις αντηρίδες
- Σύρμα αγκαθωτό

- Σύρμα ούγιες N.16
- Σύρμα για δέσιμο N.11
- Σκυρόδεμα C16/20

10 Φωτισμός

Προς ενίσχυση της ασφάλειας των Φωτοβολταϊκών σταθμών, περιμετρικά του σταθμού, θα εγκατασταθεί φωτισμός χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, τεχνολογίας LED. Τα φωτιστικά σώματα θα τοποθετηθούν επί χαλύβδινων ιστών φωτισμού ύψους 3 μέτρων, οι οποίοι θα εδραστούν επί προκατασκευασμένων βάσεων αγκύρωσης με πλάκα έδρασης.

Σε κάθε φωτοβολταϊκό σταθμό θα εγκατασταθούν έξι (6) ιστοί φωτισμού με δύο (2) φωτιστικά σώματα τεχνολογίας LED ονομαστικής ισχύος $\leq 85W$ έκαστο.

Επιπρόσθετα, θα εγκατασταθούν φωτιστικά τεχνολογίας LED ονομαστικής ισχύος $\leq 25 W$ επί του Υποσταθμού ΧΤ/ΜΤ σε όλους τους Φωτοβολταϊκούς σταθμούς.

10.1 Ιστός φωτισμού

Ο ιστός θα είναι κατασκευασμένος κατά EN40, κωνικής οκταγωνικής διατομής, ύψους 3 μέτρων, θα συνδέεται με ακροκιβώτιο διπλού ασφαλειοαποζεύκτη ή μικροαυτόματου και θα εδραστεί επί βάσης αγκύρωσης με πλάκα έδρασης.

Υλικό ιστού : Χάλυβας θερμής έλασης ποιότητα S235JR κατά EN 10025

Πιστοποίηση CE

Ο ιστός θα έχει θυρίδα από το ίδιο σώμα του ιστού που δε θα εξέχει κατά την κλειστή θέση από τον ιστό.

10.2 Φωτιστικά σώματα τεχνολογίας LED

Το σώμα του φωτιστικού θα είναι κατασκευασμένο εξ' ολοκλήρου από υψηλής θερμικής αγωγιμότητας είτε χυτοπρεσαριστού αλουμινίου είτε προφίλ αλουμινίου (διέλασης) και πλήρως ανακυκλώσιμο. Η οπτική μονάδα θα αποτελείται από στοιχεία LED τοποθετημένα επάνω σε πλακέτες PCB – modules (μία ή περισσότερες).

Το προστατευτικό κάλυμμα που χρησιμοποιείται για την προστασία της οπτικής μονάδας θα έχει μία εκ των δύο ακόλουθων μορφών:

- Προστατευτικό κάλυμμα από θερμικά επεξεργασμένη ύαλο (tempered glass) το οποίο προστατεύει συνολικά την οπτική πηγή (LEDs) και τους φακούς διάχυσης του φωτός ή ανακλαστήρες. Το κάλυμμα μπορεί να είναι καθαρό διαυγές ή ημιδιαφανές (τύπου Frosted).
- Προστατευτικό κάλυμμα από πολυκαρβονικό υλικό με αντοχή στην υπεριώδη (UV) ακτινοβολία. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το προστατευτικό κάλυμμα δύναται να φέρει ενσωματωμένους και τους φακούς διάχυσης.

Στην περίπτωση ύπαρξης γυάλινου καλύμματος ή καλύμματος από πολυκαρβονικό υλικό το οποίο δε φέρει ενσωματωμένους φακούς διάχυσης, τότε η διάχυση θα επιτυγχάνεται από φακούς ή ανακλαστήρες

αλουμινίου. Οι φακοί θα είναι κατασκευασμένοι από υλικό PMMA ή σιλικόνη ή polycarbonate. Οι ανακλαστήρες θα είναι κατασκευασμένοι από ανοδιωμένο αλουμίνιο.

Σε περίπτωση που το τροφοδοτικό δε διαθέτει συσκευή προστασίας από υπερτάσεις 10 kV τότε θα πρέπει να εγκατασταθεί επιπρόσθετος εξοπλισμός προστασίας.

Τέλος ο κατασκευαστής των φωτιστικών σωμάτων τεχνολογίας LED θα πρέπει να έχει πιστοποιητικό ISO 9001 σε ισχύ.

Τα φωτιστικά σώματα τεχνολογίας LED που θα εγκατασταθούν επί των ιστών φωτισμού, θα φέρουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- IP ≥ 66
- IK ≥ 08
- Θερμοκρασία χρώματος 4.000K \pm 5%
- CRI ≥ 70
- Φωτεινή ροή ≥ 9.100 lumen
- Υψηλή ενεργειακή απόδοση ≥ 140 lm/W
- Ηλεκτρική κλάση μόνωσης II
- Συντελεστής ισχύος του φωτιστικού $\geq 0,9$
- Εύρος θερμοκρασίας περιβάλλοντος -25°C έως +50°C
- Πιστοποιητικά : CE, EMC Directive 2014/30/EU, LV Directive 2014/35/EU, RoHS Directive 2011/65/EU, ENEC.
- Ισχύς ≤ 85 W
- Εγγύηση κατ'ελάχιστον δέκα (10) έτη

Τα φωτιστικά σώματα τεχνολογίας LED που θα εγκατασταθούν επί Υποσταθμού ΧΤ/ΜΤ, θα φέρουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- IP ≥ 66
- IK ≥ 08
- Θερμοκρασία χρώματος 4.000K \pm 5%
- CRI ≥ 70
- Φωτεινή ροή ≥ 2.100 lumen
- Υψηλή ενεργειακή απόδοση ≥ 140 lm/W
- Ηλεκτρική κλάση μόνωσης II
- Συντελεστής ισχύος του φωτιστικού $\geq 0,9$
- Εύρος θερμοκρασίας περιβάλλοντος -25°C έως +50°C
- Πιστοποιητικά : CE, EMC Directive 2014/30/EU, LV Directive 2014/35/EU, RoHS Directive 2011/65/EU, ENEC.
- Ισχύς ≤ 25 W
- Εγγύηση κατ'ελάχιστον δέκα (10) έτη

11 Προκατασκευασμένος Υποσταθμός 20/0,4 KV

Σε κάθε Φωτοβολταϊκό σταθμό, θα εγκατασταθεί προκατασκευασμένος Υποσταθμός ΜΤ/ΧΤ, με μετασχηματιστή ισχύος 1.250 kVA. Οι υποσταθμοί θα είναι σύμφωνοι με τις προδιαγραφές που τίθενται εν συνεχεία.

Επισημαίνεται ότι κατά τον σχεδιασμό του εξοπλισμού των υποσταθμών ΜΤ/ΧΤ, η στάθμη βραχυκύκλωσης του δικτύου πρέπει να θεωρηθεί ίση με 350 MVA.

11.1 Διατάξεις προστασίας

Ο Φωτοβολταϊκός σταθμός θα προστατεύεται από Αυτόματο Διακόπτη Διασύνδεση, στον οποίο θα επενεργούν όλοι οι κάτωθι ηλεκτρονόμοι σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΔΕΔΔΗΕ:

1. Προστασίας υπερεντάσεως
2. Προστασίας ορίων τάσεως
3. Προστασίας ορίων συχνότητας
4. Προστασίας ομοπολικής συνιστώσας της τάσης

Οι των Ηλεκτρονόμων αυτών θα γίνουν σύμφωνα με τις υποδείξεις της αρμόδιας υπηρεσίας του ΔΕΔΔΗΕ.

11.2 Γενικά

Ο Υποσταθμός θα είναι προκατασκευασμένος οικίσκος ουρεθάνης. Οι διαστάσεις του θα είναι τουλάχιστον 5 Χ 2,45 Χ 2,6 μέτρα (Μ Χ Π Χ Υ). Θα χωρίζεται σε τρία δωμάτια εκ των οποίων το πρώτο αποτελεί το Πεδίο Μέσης Τάσης, το δεύτερο φιλοξενεί τον Μετασχηματιστή και το τρίτο το Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης. Ο οικίσκος θα αποτελείται από

- ➔ Μεταλλικό σκελετό γαλβανιζέ C140*2,5 mm.
- ➔ Πάνελ οροφής 50 mm (ενδεικτικού χρώματος RAL 9002-9002).
- ➔ Πάνελ πλαγιοκάλυψης 50 mm (ενδεικτικού χρώματος RAL 9002-9002).
- ➔ Δάπεδο από πλακάξ θαλάσσης 12 mm και κριθαράκι αλουμινίου (1,5mm).
- ➔ Πόρτες μεταλλικές, 1 τεμ. $\approx 1,40 \times 2,20$ m, 2 τεμ. $\approx 1,00 \times 2,20$ m
- ➔ Φωτιστικά LED ισχύος ≈ 20 W για τους χώρους Μέσης και Χαμηλής Τάσης
- ➔ Τέσσερα στεγανά φωτιστικά ασφαλείας, ένα (1) για το χώρο του μετασχηματιστή και τρία φωτιστικά σώματα (3) επάνω από τις πόρτες.
- ➔ Τρεις Διακόπτες και δύο σούκο καπάκια
- ➔ Βάση στήριξης Μετασχηματιστή
- ➔ Βάσεις ανύψωσης οικίσκου γαλβανιζέ (4 τεμ)
- ➔ Ειδικά τεμάχια κάλυψης αρμών και συναρμολόγησης οικίσκου
- ➔ Τοποθέτηση ενός ανεμιστήρα με περσίδες βαρύτητας

➔ Περιμετρική ταινία γείωσης 30X3,5

11.3 Διαμέρισμα μέσης Τάσης

Το πεδίο Μέσης τάσης αποτελείται από μεταλλοενδεδυμένες (metal – enclosed) κυψέλες, σύμφωνα με το πρότυπο EN 62271-200:2003

11.4 Διεθνή Πρότυπα

Ο εξοπλισμός θα πρέπει να είναι σύμφωνος με την τελευταία έκδοση των διεθνών προτύπων που ακολουθούν :

- IEC 62271-200:2003 High-voltage switchgear and controlgear - Part 200: A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- IEC 62271-103:2011 High-voltage switchgear and controlgear - Part 103: Switches for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV
- IEC 62271-102:2001 High-voltage switchgear and controlgear - Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches IEC 60694 Common clauses for MV switchgear and control gear
- IEC 62271-105:2002 High-voltage switchgear and controlgear - Part 105: Alternating current switch-fuse combinations IEC 60056 MV AC circuit breakers
- IEC 60282-1:2020 High-voltage fuses - Part 1: Current-limiting fuses
- IEC 60185 Current transformers,
- IEC 60186 Voltage transformers,
- IEC 61000-4-2:1995 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 2: Electrostatic discharge immunity test. Basic EMC Publication

11.5 Γενικά Ηλεκτρικά Χαρακτηριστικά

- ➔ Ονομαστική τάση λειτουργίας : 24 kV
- ➔ Κρουστική τάση δοκιμής 125 kV
- ➔ Τάση βιομηχανικής συχνότητας 50 kV
- ➔ Ονομαστική ένταση 630 A
- ➔ Ονομαστική ένταση κορυφής 40 kA
- ➔ Ονομαστική συχνότητα : 50Hz.
- ➔ Αντοχή σε διέλευση βραχυκυκλώματος : 12,5 kA

Οι πίνακες θα είναι κατάλληλοι να λειτουργούν στις παραπάνω συνθήκες χωρίς να καταστρέφονται σύμφωνα με το IEC 62271-1:2007 και του IEC 62271-200:2003

11.6 Δοκιμές

Οι πίνακες Μέσης Τάσης θα έχουν υποστεί όλες τις δοκιμές τύπου και θα διαθέτουν όλα τα απαραίτητα πιστοποιητικά για τις Δοκιμές Σειράς σύμφωνα με το πρότυπο EN 62271-200:2003 που αφορά σε σύνολα διατάξεων διακοπής και ελέγχου Μέσης Τάσης. Η κατασκευή τους θα είναι από χαλυβδοέλασμα DKP πάχους 2mm και είναι πλήρως τυποποιημένοι και επεκτάσιμοι. Οι πίνακες θα φέρουν όλα τα απαραίτητα υλικά διακοπής, προστασίας και ελέγχου των παραμέτρων του δικτύου που απαιτούνται από το ΔΕΔΔΗΕ στους όρους της Προσφοράς Σύνδεσης.

11.7 Πεδίο Μέσης Τάσης

Τα πεδία Μέσης Τάσης θα είναι σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΔΕΔΔΗΕ για υποσταθμούς ηλεκτροπαραγωγών. Ο Ανάδοχος οφείλει να ενσωματώσει όλες τις απαιτήσεις του ΔΕΔΔΗΕ, κατά την υποβολή Τεχνικής Προσφοράς.

Τα κατασκευαστικά σχέδια, καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του προσφερόμενου εξοπλισμού θα πρέπει να παραδοθούν στον Αναθέτοντα Φορέα προς αξιολόγηση, πριν την μεταφορά και την ενσωμάτωσή τους.

Οι κυψέλες που θα εγκατασταθούν θα έχουν κατ' ελάχιστο τις εξής προδιαγραφές:

11.7.1 Πεδίο Άφιξης

Θα περιλαμβάνει τουλάχιστον τα ακόλουθα :

- ➔ Σετ ζυγών χαλκού 24kV, 630A, 16kA
- ➔ Διακόπτη φορτίου 24kV, 630A, 16kA/1 sec σε κοινό κέλυφος με γειωτή
- ➔ Ενδεικτικές λυχνίες για την παρουσία τάσης στα καλώδια
- ➔ Τρία (3) αλεξικέραυνα γραμμής
- ➔ Κατάλληλες υποδοχές για σύνδεση των καλωδίων ισχύος

11.7.2 Πεδίο Μέτρησης

Θα περιλαμβάνει τουλάχιστον τα ακόλουθα:

- ➔ Σετ ζυγών χαλκού 24kV, 630A, 16kA
- ➔ Διακόπτη φορτίου 24kV, 630A σε κοινό κέλυφος με γειωτή
- ➔ Τρεις (3) ασφάλειες μέσης τάσης 6A
- ➔ Τρεις (3) M/Σ τάσης
- ➔ Τρεις (3) ασφάλειες για την προστασία των M/Σ τάσης 24kV/2A
- ➔ Τρεις (3) χωρητικούς καταμεριστές παρουσίας τάσης με τις αντίστοιχες ενδεικτικές λυχνίες

11.7.3 Πεδίο Εξόδου/ Προστασίας

Θα περιλαμβάνει τουλάχιστον τα ακόλουθα :

- ➔ Σετ ζυγών χαλκού 24kV, 630A, 16kA
- ➔ Διακόπτη φορτίου σε κοινό κέλυφος με γειωτή

- ➔ Αυτόματο διακόπτη ισχύος. Ο αυτόματος διακόπτης ισχύος θα διαθέτει κινητήρα τηλεχειρισμού, πηνία ανοίγματος, κλεισίματος, έλλειψης τάσης (230V AC), βοηθητικές επαφές και κλειδαριές
- ➔ Τρεις (3) αισθητήρες έντασης 50/1 A, 2,5 VA – 5P10
- ➔ Ένα (1) ηλεκτρονόμο δευτερογενούς προστασίας που παρέχει τις ακόλουθες προστασίες : 50/51, 50N/51N, 27, 59, 59N, 81L, 81H.
- ➔ Γειωτή καλωδίων με χειροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας, μηχανικά αλληλομανδαλωμένο με τον ως άνωθεν γειωτή
- ➔ Τρεις (3) χωρητικούς καταμεριστές τάσης με τις αντίστοιχες ενδεικτικές λυχνίες
- ➔ Κατάλληλες υποδοχές για την σύνδεση των καλωδίων ισχύος με εξομαλυντές

11.8 Γενικές απαιτήσεις για τον σχεδιασμό στην κατασκευή πινάκων Μ.Τ.

11.8.1 Εισαγωγή

Ο εξοπλισμός θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις για κατασκευή μεταλλοενδεδυμένων πεδίων Μ.Τ. καταλλήλων για εσωτερική εγκατάσταση. Η διαμερισματοποίηση των πεδίων θα είναι σύμφωνα με τον ορισμό metal compartmented όπως αναφέρεται στις παραγράφους 3.102.2 του IEC 60298.

Κάθε πεδίο θα αποτελείται από πέντε (5) διαμερίσματα:

- μπαρών,
- διακοπτικού εξοπλισμού,
- μηχανισμού λειτουργίας,
- συνδέσεως καλωδίων ισχύος,
- βοηθητικού εξοπλισμού.

11.8.2 Γείωση του πίνακα

Κάθε πεδίο θα διατρέχεται από χάλκινη μπάρα γείωσης.

Η συνέχεια του κυκλώματος γης για ολόκληρο τον πίνακα θα εξασφαλίζεται με την διασύνδεση των επιμέρους κυκλωμάτων του κάθε πεδίου. Η διασύνδεση θα πραγματοποιείται στο πίσω μέρος του πίνακα και θα τον διατρέχει σε όλο του το πλάτος. Η μπάρα γείωσης θα είναι κατασκευασμένη για την εύκολη σύνδεσή της με την γείωση ολόκληρου του υποσταθμού χωρίς να απαιτείται καμιά αποσυναρμολόγησή της.

Η διατομή των μπαρών που αποτελούν το κύκλωμα γης θα είναι διαστασιολογημένη κατάλληλα ώστε να αντέχει το βραχυκύκλωμα σύμφωνα με το IEC 60298 και για στάθμη βραχυκύκλωσης ίση με 350 MVA.

11.8.3 Γείωση του κυκλώματος ισχύος

Η γείωση των καλωδίων ισχύος θα πραγματοποιείται με τη χρήση γειωτή που θα έχει για λόγους ασφαλείας δυνατότητα ζεύξης στο βραχυκύκλωμα (making capacity) όπως ορίζει το IEC 60129. Θα υπάρχει η δυνατότητα χειρισμού του γειωτή όταν ο αντίστοιχος διακόπτης ή αποζεύκτης φορτίου είναι ανοικτός έτσι ώστε να μπορούν να δοκιμαστούν τα καλώδια ισχύος. Με τη χρήση λουκέτου, θα μπορεί να κλειδωθεί ο γειωτής σε

ανοικτή ή κλειστή θέση. Η θέση του γειωτή θα είναι ορατή από τη μπροστινή πλευρά του πεδίου. Μέσω κατάλληλων μηχανικών μανδάλωσεων θα αποτρέπονται λανθασμένοι χειρισμοί όπως το κλείσιμο του γειωτή όταν ο διακόπτης ή ο αποζεύκτης φορτίου είναι κλειστός. Δεν είναι αποδεκτό η παραπάνω μανδάλωση να επιτυγχάνεται ηλεκτρικά ή με τη χρήση κλειδιών.

11.9 Μπάρες

Το ενιαίο διαμέρισμα μπαρών θα είναι στο πάνω μέρος των πεδίων. Περιλαμβάνει, τρεις παράλληλες μπάρες, οριζόντια στερεωμένες στους διακόπτες, οι οποίες είναι κατασκευασμένες από χαλκό και φέρουν μόνωση από PVC. Η πρόσβαση σ' αυτές είναι δυνατή, μόνο από πάνω, μετά την αποσυναρμολόγηση μέρους της οροφής που φέρει προειδοποιητική ένδειξη. Καμία άλλη πρόσβαση στον εν λόγω χώρο δεν είναι αποδεκτή. Οι μπάρες θα πρέπει να αντέχουν σε βραχυκύκλωμα κατ' ελάχιστον 10,11 kA, 1 s, που αντιστοιχεί στις απαιτήσεις της νομοθεσίας για ισχύ βραχυκύκλωσης 350 MVA.

11.10 Διαμέρισμα Σύνδεσης Καλωδίων

Οι υποδοχές για την σύνδεση των καλωδίων ισχύος θα είναι κατάλληλες να δεχθούν μονοπολικά ακροκιβώτια καλωδίων ξηρού τύπου ή εμποτισμένου χαρτιού. Το διαμέρισμα σύνδεσης καλωδίων θα έχει την ικανότητα να αντέξει εσωτερικό σφάλμα τιμής 12,5 kA / 0,7 s. Πρόσβαση στο διαμέρισμα θα είναι δυνατή μόνο μετά το κλείσιμο του αντίστοιχου γειωτή.

Καμία άλλη πρόσβαση δεν είναι αποδεκτή.

11.11 Δοκιμές

11.11.1 Δοκιμές τύπου

Ο προμηθευτής θα είναι σε θέση να προσκομίσει πιστοποιητικά τύπου από αναγνωρισμένα εργαστήρια του εσωτερικού ή του εξωτερικού (που είναι διαπιστευμένα από διεθνή οργανισμό) κατ' ελάχιστο για τις δοκιμές που ακολουθούν.

- δοκιμή αντοχής σε κρουστική τάση (impulse dielectric tests),
- δοκιμή αντοχής σε τάση βιομηχανικής συχνότητας (power frequency dielectric tests),
- δοκιμή ανύψωσης θερμοκρασίας (temperature-rise tests),
- δοκιμή αντοχής σε ένταση βραχείας διάρκειας (short-time withstand current tests),
- δοκιμές μηχανικής λειτουργίας και στιβαρότητας (mechanical operating tests),
- επαλήθευση του βαθμού προστασίας (verification of the degree of protection),
- επαλήθευση της ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (verification of electromagnetic compatibility),
- επαλήθευση ικανότητας κλεισίματος και διακοπής (verification of making and breaking capacity) των διακοπών και των Α.Δ.Ι.

11.11.2 Δοκιμές σειράς

Οι δοκιμές σειράς θα πραγματοποιούνται από τον προμηθευτή και θα είναι υποχρεωμένος να προσκομίσει σχετικό πιστοποιητικό που θα αναφέρει ότι εκτελέστηκαν κατ' ελάχιστο οι ακόλουθες δοκιμές όπως ορίζει το IEC 60298.

- δοκιμή αντοχής σε τάση βιομηχανικής συχνότητας (power frequency dielectric test),
- διηλεκτρική δοκιμή των βοηθητικών κυκλωμάτων ελέγχου (dielectric test on auxiliary and control circuit),
- επαλήθευση της ορθότητας συρματώσεων (verification of the correct wiring),
- δοκιμή μηχανικής λειτουργίας (mechanical operation tests).

11.12 Ποιότητα

Ο προμηθευτής θα είναι σε θέση να προσκομίσει αντίγραφο Πιστοποιητικού διασφάλισης ποιότητας.

12 Μετασχηματιστής Ισχύος 1.250 KVA

Επισημαίνεται ότι στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας μελέτης επιλέχθηκε μετασχηματιστής ελαίου 20/0,4 kV. Οι υποψήφιοι Ανάδοχοι δύνανται να προσφέρουν Υποσταθμό ΧΤ/ΜΤ με Μετασχηματιστή Ξηρού Τύπου εφόσον πληρούνται οι Προδιαγραφές που τίθενται παρακάτω. Επιπρόσθετα, σε περίπτωση κατά την οποία οι προσφερόμενοι solar inverters έχουν τάση εξόδου διαφορετική των 400 V (π.χ 800V) τότε και ο Μετασχηματιστής θα πρέπει να έχει την ίδια τάση στην πλευρά της Χαμηλής, ήτοι 20/0,8kV. Σε κάθε περίπτωση η ισχύς του μετασχηματιστή θα είναι 1.250 kVA.

12.1 Μετασχηματιστής Ελαίου

Στο μεσαίο δωμάτιο του οικίσκου θα εγκατασταθεί Μετασχηματιστής ισχύος 1.250 kVA. Πρέπει να είναι ελαίου με δοχείο διαστολής. Θα φέρει ηλεκτρονόμο Buchholz, off load tap changer και θερμόμετρο δύο επαφών με Α' βαθμίδα για συναγερμό και Β' βαθμίδα για απόπλιση. Θα πρέπει να είναι χαμηλών απωλειών σύμφωνα με τον Νέο Ευρωπαϊκό Κανονισμό οικολογικού σχεδιασμού 548/2014. Η στήριξη του Μετασχηματιστή 1.250 kVA θα γίνεται σε δύο ράγες κύλισης με στοπ, με ενδεικτική αξονική απόσταση 820 mm. Θα ικανοποιεί όλες τις σχετικές απαιτήσεις του προτύπου EN 60076. Η στάθμη θορύβου των μετασχηματιστών πρέπει να μην υπερβαίνει τις τιμές που προδιαγράφονται στο πρότυπο EN50588-1:2017 για κάθε ισχύ.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ 1250 KVA:		
Ονομαστική Ισχύς	kVA	1250
Ον.Τάση πρωτεύοντος:	kV	20 KV / 50Hz
Ον. Τάση Δευτερεύοντος:	V	Σύμφωνα με την τάση εξόδου των αντιστροφέων
Μέγιστη τάση πρωτεύοντος	kV	24 kV
Μέγιστη τάση δευτερεύοντος	kV	1,1 kV
Τάση βραχυκύκλωσης:	%	6%
Συνδεσμολογία:	-	Dyn 11
Απώλειες εν κενώ:	W	$P_{NL} \leq 855$
Απώλειες φορτίου:	W	$P_L \leq 9.500$
Εγκατάσταση:		Εσωτερική
Όρια θερμοκρασίας περιβάλλοντος:	°C	-25 έως + 45
Μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος (θερμότερος μήνας):	°C	35
Μέση ετήσια θερμοκρασία περιβάλλοντος:	°C	20
Υψόμετρο:	m	Μέχρι 1000 από την επιφάνεια της θάλασσας

Άλλες συνθήκες:		Χιόνι, πάγος και ομίχλη
Αντοχή σε κρουστικές υπερτάσεις 1,2/50 μ s		
HV	kV	125
LV	kV	-

12.2 Κανονισμοί

Ο Μ/Σ θα είναι σύμφωνος με τα παρακάτω standards:

- IEC76-1, IEC76-2, IEC76-3, IEC76-4, IEC76-5
- IEC726: 1982 έκδοση μαζί με την τροποποίηση αρ. 1 του Φεβρουαρίου 1986.
- IEC 354 για τη φόρτιση
- CENELEC Harmonization Documents.
- HD428.1.S1 (=DIN 42500-1) για τριφασικούς ελαιοψυκτούς Μ/Σ διανομής 50 Hz, από 50 έως 2500 kVA, με ονομαστική τάση ≤ 24 kV.
- HD428.3.S1 (=DIN 42500-3) για τριφασικούς ελαιοψυκτούς Μ/Σ διανομής 50 Hz, από 50 έως 2500 kVA, με ονομαστική τάση ≤ 36 kV.

Οι διαδικασίες σχεδιασμού και παραγωγής του Μ/Σ θα είναι πιστοποιημένες κατά ISO 9001, από αναγνωρισμένο οργανισμό.

12.3 Πυρήνας

Θα είναι κατασκευασμένος από ελάσματα πυριτιούχου χάλυβα προσανατολισμένων κρυστάλλων, μονωμένα με ορυκτό οξείδιο και προστατευόμενα από οξείδωση με ένα στρώμα βερνικιού.

12.4 Τυλίγματα

Το πρωτεύον τύλιγμα (Υ.Τ.) θα είναι κατασκευασμένα από σύρμα αλουμινίου ή χαλκού και θα είναι κατηγορίας ομοιόμορφης μόνωσης.

Το δευτερεύον τύλιγμα (Χ.Τ.) θα είναι κατασκευασμένα από φύλλο αλουμινίου ή χαλκού (σύμφωνα με την προτίμηση του κατασκευαστή) και θα είναι κατηγορίας ομοιόμορφης μόνωσης. Το φύλλο θα είναι προστατευμένο παντού με μονωτικό υλικό ακόμα και ενδιάμεσα των στρώσεων.

Η μόνωση των τυλιγμάτων θα είναι μεγάλης διηλεκτρικής αντοχής και μεγάλης αντίστασης σε ατμοσφαιρικές εκκενώσεις και σε συνθήκες βραχυκυκλωμάτων. Τα ουδέτερα σημεία των τυλιγμάτων Χ.Τ. θα σημειώνονται πάνω στο κέλυφος του ΜΣ.

12.5 Συνδέσεις

Οι συνδέσεις Μ.Τ. θα γίνονται από το πάνω μέρος των συνδετικών μπαρών. Κάθε μπάρα θα έχει έτοιμη τρύπα 13mm για την σύνδεση των ακροδεκτών. Για τον σχηματισμό του τριγώνου στην Μ.Τ. θα χρησιμοποιούνται άκαμπτες μπάρες και όχι καλώδια, και θα προστατεύονται από θερμοσυστελλόμενα στοιχεία. Οι συνδέσεις των λήψεων θα γίνονται με μπάρackια χαλκού τα οποία θα βιδώνονται στις αντίστοιχες λήψεις.

Οι συνδέσεις Χ.Τ. θα γίνονται από τις μπάρες που βρίσκονται στην κορυφή των πηνίων Χ.Τ., απέναντι από τις συνδέσεις Υ.Τ. Η σύνδεση του ουδετέρου Χ.Τ. θα γίνεται απ' ευθείας στην μπάρα ουδετέρου. Οι συνδετικές μπάρες θα είναι από χαλκό ή επικασσιτερωμένο αλουμίνιο (κατά την προτίμηση του κατασκευαστή).

12.6 Μονωτικό έλαιο

Το ορυκτό έλαιο δεν θα περιέχει Ρ.С.В. ή Ρ.С.Т. Οι ηλεκτρικές και χημικές του ιδιότητες θα είναι σύμφωνα με τα σχετικά πρότυπα της IEC. Θα πρέπει στον χώρο εγκατάστασης κάτω από τον ΜΣ να υπάρχει ελαιολεκάνη διαστάσεων όπως προσδιορίζεται από τα σχετικά πρότυπα.

12.7 Ικανότητα αντοχής σε βραχυκύκλωμα

Ο μετασχηματιστής πρέπει να έχει την ικανότητα, κάτω από συνθήκες λειτουργίας, να αντέχει για 1,6 δευτερόλεπτα, σε οποιαδήποτε λήψη του μηχανισμού αλλαγής λήψεως υπό φορτίο, τριφασικό, μονοφασικό προς γη και διφασικό προς γη βραχυκύκλωμα στα άκρα του τυλίγματος ΧΤ, χωρίς να υποστεί βλάβη από υπερβολικές δυνάμεις ή θερμικές επιδράσεις. Η θερμική και δυναμική αντοχή των μετασχηματιστών σε βραχυκύκλωμα θα αποδεικνύεται με υπολογισμό ή με εκτέλεση ειδικής δοκιμής, σύμφωνα με τον κανονισμό IEC 60076-5.

12.8 Δυνατότητα υπέρτασης

Οι Μ/Σ θα έχουν δυνατότητα υπέρτασης κατά 10% εν κενώ και 5% στα ονομαστικά kVA, σε ονομαστική συχνότητα, χωρίς πρόκληση βλάβης σε οποιοδήποτε μέρος του Μ/Σ.

12.9 Βασικός εξοπλισμός Μ/Σ

- 4 ρόδες διπλής κατεύθυνσης
- κρίκοι ανύψωσης
- τρύπες για ρυμούλκηση στη βάση

- δύο ακροδέκτες γείωσης
- ταμπέλα προειδοποίησης “DANGER ELECTRICITY”
- ταμπέλα με όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του Μ/Σ.
- πιστοποιητικό για τα τεστ σειράς
- οδηγίες εγκατάστασης και συντήρησης

12.10 Μέθοδος ψύξης

Ο ΜΣ ελαίου είναι σχεδιασμένος για να ψύχεται με τη μέθοδο ONAN (oil natural air natural).

12.11 Θερμική προστασία

Στο Μ/Σ θα υπάρχει συσκευή θερμικής προστασίας η οποία θα έχει:

- Ανά φάση, 2 ανιχνευτές θερμοκρασίας (thermistors) PTC, ούτως ώστε να επιτυγχάνεται προστασία ALARM 1, ALARM 2, εγκατεστημένους στο εσωτερικό των πηνίων. Αυτοί θα είναι τοποθετημένοι σε θήκη ώστε να μπορεί να αντικατασταθούν.
- Ένα πίνακα με ηλεκτρονικό μετατροπέα με δύο ανεξάρτητα κυκλώματα καθώς και διακόπτη δύο θέσεων “Alarm 1” και “Alarm 2”. Η κατάσταση του ρελέ θα δείχνεται με διαφορετικό χρώμα των ενδεικτικών λυχνιών. Μια τρίτη λυχνία θα δηλώνει την παρουσία ή όχι τάσης. Ο παραπάνω πίνακας θα εγκατασταθεί μακριά από τον Μ/Σ.
- Μία κλεμοσειρά για σύνδεση των ανιχνευτών θερμοκρασίας.
- Οι ανιχνευτές θερμοκρασίας θα προμηθεύονται συναρμολογημένοι και συρματωμένοι στην κλεμοσειρά στο πάνω μέρος του Μ/Σ. Ο ηλεκτρονικός μετατροπέας θα προμηθεύεται ξεχωριστά πακεταρισμένος με το ηλεκτρικό του διάγραμμα τυπωμένο σε ξεχωριστή σελίδα.

12.12 Μεταλλικό κάλυμμα

Μεταλλικό κάλυμμα του Μ/Σ για εσωτερική εγκατάσταση, προστασίας IP 31 (εκτός της βάσης που μπορεί να είναι IP 21).

Το κάλυμμα θα έχει:

- Αντιοξειδωτική προστασία με τελικό χρώμα το standard του κατασκευαστή.
- Κρίκους για ανύψωση κατά την μεταφορά.
- Ένα αφαιρετό τμήμα μπροστά ώστε να επιτρέπει προσπέλαση στους ακροδέκτες Μ.Τ. και στις λήψεις. Θα φέρει πινακίδα “DANGER ELECTRICITY” και ορατή πλεξούδα γείωσης.

- Τρύπες για τοποθέτηση κλειδιών RONIS ELPI ή Profalux PI.
- 2 μη τρυπημένα σημεία για τους στυπιοθλίπτες στην οροφή, ένα για την Μ.Τ. και ένα για την Χ.Τ.

13 Μετασχηματιστής Ξηρού Τύπου

13.1 Γενικά στοιχεία – Πρότυπα

Ο τριφασικός Μετασχηματιστής θα είναι ξηρού τύπου, 20/0,4 kV, κατάλληλος για εγκατάσταση και λειτουργία σε εσωτερικό χώρο (π.χ. κιόσκι,) και θα πρέπει να είναι σύμφωνος με τις προδιαγραφές:

- EN 60076 – 1÷16
- Directive 2009/125/CE
- EU 548/2014 (Eco design)
- EU 2019/1783
- EN 50588 - 1
- EN 50708 - 1÷3

Οι διαδικασίες σχεδιασμού και παραγωγής του Μ/Σ αυτών θα πρέπει να είναι πιστοποιημένες κατά ISO 9001 & ISO 14001 , από αναγνωρισμένο οργανισμό.

Η ονομαστική ισχύς του Μ/Σ θα είναι 1.250 kVA αντίστοιχα, σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν.

Σε περίπτωση όπου ο ανάδοχος επιλέξει αντιστροφείς με τάση εξόδου 800 V, τότε ο ΜΣ θα πρέπει να είναι 20/0,8 kV.

13.2 Πυρήνας

Θα πρέπει να κατασκευάζεται από ελάσματα χαλύβδινα υψηλής ποιότητας, χαμηλών απωλειών, μονωμένα με ορυκτό οξείδιο και προστατευμένα από οξείδωση με ένα στρώμα βερνικιού.

13.3 Τυλίγματα ΧΤ και ΜΤ

Τα τυλίγματα Χ.Τ. θα πρέπει να είναι κατασκευασμένα από φύλλο αλουμινίου και να είναι εμποτισμένα σε ρητίνη ώστε να προκύπτει κλάση μόνωσης F.

Τα άκρα των πηνίων Χ.Τ. θα πρέπει να είναι καλυμμένα με εποξική ρητίνη και το φύλλο θα πρέπει να είναι προστατευμένο παντού με μονωτικό υλικό ακόμα και ενδιάμεσα των στρώσεων.

Τα τυλίγματα Μ.Τ. θα πρέπει να είναι ανεξάρτητα από τυλίγματα Χ.Τ. και θα πρέπει να είναι κατασκευασμένα από φύλλα αλουμινίου με κλάση μόνωσης F. Θα πρέπει επίσης να είναι εγκιβωτισμένα σε συνθήκες κενού, σε άφλεκτη εποξική ρητίνη.

Επίσης, θα πρέπει να έχουν επίπεδο μέτρησης μερικών εκκενώσεων χαμηλότερο από 10pc, που να αποδεικνύεται από εργαστηριακές δοκιμές σε πιστοποιημένο διεθνές εργαστήριο.

13.4 Συνδέσεις ΜΤ

Οι συνδέσεις Μ.Τ. θα πρέπει γίνονται από το πάνω μέρος των συνδετικών μπαρών. Κάθε μπάρα θα πρέπει να έχει έτοιμη τρύπα για την σύνδεση των ακροδεκτών. Για τον σχηματισμό του τριγώνου στην Μ.Τ. θα πρέπει να χρησιμοποιούνται άκαμπτες σωληνωτοί ράβδοι χαλκού ή καλώδια και να προστατεύονται από θερμοσυστελλόμενα στοιχεία.

13.5 Συνδέσεις ΧΤ

Οι συνδέσεις Χ.Τ. θα πρέπει να γίνονται από τις μπάρες που βρίσκονται στην κορυφή των πηνίων Χ.Τ., απέναντι από τις συνδέσεις Μ.Τ. Η σύνδεση του ουδετέρου Χ.Τ. θα πρέπει να γίνεται απ' απευθείας στην μπάρα ουδετέρου. Οι συνδετικές μπάρες θα πρέπει να είναι από χαλκό ή επικασιτερωμένο αλουμίνιο και οι συνδέσεις να γίνονται με βίδες και χωρίς κολλήσεις. Απαγορεύεται η επί τόπου κατασκευή επέκτασης (μπόλιασμα) όλων των υπαρχόντων καλωδίων Χ.Τ ή και Μ.Τ όταν δεν επαρκεί το μήκος για την σύνδεση στον Μ/Σ. Στη περίπτωση αυτή ο προμηθευτής ανάδοχος οφείλει να προμηθεύεται και να προσθέτει κατάλληλες γωνιακές επέκτασής μπαρών στο Μ/Σ ώστε να γίνονται με ασφάλεια όλες οι συνδέσεις των καλωδίων.

13.6 Λήψεις ΜΤ

Οι συνδέσεις των λήψεων θα πρέπει να γίνονται με μπαράκια τα οποία να βιδώνονται στις αντίστοιχες λήψεις. Η μετατροπή στη Μ.Τ. θα πρέπει να γίνεται αφού πρώτα τεθεί ο Μ/Σ εκτός τάσεως, με ειδικές λήψεις σε κάθε πηνίο Μ.Τ. που έχουν σημειωθεί κατάλληλα και δεν αφήνουν γυμνά μέρη ακάλυπτα.

13.7 Τεχνικά χαρακτηριστικά

Η συχνότητα θα πρέπει να είναι 50 Hz. Ο Μ/Σ ξηρού τύπου θα πρέπει να είναι τριφασικός, δύο τυλιγμάτων. Τα τυλίγματα θα είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο και πλήρως εμποτισμένα σε χυτορητίνη εν κενώ για την αποφυγή παρουσίας φυσαλίδων αέρα ή αερίων μέσα στο μονωτικό υλικό.

Η αντοχή των τυλιγμάτων Μ.Τ. σε βιομηχανική συχνότητα επί ένα λεπτό θα πρέπει να είναι 50 kV και σε πλήρες κρουστικό κύμα 1,2/50 μs να είναι 125 kV και όχι 95 kV.

Η συνδεσμολογία του Μ/Σ θα πρέπει να είναι Dyn 5 ή Dyn 11.

Ο Μ/Σ θα πρέπει να είναι συνεχούς λειτουργίας και κατασκευασμένος έτσι ώστε να λειτουργεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος έως 40°C όπου θα μπορεί να αποδίδει την ονομαστική του ισχύ και να εγκατασταθεί σε υψόμετρο κάτω των 1000 m.

Οι απώλειες του Μ/Σ (εν κενώ και βραχυκυκλώσεως) καθώς και η τάση βραχυκυκλώσεως θα πρέπει να συμφωνούν με την ΕΥ548/2014. (απώλειες Ak, Ao-10%)

Ο μετασχηματιστής θα πρέπει να έχει τιμή μερικών εκκενώσεων κάτω από 10pc.

Ο Μ/Σ θα πρέπει να έχει κλάση θερμοκρασίας μόνωσης F δηλαδή να επιτρέπει μέγιστη αύξηση θερμοκρασίας βάση VDE 0532 μέρος 12, πίνακας 1.

Οι τέσσερις δοκοί σύσφιξης του Μ/Σ θα πρέπει να είναι γαλβανισμένοι εν θερμώ.

Ο μετασχηματιστής θα πρέπει να συνοδεύονται από εργοστασιακή εγγύηση τουλάχιστον δύο (2) ετών.

Ο Μ/Σ θα πρέπει να είναι εφοδιασμένος με τα παρακάτω εξαρτήματα για καθένα ξεχωριστά:

- 3 ακροδέκτες Μ. Τ.
- 3 ακροδέκτες Χ.Τ. με μπάρες και 1 ουδέτερο, επεκτάσιμες γωνιακά ώστε να φτάνουν τα υπάρχοντα καλώδια στα οποία δεν θα γίνουν επεκτάσεις (με μούφες) .
- 4 κρίκους ανύψωσης
- πενταθέσιο σύστημα λήψεων μεταγωγής (Off-circuit tappings) στην πλευρά Μ.Τ. του μετασχηματιστή για τη ρύθμιση της τάσης ($\pm 5\%$ σε βήματα του 2,5%) όταν ο μετασχηματιστής δεν είναι ηλεκτρισμένος
- 4 τροχούς κυλίσεως διπλής κατευθύνσεως.
- 1 επιτηρητή θερμοκρασίας των τυλιγμάτων με ψηφιακή ένδειξη και δυνατότητα προγραμματισμού σύμφωνα με τον τύπο NT-935 ΕΤΗ ή αντίστοιχο ισοδυνάμου με τις συνημμένες τεχνικές προδιαγραφές μαζί με τα καλώδια σύνδεσης σε πλήρη λειτουργία.
- 3 θερμοστοιχεία PT 100 - 1 αισθητήρα ανά φάση Μ/Σ
- κλεμμοκιβώτιο καλωδίων αισθητήρων IP 31
- 1 μεταλλική πινακίδα τεχνικών χαρακτηριστικών, στην οποία θα πρέπει να είναι τυπωμένα τα ακόλουθα :

α) τύπος Μ/Σ

β) όνομα του κατασκευαστή

γ) έτος - και αριθμός σειράς κατασκευής

δ) αριθμός φάσεων

ε) ονομαστική ισχύς

στ) ονομαστική συχνότητα

ζ) ονομαστικές τάσεις πρωτεύοντος και δευτερεύοντος

η) ονομαστική ένταση ρεύματος

θ) ομάδα ζεύξεως

ι) τρόπος αλλαγής λήψεων

κ) τάση βραχυκυκλώσεως

λ) κλάση μόνωσης

μ) τρόπος ψύξης

ν) ολικό βάρος

13.8 Έλεγχος και θερμική προστασία

Για την προστασία του μετασχηματιστή από υπερβολική άνοδο της θερμοκρασίας των τυλιγμάτων θα πρέπει να εγκατασταθεί σύστημα επιτήρησης της θερμοκρασίας των τυλιγμάτων, σε κάθε φάση (ενδεικτικού τύπου NT-935 ΕΤΗ) με τις τεχνικές προδιαγραφές και τα χαρακτηριστικά που αναφέρονται ειδικά παρακάτω. Το

σύστημα με την άνοδο της θερμοκρασίας μέχρι ενός ορίου (κάτω όριο) δεν οφείλει να δίνει σήμα προειδοποίησης για την αύξηση της θερμοκρασίας (ηχητική σήμανση). Εάν η θερμοκρασία συνεχίζει να αυξάνει μέχρι μια μεγαλύτερη τιμή (άνω όριο), τότε θα πρέπει να δίνεται εντολή για απόξευση του μετασχηματιστή (θα τίθεται αυτόματα εκτός πρώτα ο αντίστοιχος Γενικός διακόπτης στον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης και κατόπιν ο διακόπτης της Μ.Τ.) Ο συναγερμός και η απόξευση του Μ/Σ θα πρέπει γίνεται μέσω ηλεκτρικών επαφών. Οι αντίστοιχες θερμοκρασίες συναγερμού θα μπορούν να ορισθούν από τον χειριστή ή τον κατασκευαστή αλλά οι συνήθειες θα πρέπει να είναι ρυθμισμένες στους 100°C για την ενεργοποίηση του συστήματος ψύξης, στους 120°C για την ενεργοποίηση του συναγερμού και στους 140 °C για την ενεργοποίηση της απόξευξης του.

13.9 Δοκιμές – Πιστοποιήσεις

και να συνοδεύεται με τα αντίστοιχα πιστοποιητικά και με δηλώσεις συμμόρφωσης του κατασκευαστή.

Το εργοστάσιο κατασκευής του Μ/Σ θα πρέπει να έχει πιστοποιήσει την κατασκευή του, σε ότι αφορά την αντοχή του Μ/Σ στο περιβάλλον/κλιματολογικών συνθηκών/φωτιάς, με πιστοποιητικό E3/C2/F1.

Το παραπάνω πιστοποιητικό θα πρέπει να υποβληθεί στη επιτροπή παρακολούθησης και παραλαβής μέσα στο φάκελο παραλαβής ενώ θα πρέπει επιπλέον να προσκομιστούν η εγγύηση του, το τεχνικό εγχειρίδιο με οδηγίες εγκατάστασης και λειτουργίας των Μ/Σ ξηρού τύπου με μόνωση χυτορητίνης του εργοστασίου κατασκευής, το πρόγραμμα συντήρησης του Μ/Σ, του επιτηρητή θερμοκρασίας, τα ηλεκτρολογικά και αυτοματισμού σχέδια, η όδευση αυτών κλπ.

Ο Μ/Σ θα πρέπει να διαθέτει:

- Πρωτόκολλα ελέγχων/δοκιμών Μ/Σ, ρυθμίσεις εξοπλισμού κατά τη θέση σε λειτουργία.
- Πιστοποιητικό διασφάλισης της ποιότητας ISO 9001:2008 του Προμηθευτή Αναδόχου για συναφές αντικείμενο.
- Δήλωση συμμόρφωσης του ως προς το κανονισμό EU 548/2014.

14 Πεδίο Χαμηλής Τάσης

Το τρίτο δωμάτιο του υποσταθμού τύπου κιόσκι θα είναι ο χώρος ΓΠΧΤ. Εκεί θα τοποθετηθεί ο Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης του Σταθμού. Θα αποτελείται από ένα μεταλλικό τυποποιημένο πεδίο τύπου "module", κατασκευασμένο από χαλυβδόελασμα DKP 2mm βαμμένο ηλεκτροστατικά. Για την απομόνωση του εξοπλισμού στο εσωτερικό των πινάκων χρησιμοποιούνται επικαλυπτικές μετωπικές μεταλλικές πλάκες. Ο Πίνακας θα κατασκευαστεί και θα ελεγχθεί σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 61439-2 και θα συνοδεύεται από κατασκευαστικά (as-built) ηλεκτρολογικά σχέδια σε περιβάλλον CAD.Θα φέρει δήλωση συμμόρφωσης CE όπως επίσης και πιστοποιητικά δοκιμών σειράς.

Ο Γενικός πίνακας θα φέρει τουλάχιστον τον παρακάτω εξοπλισμό

1. Γενικός Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος
2. Ενδεικτικές λυχνίες
3. Τριφασικό Απαγωγό υπερτάσεων T1+T2 με τηκτές ασφάλειες προστασίας όπως αναφέρει ο κατασκευαστής του υλικού
4. Μέσο προστασίας στην Αναχώρηση κάθε αντιστροφέα. Το μέγεθος θα κριθεί από τον αντιστροφέα και την καλωδίωση που θα χρησιμοποιηθεί.

5. Κύκλωμα προστασίας Μετασχηματιστή με ηχητικό και οπτικό Alarm από πιθανή αύξηση θερμοκρασίας
6. Βοηθητικά φορτία για τον υποσταθμό όπως πρίζες φωτισμό τροφοδότηση κυκλωμάτων κάμερας και συναγερμού
7. Ψηφιακό πολυόργανο μέτρησης των χαρακτηριστικών ρεύματος και τάσης για κάθε αντιστροφέα χωριστά και δυνατότητα επικοινωνίας με κεντρικό ψηφιακό πολυόργανο
8. Αναλυτή ενέργειας πόρτας για την παρακολούθηση τουλάχιστον των ηλεκτρικών μεγεθών για κάθε φάση U,V, I, Ig, W,VA, THD, PF, H, kWh με μέτρηση παραγωγής

Ο πίνακας θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να είναι σύμφωνος με το πρότυπο του ΕΛΟΤ 60364.

14.1 Σύστημα αδιάλειπτης παροχής UPS

Στο διαμέρισμα χαμηλής τάσης θα τοποθετηθεί μία μονάδα Αδιάλειπτης Παροχής Ηλεκτρικής Ισχύος (UPS) τύπου inverter – μπαταρία ισχύος 3 kVA ON LINE.

Επίσης θα πρέπει να περιλαμβάνονται :

- Εσωτερικός φωτισμός σε όλα τα διαμερίσματα
- 1 τεμ. πυροσβεστήρα ξηράς σκόνης κατασβεστικής ικανότητας τουλάχιστον 21A-113B-C
- 1 τεμ. πυροσβεστήρα CO₂, κατασβεστικής ικανότητας τουλάχιστον 55B-C
- Σύστημα πυρανίχνευσης με ανιχνευτές καπνού. Οι πυρανιχνευτές θα είναι συμβατικού τύπου ικανοί να παρέχουν σήμα σήμανσης πυρασφαλείας συναγερμού και σήμα σφάλματος.

15 Συστήματα Ασφαλείας

15.1 Σύστημα Περιμετρικής Ανίχνευσης παραβίασης περίφραξης:

Για την ασφάλεια του σταθμού θα τοποθετηθεί σύστημα συναγερμού το οποίο θα αποτελείται από ανιχνευτές δέσμης με laser beams που θα αποτρέπει στην είσοδο του σταθμού σε οποιοδήποτε εισβολέα. Σε περίπτωση παραβίασης ή βλαβών θα ειδοποιείται με μήνυμα ο ιδιοκτήτης αλλά και πρόσωπα ή εταιρείες που θα υποδείξει ο φορέας του έργου. Θα τοποθετηθεί κατάλληλος αριθμός beams ώστε να καλύπτεται περιμετρικά όλο το αγροτεμάχιο. Για τον εξοπλισμό θα προβλεφθεί εγγύηση 2 έτη.

15.2 Σύστημα Παρακολούθησης Κλειστού Κυκλώματος Τηλεόρασης CCTV:

Το σύστημα C.C.T.V. θα αποτελείται από σταθερές κάμερες εξωτερικού χώρου και την καταγραφική μονάδα (DVR). Το DVR θα πρέπει να έχει αντίστοιχο πλήθος με το πλήθος των καμερών και σκληρό δίσκο ελάχιστης χωρητικότητας 2 TB. Οι κάμερες θα πρέπει να είναι ανάλυσης τουλάχιστον 2MP και να έχουν δυνατότητα λειτουργίας σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού (υπέρυθρη κάμερα). Οι κάμερες θα είναι εγκατεστημένες σε θέσεις στην περίμετρο του σταθμού, επί του Οικίσκου και η καταγραφική μονάδα θα βρίσκεται εντός του οικίσκου ώστε να συνδέεται με το διαδίκτυο και να είναι εφικτή η πρόσβαση απομακρυσμένα. Θα γίνει τοποθέτηση τουλάχιστον ενός τεμαχίου κάμερας σε κάθε πλευρά που υπάρχει πόρτα εισόδου σε κάποιο

διαμέρισμα του Οικίσκου. Οι κάμερες θα πρέπει να τοποθετηθούν σε κατάλληλο σημείο ώστε να επιτηρούν όλες τις εισόδους πρόσβασης του σταθμού και του οικίσκου και θα καταγράφουν σε όλη την διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται τοπικά στους σκληρούς δίσκους των μονάδων καταγραφής, στις οποίες (μονάδες καταγραφής) θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης απομακρυσμένα μέσω διαδικτύου. Για τον εξοπλισμό θα προβλεφθεί εγγύηση 2 έτη.

16 Κατασκευή και ολοκλήρωση του έργου

16.1 Γενικές Αρχές

1. Οι εγκαταστάσεις θα εκτελεσθούν σύμφωνα με τους όρους του παρόντος τεύχους των Τεχνικών Προδιαγραφών, της Τεχνικής Περιγραφής καθώς και όλων των συμβατικών στοιχείων της εργολαβίας.
2. Όπου σημειώνονται αριθμοί DIN, ΕΛΟΤ ή άλλων οργανισμών, αυτοί αναφέρονται σε αριθμούς σχετικών προδιαγραφών, προτύπων κ.λ.π. και πρέπει να ακολουθούνται με συνέπεια.
3. Πιστοποίηση έργου - Διαδικασίες Δοκιμών:

Ο Ανάδοχος οφείλει να συνοδεύει κάθε προσκομιζόμενο στο έργο υλικό ή μηχάνημα τα αντίστοιχα πιστοποιητικά ελέγχου αποδόσεως από τον κατασκευαστή. Εάν τυχόν δεν προσκομίζονται, μετά από αίτηση της επίβλεψης, θα μπορεί η επίβλεψη να μην πιστοποιεί για πληρωμή τα αντίστοιχα είδη, μέχρι την άφιξη των σχετικών πιστοποιητικών.

Τα πιστοποιητικά δοκιμών για όλα τον εξοπλισμό πρέπει να προέρχονται από τον κατασκευαστή και θα συνοδεύουν τα μηχανήματα.

Η επίβλεψη έχει το δικαίωμα να ζητήσει από τον ανάδοχο να απομακρύνει από το εργοτάξιο κάθε είδος που δεν ανταποκρίνεται προς τους όρους της σύμβασης. Εάν ο ανάδοχος δεν συμμορφωθεί, η επίβλεψη μπορεί να πραγματοποιήσει τις απομακρύνσεις με δικά της μέσα και να χρεώσει αντίστοιχα τον εργολάβο.

Υλικά, σχέδια και γενικά όλες οι εγκαταστάσεις του έργου που υπόκεινται στον έλεγχο και την αποδοχή δημόσιας αρχής, πρέπει να επιθεωρούνται από τις αρμόδιες αρχές. Ο εργολάβος πρέπει αφ' ενός να ταξινομήσει τις απαιτήσεις για τέτοιες επιθεωρήσεις έγκαιρα και αφ' ετέρου να εξασφαλίσει όλες τις επιθεωρήσεις, δοκιμές, αποδοχές καθώς και τα απαιτούμενα πιστοποιητικά, επιβαρυνόμενος με το σχετικό κόστος.

16.2 Ειδικές υποχρεώσεις αναδόχου

Ο ανάδοχος θα εξασφαλίσει όλο το εργατικό προσωπικό, θα προμηθεύσει και θα εγκαταστήσει όλα τα υλικά τον εξοπλισμό που απαιτούνται για την ικανοποιητική κατασκευή και ολοκλήρωση του έργου. Είναι επίσης υποχρεωμένος να εξασφαλίσει την επάνδρωση του έργου με το αναγκαίο εξειδικευμένο τεχνικό και επιστημονικό προσωπικό (μηχανικούς ΑΕΙ-ΤΕΙ, γεωλόγους, εργοδηγούς, σχεδιαστές, κ.λ.π.) για την άρτια διεύθυνση και καθοδήγηση όλων των φάσεων κατασκευής του. Θα πρέπει δε να προσκομίσει τα σχετικά παραστατικά για την απόδειξη της εμπειρίας τους.

Οι βασικές υπηρεσίες που θα πρέπει να καλύψει ο ανάδοχος είναι:

- i. Ο τελικός σχεδιασμός των Φ/Β σταθμών σύμφωνα με την προσφορά του
- ii. Η Μεταφορά όλων των υλικών στις θέσεις εγκατάστασης
- iii. Η Τοποθέτηση/ εγκατάσταση όλων των υπό προμήθεια ειδών
- iv. Η διαμόρφωση του χώρου σε κάθε αγροτεμάχιο, όπου αυτό απαιτείται για να μπορέσει να εφαρμόσει την προσφορά του.
- v. Η δοκιμή και θέση σε λειτουργία του κάθε Φ/Β Σταθμού
- vi. Η σύνδεση των Φ/Β σταθμών με το δίκτυο διανομής του ΔΕΔΔΗΕ σύμφωνα με τις υποδείξεις του ΔΕΔΔΗΕ (απαραίτητος εξοπλισμός για σύνδεση Φ/Β ως virtual net metering)
- vii. Η έκδοση όλων των απαιτούμενων αδειών για την νόμιμη σύνδεση του Φ/Β με το δίκτυο (έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας, δήλωση ετοιμότητας, υπεύθυνη δήλωση εγκαταστάτη κλπ.).
- viii. Η εκπαίδευση του προσωπικού της ΔΕΥΑ ΝΕΣΤΟΥ.

16.3 Σύνδεση του σταθμού

Ο ανάδοχος στα πλαίσια της προσφοράς του, είναι υποχρεωμένος να επιτελέσει το σύνολο των απαιτούμενων υπηρεσιών για την προμήθεια, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία του φωτοβολταϊκού σταθμού. Οι υπηρεσίες αυτές περιγράφονται αλλά δεν περιορίζονται στις παρακάτω:

- ✓ Διεκπεραίωση της αδειοδοτικής διαδικασίας με τον ΔΕΔΔΗΕ για την αδειοδότηση και διασύνδεση του σταθμού.
- ✓ **Ο ανάδοχος αναλαμβάνει να καλύψει οικονομικά το σύνολο των εξόδων (μέχρι το ύψος της δαπάνης των απολογιστικών και απρόβλεπτων) που θα προκύψουν από την έκδοση προσφοράς σύνδεσης του φωτοβολταϊκού σταθμού από το ΔΕΔΔΗΕ προς τη ΔΕΥΑ.**
- ✓ Εργασίες εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού σταθμού σύμφωνα με το παρόν Τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών
- ✓ Πραγματοποίηση των δοκιμών – μετρήσεων – ελέγχων που προδιαγράφονται από τον πρότυπο EN62446.
- ✓ Συμπλήρωση και κατάθεση όλων των απαραίτητων δικαιολογητικών που απαιτούνται για την ηλεκτρίση του πάρκου όπως ΥΔΕ, Υπεύθυνες δηλώσεις και γενικότερα όλα τα στοιχεία που θα ζητήσουν οι αρμόδιες υπηρεσίες του ΔΕΔΔΗΕ για την περάτωση της αδειοδοτικής διαδικασίας.

16.4 Αρχείο του έργου

Ο Ανάδοχος οφείλει καθ' όλη τη διάρκεια της εκτέλεσης του έργου να συγκεντρώνει τα απαραίτητα στοιχεία ώστε μετά την ολοκλήρωση να παραδώσει στον εργοδότη πλήρες αρχείο του Έργου που θα περιλαμβάνει:

1. Το σύνολο των σχεδίων της μελέτης (όπως κατασκευάσθηκε)
2. Άδειες λειτουργίας όλων των εγκαταστάσεων
3. Πρωτόκολλα μετρήσεων, δοκιμών και ελέγχων
4. Πληροφοριακά φυλλάδια του κατασκευαστή για το σύνολο του εξοπλισμού που θα εγκαταστήσει στο έργο.
5. Οδηγίες συντήρησης, πίνακες ανταλλακτικών κλπ. για τον εξοπλισμό, όπου απαιτείται.
6. Πλήρες αρχείο της αλληλογραφίας, πρακτικά συσκέψεων κλπ. που έλαβαν χώρα κατά την
7. Εκτέλεση του έργου.

16.5 Έλεγχος ολοκλήρωσης για οριστική παραλαβή του έργου

Θα πραγματοποιηθούν έλεγχοι τόσο κατά το διάστημα εκτέλεσης του έργου όσο και για την πιστοποίηση ολοκλήρωσης του έργου. Η ΔΕΥΑ ΝΕΣΤΟΥ διατηρεί το δικαίωμα να πραγματοποιήσει τους ελέγχους με προσωπικό της υπηρεσίας ή/ και να αναθέσει αυτούς σε εξωτερικό ανεξάρτητο φορέα ελέγχου. Κατά το πέρας του έργου θα πραγματοποιηθούν κατ' ελάχιστον οι ακόλουθοι έλεγχοι:

- Έλεγχος και πιστοποίηση βάσεων στήριξης φωτοβολταϊκών συστημάτων. Έκδοση πιστοποιητικού για τη συμμόρφωση της στατικής μελέτης με τους Ευρωκώδικες.
- Αρχικοί και περιοδικοί έλεγχοι βάσει του προτύπου EN 62446:2016.
- Οπτικοί έλεγχοι κατασκευής (βάσεις, καλωδιώσεις, στεγανότητα υλικών, συσφίξεις).
- Θερμογραφικοί έλεγχοι από πιστοποιημένους θερμογράφους (ηλ. πίνακες, καλώδια, Φ/Β συστοιχίες).
- Έλεγχοι και μετρήσεις στη Χαμηλή Τάση (σύμφωνα με τα πρότυπα EN 62446, IEC 60364, HD 384).
- Έλεγχοι και μετρήσεις στη Μέση Τάση (Μ/Σ, διακόπτες, αποζεύκτες, προστασίες, γειώσεις, καλώδια).
- Διαθεσιμότητα >99% για 1 συνεχόμενο μήνα.
- Μετρήσεις απόδοσης των πάνελ επιτόπου στο έργο για κάθε ανεξάρτητη στοιχειοσειρά.
- Έλεγχος και παραλαβή των τελικών σχεδίων από τον Ανάδοχο με την ένδειξη «ΟΠΩΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΚΑΝ» («AsBuilt»).

16.6 Έλεγχος ολοκλήρωσης της περιόδου καλής λειτουργίας

Η Εγγύηση καλής λειτουργίας ισχύει από την ημερομηνία οριστικής παραλαβής του έργου και ολοκληρώνεται μετά από την πάροδο του Εγγυημένου χρόνου λειτουργίας και Συντήρησης που θα προσφέρει ο Ανάδοχος κατά τη διαγωνιστική διαδικασία. Κατά την περίοδο καλής λειτουργίας, ο ανάδοχος ευθύνεται για την καλή λειτουργία του συμβατικού αντικειμένου της Διακήρυξης.

Κατά την διάρκεια της περιόδου Εγγύησης Καλής Λειτουργίας ο Ανάδοχος θα είναι υπεύθυνος για την αντικατάσταση εξαρτημάτων και εξοπλισμού του Φ/Β Σταθμού που υπόκεινται σε φθορά, με καινούρια (εκτός της περίπτωσης των InverterDC/AC όπου μπορούν να εγκατασταθούν και ανακατασκευασμένοι από τον κατασκευαστή inverters) και με δικές του δαπάνες και χωρίς να αλλάζουν οι όροι της εγγύησης (σε

διάρκεια και τρόπο αντικατάστασης). Για τα νέα εξαρτήματα ο χρόνος εγγύησης ανανεώνεται από τη στιγμή της ενσωμάτωσής τους στο Φ/Β Σταθμό. **Επίσης ο Ανάδοχος για το ανωτέρω χρονικό διάστημα είναι υπεύθυνος και θα αποκαθιστά με δικές του δαπάνες, άμεσα, οποιαδήποτε ζημιά του Φ/Β Σταθμού που οφείλεται στον Ανάδοχο, συμπεριλαμβανομένων τυχόν ελαττωμάτων του Φ/Β Σταθμού.** Εξαίρεση αποτελούν οι περιπτώσεις για τις οποίες αν και υπάρχει εν ισχύ εγγύηση προϊόντος, η βλάβη του προϊόντος οφείλεται σε αιτία που δεν καλύπτεται από τις εργοστασιακές εγγυήσεις, όπως παραδείγματος χάριν πλημμύρες, λεηλασία, κλπ. (λόγοι ανωτέρας βίας). Στην περίπτωση αυτή, το κόστος εργασιών αντικατάστασης βαρύνει την ΔΕΥΑ ΝΕΣΤΟΥ.

Για την ολοκλήρωση της περιόδου Εγγύησης καλής λειτουργίας θα πραγματοποιηθούν έλεγχοι αντίστοιχοι εκείνων της οριστικής Παραλαβής του Φ/Β σταθμού. Η ΔΕΥΑ ΝΕΣΤΟΥ διατηρεί το δικαίωμα να πραγματοποιήσει τους ελέγχους με προσωπικό της υπηρεσίας ή/ και να αναθέσει αυτούς σε εξωτερικό ανεξάρτητο φορέα ελέγχου. Κατά το πέρας του έργου θα πραγματοποιηθούν κατ' ελάχιστον οι ακόλουθοι έλεγχοι:

- Έλεγχος και πιστοποίηση βάσεων στήριξης φωτοβολταϊκών συστημάτων. Έκδοση πιστοποιητικού για τη συμμόρφωση της στατικής μελέτης με τους Ευρωκώδικες.
- Αρχικοί και περιοδικοί έλεγχοι βάσει του προτύπου EN 62446:2016.
- Οπτικοί έλεγχοι κατασκευής (βάσεις, καλωδιώσεις, στεγανότητα υλικών, συσφίξεις).
- Θερμογραφικοί έλεγχοι από πιστοποιημένους θερμογράφους (ηλ. πίνακες, καλώδια, Φ/Β συστοιχίες).
- Έλεγχοι και μετρήσεις στη Χαμηλή Τάση (σύμφωνα με τα πρότυπα EN 62446, IEC 60364, HD 384).
- Έλεγχοι και μετρήσεις στη Μέση Τάση (Μ/Σ, διακόπτες, αποζεύκτες, προστασίες, γειώσεις, καλώδια).
- PowerRatio με τον τρόπο που περιγράφεται στην Παρούσα για το πρώτο εν λειτουργία έτος.
- Μετρήσεις απόδοσης των πάνελ επιτόπου στο έργο για κάθε ανεξάρτητη στοιχειοσειρά.

17 Λειτουργία και Συντήρηση Φωτοβολταϊκού Σταθμού

17.1 Προληπτική Συντήρηση και Λειτουργία Φ/Β Σταθμού.

Παράλληλα με την έναρξη της περιόδου εγγύησης Καλής Λειτουργίας, τίθεται σε ισχύ και η ανάληψη των καθηκόντων του Αναδόχου αναφορικά με την Λειτουργία και Συντήρηση του Φ/Β Σταθμού, τα καθήκοντα των οποίων αναλύονται στις παρακάτω παραγράφους.

Συγκεκριμένα, ο Ανάδοχος θα είναι απόλυτα υπεύθυνος τόσο για την λειτουργία όσο και για τη συντήρηση (προγραμματισμένη ή όχι) του Φ/Β Σταθμού με δικό του προσωπικό. Οι υποχρεώσεις της λειτουργίας και συντήρησης περιγράφονται στις τεχνικές προδιαγραφές της παρούσας. Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να έχει στον Φ/Β Σταθμό τον απαιτούμενο γενικό και ειδικό εξοπλισμό, τον εξοπλισμό δοκιμών, τα απαραίτητα υλικά, τον εξοπλισμό χειρισμών, τα απαιτούμενα ανταλλακτικά και γενικά το προσωπικό, υλικά και εξοπλισμό που απαιτείται για την απρόσκοπτη λειτουργία του Φ/Β Σταθμού.

17.2 Λειτουργία Φ/Β Σταθμού

Μετά την οριστική παραλαβή του Φ/Β σταθμού και την διασύνδεσή του στο ηλεκτρικό δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ, προκύπτει η ανάγκη για την Λειτουργία – Τεχνική Διαχείριση του Φ/Β Σταθμού. Η λειτουργία του Φ/Β σταθμού περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες τεχνικής και διοικητικής φύσεως που άπτονται της διαχείρισης του Φ/Β σταθμού, εξαιρουμένων των υποχρεώσεων συμμετοχής του σταθμού στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας. Στόχος είναι η εύρυθμη λειτουργία του Φ/Β σταθμού, ο έγκαιρος εντοπισμός παντός φύσεως δυσλειτουργίας ή βλάβης του εξοπλισμού που επηρεάζει άμεσα ή έμμεσα την λειτουργία του Φ/Β σταθμού και η έγκαιρη και άρτια οργάνωση των ενεργειών που απαιτούνται για την απαλοιφή των σφαλμάτων.

Για την λειτουργία του Φ/Β Σταθμού προβλέπονται υποχρεώσεις για τον Ανάδοχο οι οποίες υποχρεώσεις περιγράφονται στην παρούσα. Οι Δραστηριότητες που εντάσσονται στα πλαίσια των υποχρεώσεων της λειτουργίας του Φ/Β σταθμού, από την πλευρά του Αναδόχου, είναι οι εξής:

- ➔ Διαρκής παρακολούθηση της λειτουργίας και απόδοσης από την πλατφόρμα του κατασκευαστή με ανάλυση δεδομένων για την επαλήθευση της απόδοσης του Φ/Β Σταθμού (π.χ. τεχνική και ενεργειακή διαθεσιμότητα, καμπύλη ισχύος κ.α.)
- ➔ Άμεση ενημέρωση με αποστολή SMS και e-mail του/των υπευθύνων που θα οριστούν από την ΔΕΥΑ ΝΕΣΤΟΥ, για όλες τις βλάβες που θα εμφανιστούν και τις εργασίες που πρόκειται να εκτελεστούν.
- ➔ Περιοδική αναφορά βασικών δεικτών απόδοσης (π.χ. διαθεσιμότητα, δεδομένα απόδοσης, παραγωγή ενέργειας) και για την κατάσταση του Φ/Β Σταθμού.
- ➔ Συντονισμός και επέμβαση για αντιμετώπιση προβλημάτων.
- ➔ Βελτιστοποίηση της απόδοσης της εγκατάστασης.
- ➔ Δημιουργία μεμονωμένων τεχνικών εκθέσεων σε περίπτωση σφαλμάτων.
- ➔ Διατήρηση αρχείου με το ιστορικό των βλαβών, των συντηρήσεων και όλων των δεδομένων του Φ/Β Σταθμού.
- ➔ Επικοινωνία με τις αρχές για θέματα που σχετίζονται με τον Διαχειριστή του Δικτύου
- ➔ Τεχνικές συμβουλές σχετικά με τις μετασκευές και τις τροποποιημένες κανονιστικές απαιτήσεις
- ➔ Εποπτεία τεχνικής ασφάλειας
- ➔ Επικοινωνία με τους προμηθευτές για παντός θέματα διαχείρισης των εγγυήσεων του εξοπλισμού.

Παράλληλα, προκειμένου να καταστεί δυνατή η παρακολούθηση της τήρησης των συμβατικών υποχρεώσεων του Αναδόχου και η κατακύρωση των πιστοποιήσεων που θα παραδίδει στην Υπηρεσία θα πρέπει να ενημερώνει σχετικά τον υπεύθυνο που θα οριστεί από την πλευρά της Αναθέτουσας αρχής. Συγκεκριμένα ο Ανάδοχος θα πρέπει να μεριμνεί, ώστε ο υπεύθυνος:

- ➔ Να λαμβάνει άμεση γνώση από τον Ανάδοχο για όλες τις βλάβες που εμφανίζονται, καθώς και για τις εργασίες που θα διεκπεραιώνει στα πλαίσια των υποχρεώσεων του (του Αναδόχου) αναφορικά με την λειτουργία και συντήρηση του Φ/Β Σταθμού.
- ➔ Να αποστέλλει παντός τύπου αναφορές (reports) που συνδέονται με την παρακολούθηση της απόδοσης του Φ/Β σταθμού, τις εργασίες λειτουργίας & συντήρησης (τακτικής και διορθωτικής) καθώς και θεμάτων που άπτονται της διαχείρισης της αποθήκης του Φ/Β σταθμού (spare υλικά).

- ➔ Ειδοποιεί άμεσα για την παρουσία προσωπικού του στον Φ/Β σταθμό και για τον λόγο της παρουσίας τους πριν λάβουν χώρα οποιασδήποτε μορφής εργασίες.
- ➔ Ενημερώνει άμεσα για την πορεία και την ολοκλήρωση των εργασιών καθώς και την επιτυχή ή μη έκβαση αυτών.

17.3 Συντήρηση Φ/Β Σταθμού

Ως Συντήρηση του Φ/Β σταθμού νοείται ένα σύνολο δραστηριοτήτων που έχουν ως στόχο την διατήρηση του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και των λοιπών εγκαταστάσεων που ανήκουν στον Φ/Β σταθμό στο υψηλότερο επίπεδο λειτουργικότητας με το χαμηλότερο δυνατό κόστος, παρέχοντας προστασία και ασφάλεια από τη χρήση του εξοπλισμού. Περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως (ενδεικτικά και όχι περιοριστικά):

- ➔ Ο περιοδικός (προληπτικός) ή μη έλεγχος,
- ➔ Οι δοκιμές,
- ➔ Οι μετρήσεις,
- ➔ Οι αντικαταστάσεις,
- ➔ Οι ρυθμίσεις εξαρτημάτων του εξοπλισμού κ.τ.λ.

Ο Ανάδοχος αναλαμβάνει με δική του δαπάνη, ευθύνη και επιμέλεια την πληρωμή του αναγκαίου προσωπικού και την προμήθεια όλων των υλικών που απαιτούνται για την τακτική συντήρηση καθώς και τυχόν εξαρτημάτων ελαττωματικών των οποίων δεν έχει λήξει η εγγύηση ή από άσκηση βίας, δολιοφθοράς ή βανδαλισμού, ή άλλη όμοια αιτία.

Το προσωπικό συντήρησης του Φ/Β σταθμού θα πρέπει να είναι εφοδιασμένο με όλα τα απαραίτητα γενικά και ατομικά μέσα προστασίας (φόρμες εργασίας, γάντια, υποδήματα, κράνη, εργαλεία με τις απαραίτητες μονώσεις για εργασία σε καλώδια και ακροδέκτες υπό τάση κλπ) για την ασφαλή διενέργεια της συντήρησης. Το αντικείμενο της συντήρησης για τις ανάγκες της παρούσας διακήρυξης διαχωρίζεται σε εργασίες Προληπτικής (Τακτικής) & Διορθωτικής Συντήρησης (αναγνώριση και επιδιόρθωση βλαβών κατά την λειτουργία).

17.3.1 Προληπτική Συντήρηση

Η προληπτική (τακτική) συντήρηση περιλαμβάνει εκείνες τις εργασίες, οι οποίες σύμφωνα και με εγχειρίδια των κατασκευαστών του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που θα εγκατασταθεί, θα πρέπει να εκτελούνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα (εξάμηνο, έτος) προκειμένου να προλαμβάνονται και εντοπίζονται εγκαίρως τυχόν δυσλειτουργίες ή φθορές τόσο από την φυσική υποβάθμιση των τεχνικών χαρακτηριστικών του εξοπλισμού (γήρανση) όσο και από βλάβες κατά την λειτουργία του Φ/Β σταθμού.

Οι εργασίες που θα περιλαμβάνονται στις υποχρεώσεις του αναδόχου χωρίζονται σε κατηγορίες αναλόγως με το είδος του εξοπλισμού και εξειδικεύονται στις κάτωθι υποπαραγράφους. Η κάθε επίσκεψη και εργασία τακτικής περιοδικής συντήρησης και καθαρισμού θα καταγράφεται αμέσως στην καρτέλα συντήρησης, την

ημέρα και ώρα πραγματοποίησής της. Σ 'αυτήν θα καταχωρούνται όλες οι παρατηρήσεις, οι βλάβες που παρουσιάστηκαν και επισκευάστηκαν και τα εξαρτήματα που αντικαταστάθηκαν. Με το πέρας των εργασιών της κάθε περιόδου Προληπτικής Συντήρησης, θα συντάσσεται συνολική αναφορά των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν ως σχετική πιστοποίηση, με πληροφορίες για την Ηλεκτρική και Μηχανική κατάσταση του Φ/Β σταθμού, τυχόν ευρήματα, διορθωτικές ενέργειες που εκτελέστηκαν ή δρομολογούνται προς άμεση υλοποίηση εφόσον επηρεάζεται η απόδοση και λειτουργία του Φ/Β σταθμού ή άπτονται θεμάτων ασφαλείας.

Αναλυτική περιγραφή υποχρεώσεων για την κάθε υποκατηγορία εξοπλισμού:

17.3.1.1 Φωτοβολταϊκά Πλαίσια:

Καθαρισμός Φ/Β πλαισίων

Η διαδικασία καθαρισμού περιλαμβάνει το πλύσιμο των πλαισίων με νερό. Ο Ανάδοχος πρέπει να προσκομίσει κατά την φάση του διαγωνισμού την μέθοδο πραγματοποίησης του καθαρισμού και αντιστοίχισή αυτής με το εγχειρίδιο εγκατάστασης του κατασκευαστή των Φ/Β πλαισίων. Κατά τον καθαρισμό θα λαμβάνονται υπόψη οι οδηγίες και προδιαγραφές του κατασκευαστή των Φ/Β Πλαισίων και θα διασφαλίζεται η ισχύς της εγγύησης αυτών, όπως προσφέρεται από τον κατασκευαστή. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην απομάκρυνση φύλλων, γύρης, περιττωμάτων πτηνών, και έντονης σκόνης, στοιχεία που επικαθονται στην επιφάνεια των Φ/Β πλαισίων και μειώνουν την απόδοσή τους.

Κατά ελάχιστο θα πρέπει να τηρούνται οι κάτωθι περιορισμοί:

1. Δεν θα γίνεται χρήση πλυστικών μηχανημάτων υψηλής πίεσης.
2. Αποκλείεται η χρήση ατμού.
3. Αποκλείεται η χρήση διαβρωτικών χημικών καθαριστικών
4. Δεν θα χρησιμοποιούνται σκληρά εργαλεία προς αποφυγή ζημίας επί της προστατευτικής επιφάνειας των Φ/Β πλαισίων.

Οι εργασίες καθαρισμού θα πρέπει να εκτελούνται από τον Ανάδοχο κατά τις πρώτες πρωινές με λήξη αυτών μία ώρα μετά την ανατολή του ηλίου, όταν τα Φ/Β πλαίσια δεν είναι ακόμα θερμά ή σε ημέρες που υπάρχει πολύ έντονη συννεφιά. Ο καθαρισμός των Φ/Β πλαισίων θα εκτελείται μία (1) φορά ανά έτος.

Με την ολοκλήρωση του καθαρισμού των Φ/Β πλαισίων θα συμπληρώνεται σχετική αναφορά από τον ανάδοχο με την έκταση των εργασιών που έλαβαν χώρα (π.χ. καθαρισμός Φ/Β πλαισίων βάσεων 1 έως 100, μετατροπών 1 έως 5) και τα αποτελέσματα των εργασιών και τυχόν ευρήματα οποιουδήποτε είδους. Ο Ανάδοχος οφείλει να ενημερώσει το πρόσωπο που θα έχει οριστεί υπεύθυνο από την Αναθέτουσα Αρχή για την εκτιμώμενη ημέρα και ώρα ολοκλήρωσης των εργασιών. Πριν την αποχώρηση του αναδόχου θα πραγματοποιείται έλεγχος από τον Υπεύθυνο της Αναθέτουσας Αρχής και θα πιστοποιείται η εκτέλεση των

αναφερόμενων εργασιών κάθε ημέρας. Η αναφορά θα συμπεριλαμβάνεται ως παράρτημα στην αντίστοιχη έκθεση συντήρησης.

Οπτικός Έλεγχος Φ/Β πλαισίων για ελαττώματα

Οπτική επιθεώρηση των Φ/Β πλαισίων για τον εντοπισμό τυχόν ελαττωμάτων/ αλλοιώσεων τόσο στις προστατευτικές επιφάνειες (έμπροσθεν και πίσω όψη – αναλύεται ακολούθως) όσο και εσωτερικά του πλαισίου (κυψέλες, εσωτερικά ηλεκτρικά κυκλώματα, κυτία διασύνδεσης κ.α.). Σε περίπτωση εντοπισμού σφάλματος το οποίο επηρεάζει την απόδοση του Φ/Β πλαισίου ο Ανάδοχος θα πρέπει να αντικαθιστά επιτόπου το Φ/Β πλαίσιο με αντίστοιχο από τα διαθέσιμα στην αποθήκη Φ/Β πλαίσια. Αν δεν υπάρχουν πλέον διαθέσιμα Φ/Β πλαίσια οφείλει να ενημερώσει σχετικά την Αναθέτουσα αρχή για τον λόγο αδυναμίας της αντικατάστασης. Επιπλέον θα πρέπει να επικοινωνεί με τον προμηθευτή των Φ/Β πλαισίων και να κινεί τις σχετικές διαδικασίες για την αντικατάσταση του υλικού εφόσον είναι εντός της περιόδου της προβλεπόμενης εργοστασιακής εγγύησης. Ο οπτικός έλεγχος θα εκτελείται κάθε έξη (6) μήνες.

Επιθεώρηση της έμπροσθεν όψης των Φ/Β πλαισίων για:

- Ελαττώματα στην γυάλινη προστατευτική επιφάνεια (ράγισμα, σπάσιμο).
- Ύπαρξη οξειδώσεων, παραμορφώσεων, φυσαλίδων, εξογκωμάτων σε οποιοδήποτε σημείο του Φ/Β πλαισίου (Φ/Β κυψέλες, μεταλλικό πλαίσιο).
- Ύπαρξη χρωματισμού της επιφάνειας έδρασης των Φ/Β κυψελών (επιφάνεια αιθυλενίου-οξικού βινυλίου «E.V.A», από λευκό χρώμα σε κίτρινο, φαινόμενο «yellowing»).
- Επιπτώσεις υπερθέρμανσης κυψελών (καφέ χρωματισμός επί των Φ/Β κυψελών («Browning») ή/και της E.V.A.).
- Αποχρωματισμός των αγώγιμων μεταλλικών τμημάτων των Φ/Β κυψελών (νόσος του «σαλιγκαριού» ή «SnailTrail»).

Επιθεώρηση της πίσω όψης των Φ/Β πλαισίων για:

- Ρωγμές ως αποτέλεσμα της υπερθέρμανσης των Φ/Β κυψελών.
- Διάβρωση και αποκόλληση της πλαστικής προστατευτικής επιφάνειας.
- Αλλοιώσεις επί των κυτίων διασύνδεσης (JunctionBoxes).
- Φθορές της DC καλωδίωσης.

Ηλεκτρολογικός Έλεγχος Φ/Β πλαισίων:

- Έλεγχος Καμπύλης I-V. Με την μέτρηση της καμπύλης I-V θα ελέγχεται αρχικά σε επίπεδο στοιχειοσειράς, η απόδοση των ΦΒ γεννητριών αναγόμενη σε κανονικές συνθήκες (STC) ώστε με την παράλληλη μέτρηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας των πάνελ να είναι δυνατό να εξαχθεί η καμπύλη ισχύος σε κανονικές συνθήκες και να συγκριθεί με την καμπύλη ισχύος που δίνει ο κατασκευαστής. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να διερευνηθεί αν τυχόν μείωση της απόδοσης των Φ/Β πλαισίων είναι δικαιολογημένη λόγω γήρανσης των Φ/Β κυψελών με την πάροδο του χρόνου (aging/degradation) και αν το ποσοστό μείωσης της απόδοσης είναι εντός των εγγυημένων μεγεθών από τον κατασκευαστή. Σε περίπτωση που τα αποτελέσματα των μετρήσεων I-V υποδεικνύουν παρέκκλιση μεγαλύτερη της προβλεπόμενης, οι μετρήσεις θα

επεκτείνονται σε επίπεδο Φ/Β πλαισίων στις συγκεκριμένες στοιχειοσειρές, με στόχο να εντοπιστούν τα Φ/Β πλαίσια που δεν αποδίδουν κατά το αναμενόμενο. Το πρόβλημα αν είναι εφικτό να επιλυθεί επί τόπου με επισκευή του Φ/Β πλαισίου σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευτή (π.χ. αποκατάσταση βλάβης σε junctionbox με την αντικατάσταση διόδου προστασίας) θα πρέπει να λύνεται, ειδάλλως θα συγκεντρώνονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία τεκμηρίωσης της βλάβης (ηλεκτρολογικές μετρήσεις, φωτογραφίες τεκμηρίωσης βλάβης από την πίσω και προς όψη του Φ/Β πλαισίου, θερμική φωτογραφία Φ/Β πλαισίου, φωτογραφία σειριακού αριθμού) προκειμένου να υποβάλλεται αίτημα αντικατάστασης (claim) στον κατασκευαστή και το προβληματικό Φ/Β πλαίσιο θα αντικαθίσταται από τα spare Φ/Β πλαίσια που θα υπάρχουν διαθέσιμα στον Φ/Β σταθμό. Η σχετική εργασία θα εκτελείται σε ετήσια βάση απαρένγκλιτα κάτω υπό κατάλληλες συνθήκες (ηλιοφάνεια άνω των 800W/m², καιρός αίθριος χωρίς νεφώσεις).

- Έλεγχος με θερμογραφική κάμερα. Ο συγκεκριμένος έλεγχος αποτελεί τον μοναδικό μη καταστρεπτικό τρόπο για να ελεγχθεί εν ώρα λειτουργίας, χωρίς να διακοπεί η παραγωγή, η διατήρηση της αρχικής κατάστασης/ποιότητας ενός φωτοβολταϊκού πάνελ αλλά και να παρακολουθεί η απόδοσή του σε βάθος χρόνου. Ο έλεγχος με θερμική κάμερα θα γίνεται δειγματοληπτικά κάθε έτος στο 25% του συνόλου των Φ/Β πλαισίων που θα εγκατασταθούν, τα Φ/Β πλαίσια θα ανήκουν στους ίδιους μετατροπείς ισχύος και σε βάθος τετραετίας θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί ένας πλήρης κύκλος θερμογράφησης του συνόλου των Φ/Β πλαισίων της Φ/Β εγκατάστασης. Στην περίπτωση που από την λειτουργία του Φ/Β σταθμού ή/και από τον έλεγχο των I-V καμπυλών παρατηρηθεί οποιαδήποτε ανωμαλία που θα πρέπει να διερευνηθεί, θα πρέπει να γίνεται συμπληρωματικά και θερμογραφικός έλεγχος στα Φ/Β πλαίσια του/των μετατροπέων που εμφανίζουν τις σχετικές ενδείξεις δυσλειτουργίας. Για όλες τις παραπάνω ενέργειες θα πρέπει να τηρείται λεπτομερές ημερολόγιο καταγραφής εργασιών το οποίο θα παραδίδεται στην Υπηρεσία.
- Έλεγχος με αναλυτή ισχύος. Ο συγκεκριμένος έλεγχος αποτελεί την πλήρη ανάλυση φαινομένων σχετικών με την ποιότητα ισχύος του σταθμού αλλά και του εν γένει δικτύου της περιοχής. Θα γίνει πλήρης καταγραφή των φαινομένων εκ των οποίων θα δοθεί σχετική αναφορά και ανάλυση που θα καταδεικνύει τυχών προβλήματα στην εγκατάσταση που χρίζουν επιδιόρθωσης.

Έλεγχος συστήματος στήριξης Φ/Β πλαισίων

Ο συγκεκριμένος έλεγχος περιλαμβάνει τον δειγματοληπτικό έλεγχο (25% του συνόλου του εξοπλισμού κάθε εξάμηνο, με τον έλεγχο να γίνεται κυλιόμενα) των τεχνικών προδιαγραφών και των παραμέτρων εγκατάστασης σύμφωνα με τις οποίες έγινε η εγκατάσταση του συστήματος στήριξης των Φ/Β πλαισίων. Συγκεκριμένα οι έλεγχοι περιλαμβάνουν κατά ελάχιστο τις παρακάτω εργασίες και οι εργασίες θα πραγματοποιούνται κάθε εξάμηνο:

- Έλεγχος της σύσφιξης και σταθερότητας των μερών που απαρτίζουν το σύστημα στήριξης των Φ/Β πλαισίων.
- Οι συσφίξεις θα γίνουν με ροπόμετρο σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.
- Έλεγχος για δομικές βλάβες και φθορές στον εξοπλισμό.
- Έλεγχος για οξειδώσεις.
- Παχυμέτρηση των βάσεων
- Μέτρηση της κλίσης των Φ/Β πλαισίων & γωνιών τοποθέτησης

Όλα τα σφάλματα θα πρέπει να αντιμετωπίζονται επί τόπου. Σε περίπτωση που από τον δειγματοληπτικό έλεγχο προκύψουν εκτεταμένα ευρήματα θα πρέπει η αποκατάσταση των συσφίξεων να γίνει για το σύνολο του εξοπλισμού στήριξης των Φ/Β πλαισίων.

Μετατροπείς Ισχύος DC/AC

Η συντήρηση των μετατροπέων ισχύος θα πραγματοποιείται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή κατά το χρονικό διάστημα που προβλέπει το σχετικό εγχειρίδιο καλής εγκατάστασης και λειτουργίας. Ο ακριβής προσδιορισμός των εργασιών θα γίνει από τον Ανάδοχο αναλόγως με τον τύπο του InverterDC/AC που θα έχει επιλεγεί και σύμφωνα με το εγχειρίδιο λειτουργίας.

Καλώδια

Όσον αφορά την καλωδίωση του συστήματος, γίνεται έλεγχος διαρροής ως προς γη (Riso), η οποία περιλαμβάνει τα Φ/Β πλαίσια, τους connectors μεταξύ των και μέχρι τους μετατροπείς ισχύος, τα καλώδια συνεχούς ρεύματος (DC) αλλά και τα AC καλώδια. Παράλληλα η οπτική επιθεώρηση των καλωδίων θα πρέπει να διακρίνει τυχόν βλάβη στη μόνωσή τους (π.χ. από ακτινοβολία UV, από τρωκτικά, κλπ). Ο σχετικός έλεγχος θα πραγματοποιείται κάθε εξάμηνο.

Οδεύσεις Καλωδίων

Θα πραγματοποιείται επιθεώρηση των δικτύων όδευσης των καλωδίων ήτοι των σχαρών, των σωλήνων, των φρεατίων κλπ. για την διάκριση κάποιας βλάβης του υλικού ή του τρόπου εγκατάστασής του ή την συσσώρευση εξωτερικών παραγόντων (π.χ. υγρασίας, χωμάτων, φωλιών εντόμων κ.λ.π.) και αποκατάστασή τους. Ο σχετικός έλεγχος θα πραγματοποιείται κάθε εξάμηνο.

Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός:

- Έλεγχος της στεγανότητας των πινάκων Χαμηλής Τάσης / κυτίων διασύνδεσης. Σε πιθανή περίπτωση αστοχίας της στεγανότητας ο ανάδοχος ακολουθεί την προβλεπόμενη διαδικασία (καθαρισμός του πίνακα, επαναστεγανοποίηση με σιλικόνη/επισκευή κ.λ.π.).
- Με το πέρας του χρόνου και την συνεχή λειτουργία έχει παρατηρηθεί η χαλάρωση των συνδέσεων στις ηλεκτρικές επαφές, στους πίνακες συνεχούς και εναλλασσομένου ρεύματος. Για το λόγο αυτό κατά την συντήρηση θα πραγματοποιηθεί σύσφιξη όλων των ηλεκτρικών επαφών και παράλληλα προβλέπεται η αποκατάσταση για τυχόν σφάλματα.
- Θερμογραφικός έλεγχος με χρήση θερμοκάμερας του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού των πινάκων και σχετική παράθεση φωτογραφικού υλικού τεκμηρίωσης της λειτουργίας εντός του εύρους των αποδεκτών θερμοκρασιών ή τυχόν δυσλειτουργίας/σφάλματος. Στην περίπτωση σφάλματος θα πρέπει να γίνεται καταγραφή και επίλυση του αίτιου που προκάλεσε την δυσλειτουργία/σφάλμα.

Οι σχετικοί έλεγχοι θα πραγματοποιούνται κάθε εξάμηνο.

Σύστημα Γείωσης & Αντικεραυνικής προστασίας

Αναφορικά με το σύστημα γείωσης και αντικεραυνικής προστασίας θα πρέπει να γίνεται επιθεώρηση και επιβεβαίωση των χαρακτηριστικών του συστήματος γείωσης και των ισοδυναμικών συνδέσεων μία φορά

κατά την καλοκαιρινή περίοδο (ξηρή περίοδος) με τη διαδικασία που προβλέπεται από το Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 και μία φορά και την χειμερινή περίοδο (υγρή περίοδος). Οι τιμές θα πρέπει να βρίσκονται εντός των επιθυμητών ορίων. Ο Ανάδοχος θα αποφαινεται για την αναγκαιότητα ενεργειών διόρθωσης ανάλογα με την κατάσταση του εξοπλισμού γείωσης και την μέτρηση της αντίστασης γείωσης. Ο Ανάδοχος οφείλει να επισκευάσει όλες τις βλάβες:

- Επισκευή ή αντικατάσταση των καλωδίων και των ενώσεων / συνδέσμων.
- Καθαρισμός και σφίξιμο των ενώσεων.
- Σε πιθανή αύξηση της αντίστασης γείωσης, θα λαμβάνεται κάθε δυνατό μέτρο ώστε η τιμή της να επανέλθει σε αποδεκτά επίπεδα.

Μετεωρολογικός εξοπλισμός

Η προληπτική συντήρηση περιλαμβάνει επιπλέον τις ακόλουθες εργασίες οι οποίες και θα εκτελούνται κάθε εξάμηνο στον μετρητικό εξοπλισμό των μετεωρολογικών δεδομένων:

- Έλεγχος της λειτουργίας του αισθητήρα θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Θα διεξάγεται οπτικός έλεγχος και καθαρισμός από σκόνη και ακαθαρσίες.
- Έλεγχος του αισθητήρα θερμοκρασίας Φ/Β πλαισίων. Θα διεξάγεται οπτικός έλεγχος του αισθητήρα θερμοκρασίας των Φ/Β πλαισίων και της καλωδίωσής του. Επιπλέον θα πραγματοποιείται και καθαρισμός του από σκόνη και ακαθαρσίες.
- Έλεγχος του μετρητή ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο. Θα διεξάγεται οπτικός έλεγχος του μετρητή ακτινοβολίας και της καλωδίωσής του. Επιπλέον θα γίνεται και καθαρισμός του από σκόνη και ακαθαρσίες.
- Έλεγχος του μετρητή ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο. Θα διεξάγεται οπτικός έλεγχος του μετρητή ακτινοβολίας και της καλωδίωσής του. Επιπλέον θα γίνεται και καθαρισμός του από σκόνη και ακαθαρσίες.
- Έλεγχος του ανεμόμετρου-ανεμοδείκτη. Θα διεξάγεται οπτικός έλεγχος του ανεμομέτρου- ανεμοδείκτη και της καλωδίωσής τους. Θα διεξάγεται ακουστικός έλεγχος για τυχόν φθορά στον κυλινδριοτριβέα (ρουλεμάν) τους. Επιπλέον θα γίνεται και καθαρισμός του από σκόνη και ακαθαρσίες.

Τεχνικός Έλεγχος & Συντήρηση Οικίσκου Ελέγχου και Σύνδεση με ΔΕΥΑ ΝΕΣΤΟΥ

Ο τεχνικός έλεγχος και η συντήρηση και των υποσταθμών Μέσης Τάσης θα περιλαμβάνει κατά ελάχιστο τις παρακάτω ετήσιες εργασίες:

A. Γείωση

- Μέτρηση Αντίστασης γείωσης Y/Σ (Ωm)

B. Πεδία Χ.Τ.:

- Μέτρηση και καταγραφή τάσης μεταξύ φάσεων και φάσεων – ουδετέρου.
- Έλεγχος αερισμού ψύξης χώρου Γενικό Πίνακα ΧΤ (ΓΠΧΤ).
- Έλεγχος για διαπίστωση τυχόν μηχανικών φθορών, υπερθέρμανσης ή διαβρώσεων
- Λειτουργικές δοκιμές
- Έλεγχοι συνδέσεων & συσφίξεις στους ζυγούς και στους συνδέσμους των καλωδίων στον Γενικό Πίνακα ΧΤ
- Έλεγχος σωστής σήμανσης πίνακα και γραμμών
- Έλεγχοι καλωδίων
- Οπτικοί έλεγχοι Πινάκων, Κυρίων και Βοηθητικών για φθορές, διάβρωση κ.λ.π. ελαττώματα.
- Καθαρισμοί δωματίου

Γ. Πεδία Μ.Τ.:

Για τη συντήρηση της Μέσης τάσης και του Υποσταθμού ο ανάδοχος θα καταθέσει αναφορά για τον τρόπο και τις ενέργειες της συντήρησης.

Επιθεώρηση Περιβάλλοντος χώρου & Περίφραξης

- Χλοοκοπή των γηπέδων εγκατάστασης των βάσεων Φ/Β πλαισίων με ιδία μηχανικά μέσα μία φορά το εξάμηνο.
- Επιθεώρηση της περίφραξης και αποκατάσταση τυχόν φθορών.
- Επιθεώρηση καλής λειτουργίας περιμετρικού φωτισμού.

17.3.2 Εργασίες επισκευής βλαβών εκτός προγραμματισμένης συντήρησης

Οι εργασίες διορθωτικής συντήρησης, σε αντίθεση με τις προληπτικές, είναι εργασίες αναγνώρισης και επιδιόρθωσης σφαλμάτων/βλαβών και εκτελούνται όταν παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα που τις επιβάλλει. Ο προσφέρων γνωρίζει όλες τις σχετικές συμβάσεις και εγγυήσεις που ισχύουν σχετικά με τα συστήματα και με βάση αυτές θα συντονίζει και θα εκτελεί την επισκευή. Ο Ανάδοχος αναλαμβάνει, καθ' όλη την διάρκεια της περιόδου «Προληπτικής Λειτουργίας και Συντήρησης», την υποχρέωση να ανταποκρίνεται σε περίπτωση βλάβης εντός σαράντα οκτώ(48) ωρών από τον εντοπισμό της βλάβης ή υπολειτουργίας από τον Ανάδοχο και την άμεση ειδοποίηση του υπευθύνου της ΔΕΥΑ ΝΕΣΤΟΥ, εφόσον η ειδοποίηση έγινε από Δευτέρα μέχρι Παρασκευή σε εργάσιμες ημέρες και στο διάστημα από 08:00 έως 17:00 ή εντός 24ωρών από το πρωί (08:00 π.μ.) της επόμενης εργάσιμης ημέρας εφόσον η ειδοποίηση έγινε εκτός των πιο πάνω ημερών και ωρών. Η ανωτέρω προθεσμία μπορεί να παραταθεί, έπειτα από έγκριση της Υπηρεσίας, για λόγους δυσμενών καιρικών συνθηκών ή άλλων αιτιών που καθιστούν αδύνατη ή επικίνδυνη την εκτέλεση ηλεκτρολογικών εργασιών ή για λόγους ανωτέρας βίας.

Όπως έχει ήδη προδιαγραφεί κατά το πρώτο και δεύτερο έτος της περιόδου Λειτουργίας και Συντήρησης, το οποίο είναι παράλληλα σε ισχύ με την περίοδο Εγγύησης Καλής Εκτέλεσης (Εγγυημένης Λειτουργίας

Προμήθειας), ο Ανάδοχος θα είναι υπεύθυνος για την αντικατάσταση εξαρτημάτων και εξοπλισμού του Φ/Β Σταθμού που υπόκεινται σε φθορά, με καινούρια (εκτός της περίπτωσης των αντιστροφέων ισχύος AC/DC όπου μπορούν να εγκατασταθούν και ανακατασκευασμένοι από τον κατασκευαστή inverters) και με δικές του δαπάνες. Για τα νέα εξαρτήματα ο χρόνος εγγύησης ανανεώνεται από τη στιγμή της ενσωμάτωσής τους στο Φ/Β Σταθμό. Ο Ανάδοχος για το ανωτέρω χρονικό διάστημα είναι υπεύθυνος και θα αποκαθιστά με δικές του δαπάνες (εκτός και αν περιγράφεται στην παρούσα το αντίθετο), άμεσα, οποιαδήποτε ζημιά προκύπτει στον Φ/Β Σταθμό συμπεριλαμβανομένων τυχόν ελαττωμάτων του Φ/Β Σταθμού.