



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΝΟΜΟΣ ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ
ΔΗΜΟΣ ΜΕΣΣΗΝΗΣ
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΜΕΣΣΗΝΗΣ

«ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΑΥΤΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΙΣΧΥΟΣ 848,01 ΚΩΡ ΕΠΙ
ΕΔΑΦΟΥΣ ΔΕΥΑΜ»

**Παράρτημα ΙΙΙ: Τεχνικές Προδιαγραφές Μηχανολογικών
Εργασιών**

Περιεχόμενα

1	Σκοπός του Έργου	1
2	Προδιαγραφές Έργου	2
2.1	Πρότυπα	2
2.2	Προδιαγραφές Φωτοβολταϊκών Πλαισίων	2
2.2.1	Προδιαγραφές Εγκατάστασης Φωτοβολταϊκών Πλαισίων	5
2.3	Προδιαγραφές συστήματος Αντιστροφών	6
2.3.1	Προδιαγραφές Αντιστροφών Ισχύος	7
2.3.2	Προδιαγραφές βελτιστοποιητών ισχύος DC (DC power optimizers)	9
2.3.3	Προδιαγραφές συστήματος παρακολούθησης και καταγραφής.....	10
2.3.4	Προδιαγραφές Εγκατάστασης Αντιστροφών ισχύος	10
2.4	Προδιαγραφές βάσεων στήριξης.....	10
2.4.1	Προδιαγραφές Εγκατάστασης Βάσεων Στήριξης	12
2.5	Προδιαγραφές Πινάκων Συνεχούς Ρεύματος DC.....	13
2.6	Προδιαγραφές Δικτύου Διανομής Συνεχούς Ρεύματος (DC)	13
2.6.1	Προδιαγραφές Εγκατάστασης Δικτύου Διανομής Συνεχούς Ρεύματος (DC).....	14
2.6.2	Προδιαγραφές Δικτύου Διανομής Συνεχούς Ρεύματος (DC) από πίνακες DC προς αντιστροφείς.....	17
2.7	Προδιαγραφές Δικτύου Διανομής Εναλλασσόμενου Ρεύματος (AC) Χαμηλής Τάσης.....	17
2.8	Προδιαγραφές Δικτύου Διανομής Μέσης Τάσης	18
2.9	Προδιαγραφές Όδευσης – Φρεάτια – Συνδέσεις καλωδίων	18
2.9.1	Σωλήνες οδεύσεως εντός εδάφους.....	19
2.9.2	Σωλήνες οδεύσεως εκτός εδάφους.....	19
2.9.3	Προδιαγραφές χάνδακα – ορύγματος οδεύσεων καλωδίων.....	19
2.9.4	Όδευση καλωδιώσεων ασθενών ρευμάτων	21
2.10	Σήμανση καλωδιώσεων και εξοπλισμού	22
2.11	Προδιαγραφές Γειώσεων, Εξωτερικής Προστασίας, Ισοδυναμικής Προστασίας του Σταθμού	22
2.11.1	Γενική σχεδίαση.....	22
2.11.2	Εσωτερικό και εξωτερικό ΣΑΠ	22
2.11.3	Προστασία από υπερτάσεις	23
2.11.4	Σύστημα γείωσης.....	24
2.11.5	Ισοδυναμικές συνδέσεις.....	24
2.12	Εσωτερικό ΣΑΠ	25
2.13	Προδιαγραφές Περιφερειακού Εξοπλισμού	26
2.13.1	Σύστημα Καταγραφής Απόδοσης & Λειτουργίας Αντιστροφών.....	26

2.13.2	Σύστημα Συναγερμού	27
2.13.3	Σύστημα Παρακολούθησης Κλειστού Κυκλώματος Τηλεόρασης (C.C.T.V.)	28
2.13.4	Περιμετρικός Φωτισμός	29
2.13.5	Περίφραξη – Πόρτες εισόδου	30
2.14	Προδιαγραφές Υποσταθμού Μέσης Τάσης	31
2.14.1	Καλωδίωση ΜΤ	32
2.14.2	Πίνακας Μέσης Τάσης	32
2.14.3	Αυτόματος Διακόπτης Διασύνδεσης	34
2.14.4	Μετασχηματιστής	35
2.14.5	Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης (ΓΠ-ΧΤ)	35
2.15	Σύνδεση με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ	36
2.16	Έλεγχοι ολοκλήρωσης για οριστική παραλαβή του Έργου	36
2.17	Έλεγχος κατά την ολοκλήρωση της περιόδου Καλής Λειτουργίας	36
2.18	Λειτουργία & Συντήρηση Φ/Β Σταθμού	37
2.18.1	Λειτουργία Φ/Β Σταθμού	37
2.18.2	Συντήρηση Φ/Β Σταθμού	38
3	Φ/Β σύστημα	44
3.1	Μετεωρολογικές Συνθήκες	44
3.2	Βασικές Απαιτήσεις σχεδιασμού	44
3.3	Ειδικές απαιτήσεις από τον Διαγωνιζόμενο	45
3.4	Χωροθέτηση Φ/Β συστήματος	46
3.4.1	Παρεμβάσεις στον χώρο εγκατάστασης	46
3.4.2	Βάσεις στήριξης	46
3.4.3	Χωροθέτηση Φωτοβολταϊκών πλαισίων	48
3.4.5	Θέση αντιστροφών	49
3.5	Διαστασιολόγηση Φ/Β συστήματος	50
3.5.1	Στοιχειοσειρές Φ/Β συστήματος	50
3.6	Δίκτυο Διανομής Συνεχούς Ρεύματος (DC)	55
3.6.1	Πίνακες Συνεχούς Ρεύματος DC	55
3.6.2	Δίκτυο Διανομής Συνεχούς Ρεύματος (DC) από στοιχειοσειρές προς πίνακες Συνεχούς Ρεύματος	56
3.6.3	Δίκτυο Διανομής Συνεχούς Ρεύματος (DC) από πίνακες Συνεχούς Ρεύματος προς αντιστροφείς	59
3.7	Δίκτυο Διανομής Εναλλασσόμενου Ρεύματος Χαμηλής Τάσης (AC)	59
3.8	Υπολογισμοί καλωδίων	60
3.8.1	Υπολογισμοί καλωδίων Συνεχούς Ρεύματος	60

3.8.2	Υπολογισμοί καλωδίων Ρεύματος Μέσης Τάσης	64
3.8.3	Υπολογισμοί καλωδίων Εναλλασσόμενου Ρεύματος Χαμηλής Τάσης.....	66
4	Υπολογισμοί προστασίας γραμμών	68
4.1	Υπολογισμοί προστασίας γραμμών συνεχούς ρεύματος	68
4.1.1	Υπολογισμοί προστασίας γραμμών στοιχειοσειρών.....	68
4.2	Υπολογισμοί προστασίας γραμμών εναλλασσομένου ρεύματος	69
4.2.1	Υπολογισμοί προστασίας γραμμών εναλλασσομένου ρεύματος αντιστροφών.....	69
4.2.2	Υπολογισμοί προστασίας Γενικού Πίνακα Χαμηλής τάσης	69
4.2.3	Υπολογισμοί προστασίας Ιδιοκαταναλώσεις	69
5	Γειώσεις, Εξωτερική Προστασία, Ισοδυναμικές Προστασίες του Συστήματος.....	70
5.1	Γενική σχεδίαση.....	70
5.1.1	Επιλογή στάθμης προστασίας	70
5.2	Εσωτερικό και εξωτερικό ΣΑΠ	71
5.3	Προστασία από υπερτάσεις.....	72
5.4	Εξωτερικό ΣΑΠ	73
5.4.1	Συλλεκτήριο σύστημα.....	73
5.4.2	Σύστημα γείωσης.....	75
5.4.3	Αγωγοί καθόδου	76
5.4.4	Ισοδυναμικές συνδέσεις.....	76
5.5	Εσωτερικό ΣΑΠ.....	77
6	Περιφερειακός Εξοπλισμός.....	78
6.1	Σύστημα Συναγερμού	78
6.2	Σύστημα Παρακολούθησης Κλειστού Κυκλώματος Τηλεόρασης (C.C.T.V.)	79
6.3	Περιμετρικός Φωτισμός	80
6.4	Περίφραξη – Πόρτες εισόδου	81
7	Υποσταθμός Μέσης Τάσης.....	82
7.1	Καλωδίωση ΜΤ.....	84
7.2	Πίνακας Μέσης Τάσης.....	84
7.2.1	Γενική περιγραφή.....	84
7.2.2	Πεδία ΜΤ.....	84
7.3	Αυτόματος Διακόπτης Διασύνδεσης	86
7.4	Μετασχηματιστής	87
7.5	Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης (ΓΠ-ΧΤ)	87
7.6	Δοκιμές	88

1 Σκοπός του Έργου

Το παρόν έργο εντάσσεται στην συνολική προσπάθεια της ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΜΕΣΣΗΝΗΣ (ΔΕΥΑΜ) για εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Ο αντίκτυπος της είναι ιδιαίτερα σημαντικός τόσο σε οικονομικό όσο και σε περιβαλλοντικό επίπεδο και είναι σε πλήρη εναρμόνιση με τις Εθνικές και Ευρωπαϊκές πολιτικές για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Με το παρόν έργο η ΔΕΥΑΜ στοχεύει στην:

- Μείωση της ρύπανσης του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος, τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του πληθυσμού και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής με την υλοποίηση έργων εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.
- Εξοικονόμηση Ηλεκτρικής Ενέργειας
- Μείωση της έντασης της ενεργειακής κατανάλωσης της ΔΕΥΑΜ η οποία αποτελεί ένα δημόσιο φορέα με υψηλό ενεργειακό κόστος λειτουργίας
- Μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μέσω μείωσης των εκπομπών των αερίων που προκαλούν την κλιματική αλλαγή
- Μείωση λειτουργικού κόστους της ΔΕΥΑΜ
- Ενεργειακή αναβάθμιση της ΔΕΥΑΜ

Στα ανωτέρω πλαίσια, στη θέση «ΓΟΥΡΝΙΤΣΕΣ» της Τ.Κ. ΑΝΔΡΙΑΝΗΣ, του Δ.Δ. ΑΙΠΕΙΑΣ, του Δήμου ΜΕΣΣΗΝΗΣ της Περιφερειακής Ενότητας Μεσσηνίας, θα υλοποιηθεί Φωτοβολταϊκός (Φ/Β) Σταθμός από αυτοπαραγωγή με εφαρμογή εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού, σύμφωνα με το άρθρο 14Α του ν. 3468/2006 όπως ισχύει και την Υ.Α. ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/15084/382 ΦΕΚ Β' 759/05.03.2019, ονομαστικής ισχύος 848,01 kWp, ο οποίος θα διασυνδεθεί στο δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ.

Ο Φ/Β σταθμός θα εγκατασταθεί σε γήπεδο ιδιοκτησίας Δήμου Μεσσήνης, συνολικής επιφάνειας 8.170,89 τ.μ.

Για την εγκατάσταση του Φ/Β σταθμού έχει συνταχθεί ιδιωτικό συμφωνητικό δωρεάν παραχώρησης μακράς διάρκειας, μεταξύ του Δήμου Μεσσήνης και της Δ.Ε.Υ.Α.Μ. την 2/3/2022.

2 Προδιαγραφές Έργου

Το έργο που θα υλοποιηθεί αποτελεί ένα διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σταθμό με το δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο. Λόγω της εγκατεστημένης ισχύος του θα απαιτηθεί διασύνδεση του με την Μέση Τάση του Δημόσιου Ηλεκτρικού Δικτύου με χρήση μετασχηματιστή ανύψωσης 0,4/20 kV. Θα πρέπει να πληροί όλους του σχετικούς κανονισμούς του ΔΕΔΔΗΕ. Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση θα πρέπει να συμμορφώνεται με τον ισχύοντα Κανονισμό εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και το πρότυπο ΕΛΟΤ60634. Επίσης, θα πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις των διεθνών προτύπων IEC 6063-7-12 και IEC61727. Αντίστοιχα κάθε τμήμα του Σταθμού θα πρέπει να πληροί τις σχετικές προδιαγραφές και πρότυπα που αναφέρονται στις ακόλουθες παραγράφους.

2.1 Πρότυπα

Τα ακόλουθα πρότυπα θα ακολουθηθούν:

- Το πρότυπο σχεδιασμού του Φ/Β συστήματος ακολουθεί το πρότυπο IEC 62548:2016“ Photovoltaic (PV) arrays – Design requirements”
- Κατά την τεκμηρίωση και τον έλεγχο του έργου Φ/Β συστήματος θα ακολουθηθεί το πρότυπο IEC 62446-2 “Photovoltaic (PV) Systems –Requirements for testing, documentation and maintenance”
- Το πρότυπο αντικεραυνικής προστασίας είναι IEC 62305
- Όλη η εγκατάσταση θα ικανοποιεί το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 και HD60634 (IEC60364). Συγκεκριμένα ο σχεδιασμός, η εγκατάσταση και η επαλήθευση του φωτοβολταϊκού συστήματος, πρέπει να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις:
 - ❖ IEC 60364-1,
 - ❖ IEC 60364-4 (όλα τα τμήματα),
 - ❖ IEC 60364-5 (όλα τα τμήματα), και
 - ❖ IEC 60364-6.
 - ❖ IEC 60364-7-712
- IEC 60364-7-712 «Low voltage electrical installations – Part 7-71 2: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems»
- IEC 61643-32:2017 «Low Voltage Surge Protective Devices Part 32 Surge Protective Devices Connected to the d c Side of Photovoltaic Installations- Selection and application principles»
- IEC 61643-12 «Selection of surger protective devices for low-voltage systems connected to overhead lines»

2.2 Προδιαγραφές Φωτοβολταϊκών Πλαισίων

Τα φωτοβολταϊκά θα είναι μονοκρυσταλλικά (κρυσταλλικού πυριτίου) διπλής όψευς (bifacial), αρχιτεκτονικής μισής κυψέλης (half cells). Θα πρέπει να διαθέτουν τουλάχιστον 9 Busbars.

Ο βαθμός απόδοσης τους θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή ίσος του 21% με βάση την επιφάνεια του Φ/Β πλαισίου. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα είναι καινούργια και πρόσφατης κατασκευής όχι μεγαλύτερης των δύο ετών κατά την εγκατάστασή τους. Η ημερομηνία κατασκευής τους θα πιστοποιείται με έγγραφο του κατασκευαστή.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα πρέπει να είναι όλα του ίδιου κατασκευαστή, να ανήκουν στην ίδια σειρά, όπως προκύπτει από την επίσημη κατηγοριοποίηση του κατασκευαστή, να

είναι της ίδιας ονομαστικής ισχύος και ίδιων ηλεκτρικών χαρακτηριστικών, να έχουν ίδιο αριθμό και τύπο κυψελών και θα πρέπει να έχουν τις ίδιες γεωμετρικές διαστάσεις.

Κατά την παράδοσή τους, ή πριν από αυτή, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα πρέπει συνοδεύονται από Flash Reports όπου θα αναγράφεται η «Flashed Ισχύς» τους όπως θα μετράται για το καθένα χωριστά (σε συνδυασμό με το μοναδικό αριθμό κατασκευαστή – bar code) πριν από την έξοδό τους από το εργοστάσιο κατασκευής τους.

Κάθε Φ/Β πλαίσιο θα πρέπει να φέρει ευανάγνωστη πινακίδα η οποία θα είναι τοποθετημένη στην πίσω πλευρά του και η οποία θα αναφέρει τουλάχιστον τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Κατασκευαστή και τύπο
- Μέγιστη ονομαστική ισχύ (P_{nom})
- Τάση στην μέγιστη ονομαστική ισχύ (V_{mpp})
- Ένταση στη μέγιστη ονομαστική ισχύ (I_{mp})
- Ένταση βραχυκύκλωσης (I_{sc})
- Τάση ανοικτού κυκλώματος (V_{oc})
- Σειριακό αριθμό (Serial Number)
- Ο Διεθνής οργανισμός και τα πρότυπα βάσει του οποίου γίνεται η πιστοποίηση του προϊόντος.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω προδιαγραφές πιστοποιημένες από αναγνωρισμένο φορέα (ή αντίστοιχες):

- IEC 61215-1, και IEC 61215-2 “Design qualification and type approval for crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules “ για τα πολυκρυσταλλικά ή μονοκρυσταλλικά πλαίσια
- IEC 61730-1, και IEC 61730-2, EN-61730-1:2007, EN-61730-2:2007 “Photovoltaic (PV) module safety qualification” (Application class A – safety class II)
- 2014/35/EU: Δήλωση Συμμόρφωσης
- IEC 61701 salt mist corrosion test - severity level 6.
- Διαδικασίες παραγωγής πιστοποιημένες κατά ISO 9001 και ISO 14001.
- Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα πρέπει ακόμη να διαθέτουν «Declaration of conformity CE» του κατασκευαστή σύμφωνα με την Directive 2014/30/EU (Electro Magnetic Compatibility Device) και Directive 2014/35/EU (Low Voltage Directive)
- Πιστοποίηση εκπλήρωσης του “Ammonia Resistance Test” σύμφωνα με το IEC61716
- Πιστοποίηση για αντοχή στο φαινόμενο PID σύμφωνα με το IEC62804-1

Θα πρέπει να συνοδεύονται από εγγύηση προϊόντος μεγαλύτερη ή ίση των 12 ετών. Επίσης θα πρέπει να συνοδεύονται από εγγύηση απόδοσης η οποία θα είναι τουλάχιστον 97% της ονομαστικής ισχύος για τα πρώτα δύο έτη, 92% της ονομαστικής ισχύος για τα πρώτα 10 έτη και τουλάχιστο 84% της ονομαστικής ισχύος μέχρι τα 25 έτη.

Η εγγυήσεις θα πρέπει να παρέχονται από την ίδια την κατασκευάστρια εταιρεία, η οποία εδρεύει εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ο κατασκευαστής θα πρέπει να διαθέτει Πιστοποιητικό ISO 9001 και ISO 14001 και ISO 18001.

Η μηχανική αντοχή τους πρέπει να είναι ίση ή μεγαλύτερη των 5400 Pa.

Η πιστοποίηση των φωτοβολταϊκών πλαισίων κατά IEC 61730 θα πρέπει να είναι:

- Fire Safety Class: A (κατά IEC 61730)
- Μέγιστη επιτρεπόμενη τάση ίση ή μεγαλύτερη των 1000 V DC
- Safety Class II

Το θερμοκρασιακό πεδίο λειτουργίας των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα πρέπει να είναι από τους -40°C μέχρι τους $+85^{\circ}\text{C}$.

Το μεταλλικό πλαίσιο των Φ/Β πρέπει να είναι ανοδιωμένο αλουμίνιο.

Οι ακροδέκτες των Φ/Β πλαισίων να είναι τύπο MC4.

Ο βαθμός στεγανότητας του κυτίου διασύνδεσής να είναι τουλάχιστον IP67.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα πρέπει ακόμη να διαθέτουν απαραίτητως, τουλάχιστον τρεις (3) τουλάχιστον διόδους παράκαμψης (by-pass diodes).

Ο θερμοκρασιακός συντελεστής ισχύος θα πρέπει να μικρότερος ή ίσος του $-0.36\%/^{\circ}\text{C}$

Θα πρέπει να αναφέρεται το εργοστάσιο κατασκευής των φωτοβολταϊκών πλαισίων και το οποίο θα πρέπει να δηλώνει τον προμηθευτή των Φ/Β κυψελών (cells) ή των αντιστοιχών Φ/Β στοιχείων (αναλόγως του τύπου κατασκευής του Φ/Β στοιχείου) και την χώρα κατασκευής ή σε περίπτωση κατασκευής από τον ίδιο, να δηλώνεται σχετικά.

Να υπάρχει και παραδοθεί εγχειρίδιο εγκατάστασης των Φ/Β πλαισίων στο οποίο οφείλει να συμμορφωθεί ο Ανάδοχος.

Να υπάρχει κατάλληλο σημείο στο Φ/Β πλαίσιο για την τοποθέτησης της γείωσης του πλαισίου αλουμινίου.

Η αναγωγή των προδιαγραφών των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα γίνεται στις Τυπικές

Συνθήκες Δοκιμής (Standard Test Conditions), δηλαδή:

- Ηλιακή ακτινοβολία : 1000 W/m^2
- Θερμοκρασία κυψέλης 25° C
- Αερομάζα AM=1.5

Κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο θα πρέπει να φέρει ευανάγνωστη πινακίδα η οποία θα είναι τοποθετημένη στην πίσω πλευρά της και θα αναφέρει τουλάχιστον τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Τύπος και κατασκευαστής,
- Μέγιστη ονομαστική ισχύς,
- Τάση στην μέγιστη ονομαστική ισχύ,
- Ένταση στη μέγιστη ονομαστική ισχύ,
- Ένταση βραχυκύκλωσης,
- Τάση ανοικτού κυκλώματος,
- Αριθμός σειράς παραγωγής (Serial Number),
- Ο Διεθνής οργανισμός και τα πρότυπα βάσει του οποίου γίνεται η πιστοποίηση του προϊόντος.

Οι αποδόσεις των Φ/Β πλαισίων θα πρέπει να αναφέρονται στα αντίστοιχα τεχνικά φυλλάδια και να συνοδεύονται από πιστοποιητικό εγκεκριμένου φορέα πιστοποίησης. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε πάνελ θα προκύπτουν από τα αντίστοιχα φυλλάδια του κατασκευαστή και θα περιλαμβάνουν κατ' ελάχιστο τα εξής μεγέθη:

- Φυσικά χαρακτηριστικά :
 - ❖ Βάρος
 - ❖ Διαστάσεις
 - ❖ Αριθμός, τύπος και διαστάσεις κυψελών
 - ❖ Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας
 - ❖ Μέγιστη μηχανική καταπόνηση κατά IEC EN 61215
 - ❖ Υλικό πλαισίου
 - ❖ Υλικό αντανάκλασης
 - ❖ Αριθμός και χαρακτηριστικά διόδων παράκαμψης (by-pass)
 - ❖ Αριθμός και χαρακτηριστικά κυτίου σύνδεσης
- Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά τόσο σε Τυπικές Συνθήκες Δοκιμής (Standard Test Conditions) όσο και σε συνθήκες ονομαστικής θερμοκρασίας λειτουργίας κυψελών NOCT (Normal Operation Cell Temperature),
 - ❖ Ονομαστική μέγιστη ισχύς
 - ❖ Ονομαστική ενεργειακή απόδοση
 - ❖ Ονομαστική τάση σημείου μέγιστης ισχύος
 - ❖ Ονομαστικό ρεύμα σημείου μέγιστης ισχύος
 - ❖ Τάση ανοιχτού κυκλώματος
 - ❖ Ρεύμα βραχυκυκλώματος

Επίσης θα πρέπει να αναφέρονται και τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Απόκλιση από ονομαστική ισχύ εξόδου
- Συντελεστές θερμοκρασίας I_{sc} , V_{oc} και P_{max}
- Παράγοντας πλήρωσης (Fill Factor, min. 73%)
- Μέγιστη επιτρεπτή τάση
- Μέγιστο επιτρεπόμενο ανάστροφο ρεύμα
- Ανοχές μετρούμενων ηλεκτρικών μεγεθών
- Εύρος θερμοκρασιακής λειτουργίας.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά θα συνοδεύονται απαραίτητως από γραφήματα χαρακτηριστικών καμπυλών τάσης-ισχύος-έντασης για διάφορες στάθμες θερμοκρασίας λειτουργίας και έντασης ηλιακής ακτινοβολίας.

2.2.1 Προδιαγραφές Εγκατάστασης Φωτοβολταϊκών Πλαισίων

Κατά την εγκατάσταση των Φ/Β πλαισίων θα πρέπει να τηρούνται στο απόλυτο τα ακόλουθα:

- Ο Ανάδοχος θα πρέπει να φροντίζει ώστε το προσωπικό του να λαμβάνει και να τηρεί όλες τις απαραίτητες προφυλάξεις και μέτρα ασφαλείας επιτάσσει η Ελληνική Νομοθεσία και οι Τεχνικοί Κανονισμοί Ασφαλούς Εργασίας για την εργασία υπό τάση.
- Πριν την τοποθέτηση του κάθε Φ/Β πλαισίου, θα πρέπει να ελέγχεται οπτικά η καλή κατάσταση του σε όλα τα σημεία του (εμπρός επιφάνεια, πίσω επιφάνεια, καλώδια, κυτίο διασύνδεσης ακροδέκτες κλπ.)

- Τα Φ/Β 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 καλώδια τους ή από το κυτίο διασύνδεσης.
- Τα Φ/Β πλαίσια δεν θα πρέπει να υπόκεινται σε κανενός είδους κάμψη, στρέψη ή άλλη καταπόνηση ενάντια στις οδηγίες του κατασκευαστή και το εγχειρίδιο εγκατάστασης.
- Δεν θα πρέπει να γίνεται καμία εφαρμογή φόρτισης επί της επιφάνειας των Φ/Β πλαισίων.
- Ιδιαίτερη μέριμνα θα πρέπει να δοθεί, ώστε να μη υπάρχουν επαφές ή κρούσεις στην πίσω επιφάνεια των Φ/Β πλαισίων
- Τα Φ/Β πλαίσια δεν θα πρέπει να μαρκάρονται με αιχμηρά αντικείμενα.
- Μεταξύ των Φ/Β πλαισίων θα πρέπει να υπάρχει διαθέσιμη ελάχιστη απόσταση ίση ή μεγαλύτερη από δεκαπέντε (15) χιλιοστά (mm) προκειμένου μπορεί να απορροφούνται θερμικές διαστολές.
- Ο τρόπος εγκατάστασης των Φ/Β πλαισίων θα πρέπει να ακολουθεί τις οδηγίες του κατασκευαστή αναφορικά με την στήριξη τους στις μεταλλικές βάσεις στήριξης.
- Οι σύνδεσμοι στήριξης (clamps) των Φ/Β πλαισίων θα πρέπει να είναι, σε είδος και αριθμό, κατάλληλοι για την στήριξη των Φ/Β πλαισίων και να τοποθετούνται εντός του εύρους που ορίζεται σύμφωνα με το εγχειρίδιο εγκατάστασης του κατασκευαστή.

2.3 Προδιαγραφές συστήματος Αντιστροφών

Λόγω του περιορισμένου χώρου εγκατάστασης, αναμένονται να υπάρχουν σκιάσεις στα Φ/Β πλαίσια. Επίσης η χρήση Φ/Β πλαισίων διπλής όψευς, δημιουργεί σημαντικές απώλειες λόγω μη ταιριάσματος (mismatch) των πλαισίων μια στοιχειοσειράς, καθώς αναμένονται διαφορετικά επίπεδα ακτινοβολίας λόγω ανάκλασης στην πίσω πλευρά του κάθε Φ/Β πλαισίου σε σχέση με τα υπόλοιπα. Η ακτινοβολία στην πίσω πλευρά των Φ/Β πλαισίων είναι λιγότερη ομοιόμορφη σε σχέση με την εμπρός πλευρά κυρίως λόγω:

- μη ομοιόμορφης επιφάνειας κάτω από τα Φ/Β πλαίσια
- της γωνίας του ήλιου την σκίαση από το ίδιο το Φ/Β πλαίσιο ή την σκίαση από άλλα Φ/Β πλαίσια, τις βάσεις στήριξης κλπ.
- Διαφορές στην ακτινοβολία μεταξύ των Φ/Β πλαισίων στα άκρα του τραπεζιού της βάσης στήριξης σε σχέση με αυτά στο μέση

Οι παραπάνω λόγοι έχουν οδηγήσει στην ανάγκη το σύστημα των αντιστροφών να είναι αρχιτεκτονικής MLPE (Module Level Power Electronics), δηλαδή Ηλεκτρονικά Ισχύος σε Επίπεδο Μονάδας. Πρόκειται για συσκευές που μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα για τη βελτίωση της απόδοσής του σε ορισμένες συνθήκες και για την επίτευξη μιας σειράς άλλων πλεονεκτημάτων ηλιακής σχεδίασης. Το MLPE περιλαμβάνει μικρο-αντιστροφών (microinverters) και βελτιστοποιητές ισχύος DC (DC power optimizers). Καθώς η λύση των μικρο-αντιστροφών απαιτεί σημαντική χρήση καλωδίων εναλλασσόμενου ρεύματος σε ένα τέτοιο μεγάλο έργο, προκρίνεται η χρήση των βελτιστοποιητές ισχύος DC (DC power optimizers).

Απαιτείται λοιπόν στο παρόν έργο η χρήση βελτιστοποιητών ισχύος DC (DC power optimizers) σε επίπεδο Φ/Β πλαισίου, τα οποία θα εγκαθίστανται σε κάθε Φ/Β πλαίσιο και θα οδηγούν στην ανεξάρτητη λειτουργία του κάθε Φ/Β πλαισίου από τα υπόλοιπα της στοιχειοσειράς του. Απαιτείται δηλαδή ο Ανιχνευτής Σημείου Μέγιστης Ισχύος (MPPT) να

είναι στο επίπεδο Φ/Β πλαισίου και όχι στοιχειοσειράς, όπως είναι στους παραδοσιακούς αντιστροφείς.

Το σύστημα που θα προταθεί (αντιστροφείς, βελτιστοποιητές ισχύος DC, σύστημα παρακολούθησης και καταγραφής) θα πρέπει να είναι του ίδιου κατασκευαστή και να διαθέτει τα ακόλουθα μέτρα ασφαλείας:

- Να διασφαλίζει ότι η τάση συνεχούς ρεύματος του συστήματος μειώνεται σε ασφαλές επίπεδο όταν το σύστημα απενεργοποιείται, εντός πέντε λεπτών
- Να επιτρέπει τη γρήγορη εκφόρτιση των αγωγών σε ασφαλή επίπεδα τάσης, εντός 30 δευτερολέπτων
- Να παρέχει τη δυνατότητα ανίχνευσης και τερματισμού τόξου μέσω διακοπής λειτουργίας του αντιστροφέα
- Να στέλνει αυτόματες ειδοποιήσεις για ζητήματα συστήματος, αποτρέποντας πιθανούς κινδύνους για την ασφάλεια
- Να διαθέτει θερμικούς αισθητήρες στους βελτιστοποιητές ισχύος DC που να ανιχνεύουν θερμοκρασία πάνω από το όριο των 85°C

2.3.1 Προδιαγραφές Αντιστροφικών Ισχύος

Οι αντιστροφείς ισχύος (Inverters) θα πρέπει να είναι κατάλληλοι για λειτουργία σε εσωτερικό και εξωτερικό χώρο. Για τον λόγο αυτόν θα πρέπει να έχει επαρκή προστασία έναντι καιρικών συνθηκών (θερμοκρασία, υγρασία, σκόνη, ηλιακή ακτινοβολία κλπ) με κατηγορία στεγανότητας τουλάχιστον IP 65.

Η συνολική ισχύς των αντιστροφικών θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη της εγκατεστημένης ισχύος του Φ/Β σταθμού, ενώ θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η πρόσθετη ισχύ λόγω της διπλής όψευς (bifacial). Η πρόσθετη αυτή ισχύς θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 15 %.

Θα πρέπει να πληρούν όλες τις σχετικές προδιαγραφές του ΔΕΔΔΗΕ για διασύνδεση με το Ελληνικό δημόσιο ηλεκτρικό δίκτυο της ηπειρωτικής χώρας ώστε:

- οι ρυθμίσεις των ορίων τάσης στην έξοδο του αντιστροφέα σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν για την τάση το +15% έως -20% της ονομαστικής τάσης (230 V).
- οι ρυθμίσεις των ορίων συχνότητας στην έξοδο του αντιστροφέα θα έχει μέγιστη διακύμανση +/- 0,5 Hz.
- σε περίπτωση υπέρβασης των πιο πάνω ορίων ο αντιστροφέας θα τίθεται εκτός (αυτόματη απόζευξη) με τις ακόλουθες περιοριστικές χρονικές ρυθμίσεις :
- Θέση εκτός λειτουργίας του αντιστροφέα σε 0,5 δευτερόλεπτα.
- Επανάζευξη του αντιστροφέα μετά από 3 λεπτά.
- σε περίπτωση αντιστροφέα χωρίς Μ/Σ θα πρέπει η μέγιστη τιμή εγχεόμενου Σ.Ρ. στο ηλεκτρικό δίκτυο να είναι μικρότερη του 0.5% της τιμής του ονομαστικού ρεύματος εξόδου του μετατροπέα.

Κάθε αντιστροφέας θα συνοδεύεται υποχρεωτικά από βεβαίωση ότι διαθέτει προστασία έναντι νησιδοποίησης σύμφωνα με το πρότυπο VDE 0126-1-1 ή ισοδύναμης μεθόδου (βεβαίωση τύπου από ανεξάρτητο πιστοποιημένο εργαστήριο).

Ο βαθμός απόδοσης του κάθε αντιστροφέα θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή ίσος από 98.3%, ο Ευρωπαϊκός βαθμός απόδοσης του κάθε αντιστροφέα θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή ίσος από 98%

Επίσης οι αντιστροφείς θα πρέπει:

- Ο κάθε αντιστροφέας θα είναι τριφασικός με ονομαστική τάση λειτουργίας 400 V AC
- Όλοι οι αντιστροφείς θα πρέπει να είναι του ιδίου κατασκευαστή.
- Να δίδεται εγγύηση υλικού και προϊόντος για τουλάχιστον 12 χρόνια
- Να έχουν δυνατότητα για εξωτερική και εσωτερική τοποθέτηση με βαθμό προστασίας ίσο η μεγαλύτερο άνω του IP65
- Να μπορούν να λειτουργούν σε επίπεδα υγρασίας έως και 95 %, χωρίς συμπύκνωση.
- Η τάση εξόδου τους AC να είναι 400 V πολική και 230 V φασική
- Να διαθέτουν απαγωγούς κρουστικών υπερτάσεων τόσο στο AC όσο και στο DC Type 2
- Συντελεστή συνολικής αρμονικής παραμόρφωσης <3%,
- Εύρος λειτουργίας σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος από -40o C έως +60o C
- Να διαθέτει ποικίλες διεπαφές επικοινωνίας (RS485, Ethernet)
- Να διαθέτει προστασία από εμφάνιση τόξου (Arc-Fault protection)
- Να διαθέτει διακόπτη απομόνωσης DC
- Να διαθέτει προστασία από αντίστροφη πολικότητα στοιχειοσειρών
- Να διαθέτει σύστημα εντοπισμού σφάλματος ως προς γη

Επίσης θα πρέπει να πληρούν τα διεθνή πρότυπα και προδιαγραφές

- IEC-62109-1,
- IEC-62109-2,
- AS3100
- EN50549-1,
- EN50549-2,
- VDE-AR-N 4105,
- VDE-AR-N 4110,
- VDE V 0126-1-1,
- CEI 0-21,
- CEI 0-16,
- TOR Erzeuger Typ A+B,
- G99 Type A+B,
- G99 (NI) Type A+B,
- VFR 2019

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά κάθε αντιστροφέα θα προκύπτουν από τα αντίστοιχα φυλλάδια του κατασκευαστή και θα περιλαμβάνουν κατ' ελάχιστο τα εξής μεγέθη:

- Φυσικά χαρακτηριστικά:
 - ❖ Βάρος
 - ❖ Διαστάσεις
 - ❖ Αριθμός και τύπος εξόδων
 - ❖ Τύπος περιβλήματος (κατάλληλο για εξωτερική χρήση)
 - ❖ Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας
- Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά
 - ❖ Ονομαστική ισχύς εξόδου
 - ❖ Μέγιστη ισχύς εισόδου DC
 - ❖ Μέγιστο ρεύμα εισόδου
 - ❖ Εύρος τάσεων εισόδου

- ❖ Ονομαστική ισχύς εξόδου AC
- ❖ Μέγιστη ισχύς εξόδου AC
- ❖ Μέγιστο ρεύμα εξόδου
- ❖ Εύρος συχνότητας εξόδου
- ❖ Συντελεστής ισχύος (cosφ)
- ❖ Μέγιστος Βαθμός απόδοσης
- ❖ Βαθμός απόδοσης Euro
- ❖ Κατανάλωση ισχύος νυχτερινή λειτουργίας
- ❖ Βαθμός στεγανότητας
- ❖ Σύστημα επιτήρησης δικτύου
- ❖ Όρια συνθηκών θερμοκρασίας για ασφαλή λειτουργία
- ❖ Τύπος συστήματος ψύξης
- ❖ Διαθέσιμες Πιστοποιήσεις

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά θα συνοδεύονται απαραίτητως από:

- ακολουθούμενα πρότυπα και πιστοποιήσεις καθώς και από το όνομα του οργανισμού / φορέα που πιστοποιεί
- πληροφορίες σχετικά με παρεχόμενες ενδείξεις λειτουργίας
- πληροφορίες σχετικά με την εσωτερική δομή, λειτουργία και τεχνολογία μετατροπής των χαρακτηριστικών του ρεύματος

2.3.2 Προδιαγραφές βελτιστοποιητών ισχύος DC (DC power optimizers)

Οι βελτιστοποιητές ισχύος DC (DC power optimizers) θα πρέπει

- να είναι του ίδιου κατασκευαστή των αντιστροφών
- να διαθέτουν εγγύηση 25 ετών
- να υποστηρίζουν Φ/Β πλαίσια διπλής όψευς
- Η ισχύς εισόδου (DC) να είναι τουλάχιστον 10% μεγαλύτερη από την ονομαστική του Φ/Β πλαισίου
- Η μέγιστη τάση ανοικτού κυκλώματος στην είσοδο τους να είναι μεγαλύτερη της αντίστοιχης τάσης ανοικτού κυκλώματος των Φ/Β πλαισίων στην χαμηλότερη θερμοκρασία (-10° C)
- Το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης στην είσοδο τους να είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ρεύμα βραχυκύκλωσης των Φ/Β πλαισίων, λαμβάνοντας υπόψη τις ακραίες θερμοκρασίες (-10o C έως 70° C)
- Να διαθέτουν Ανιχνευτή Σημείου Μέγιστης ισχύος (MPPT) με εύρος λειτουργίας μεγαλύτερο από το αντίστοιχο εύρος της τάσης λειτουργίας των Φ/Β πλαισίων στις ακραίες θερμοκρασίες (-10o C έως 70° C)
- Ο βαθμός απόδοσης τους θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή ίσος από 99,5%, ο Ευρωπαϊκός βαθμός απόδοσης θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος ή ίσος από 98,5%
- Η τάση εξόδου τους κατά την απενεργοποίηση του αντιστροφέα να είναι μικρότερη από 1,5 V
- Να έχουν δυνατότητα για εξωτερική και εσωτερική τοποθέτηση με βαθμό προστασίας ίσο η μεγαλύτερο άνω του IP68
- Να διαθέτουν ακροδέκτες MC4 (ίδιου τύπου με τα Φ/Β πλαίσια)
- Εύρος λειτουργίας σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος από -40° C έως +85° C

2.3.3 Προδιαγραφές συστήματος παρακολούθησης και καταγραφής

Το σύστημα παρακολούθησης και καταγραφής θα πρέπει:

- να είναι του ίδιου κατασκευαστή των αντιστροφών
- να επιτρέπει την καταγραφή και παρακολούθηση σε επίπεδο
 - ❖ Φ/Β πλαισίου (δηλαδή βελτιστοποιητή ισχύος DC)
 - ❖ στοιχειοσειράς
 - ❖ αντιστροφέα
 - ❖ Φ/Β σταθμού
- Να έχει τη δυνατότητα να διεξάγει αναλυτική παρακολούθηση και παρέχει αναλυτικά στοιχεία εκθέσεις σχετικά με την απόδοση ενέργειας, την αναλογία απόδοσης και την οικονομική απόδοση.
- Να διαθέτει αυτόματες ειδοποιήσεις υποστηρίζουν τον ακριβή και άμεσο εντοπισμός σφαλμάτων.
- Να μην απαιτείται άλλο προσθετό υλικό ή καλωδίωση για τη μετάδοση δεδομένων από τους βελτιστοποιητές ισχύος στον αντιστροφέα
- Να είναι προσβάσιμη από υπολογιστή ή φορητή συσκευή, οποτεδήποτε και από οπουδήποτε.
- Να μην απαιτεί συνδρομή (να παρέχεται δωρεάν)

2.3.4 Προδιαγραφές Εγκατάστασης Αντιστροφών ισχύος

Κατά εγκατάσταση των αντιστροφών ισχύος θα πρέπει να ακολουθηθούν τα ακόλουθα:

- Η εγκατάσταση τους θα γίνει σύμφωνα με τις οδηγίες εγκατάστασης του κατασκευαστή. Ιδιαίτερα θα πρέπει να τηρηθούν ο ελεύθερος χώρος πάνω κάτω και πλαγίως, όπως απαιτεί ο κατασκευαστής. Σε περίπτωση τοποθέτησης του αντιστροφέα υπό κλίση, θα πρέπει να διασφαλιστεί ότι δεν ξεπερνά το ανώτερο επιτρεπτό όριο που θέτει ο κατασκευαστής.
- Η ελάχιστη απόσταση των αντιστροφών από το έδαφος ή το δάπεδο του οικίσκου θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του ενός μέτρου.
- Ο τρόπος έδρασης των αντιστροφών επί των βάσεων στήριξής τους θα πρέπει να συμφωνεί με τις οδηγίες εγκατάστασης που παρέχει ο κατασκευαστής τους.
- Οι αντιστροφείς δεν θα πρέπει να είναι εκτεθειμένοι σε άμεση ηλιακή ακτινοβολία σε καμία στιγμή.
- Η τοποθέτηση των αντιστροφών σε εξωτερικό περιβάλλον θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη όλες τις προδιαγραφές που θέτει ο κατασκευαστής.
- Κατά την διάρκεια των εργασιών εγκατάστασης οι αντιστροφείς θα πρέπει να προστατεύονται από ξένα σώματα π.χ. σκόνη, υγρασία κλπ
- Θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι ανεμπόδιστη ροή του αέρα γύρω από τους αντιστροφείς.
- Σε κάθε Φ/Β πλαίσιο θα εγκατασταθεί από ένας βελτιστοποιητής ισχύος DC
- Οι βελτιστοποιητές ισχύος DC θα πρέπει να αναρτηθούν με ασφάλεια και σταθερότητα σε σημείο που δεν θα προξενήσει οποιαδήποτε ζημιά ή αλλοίωση στο Φ/Β πλαίσιο.

2.4 Προδιαγραφές βάσεων στήριξης

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα τοποθετηθούν πάνω ειδικές σταθερές βάσεις στήριξης. Το έδαφος θεωρείται ότι έχει κλίσεις έως $\pm 10\%$ A -Δ και κλίσεις έως $\pm 1\%$ B -N. Οι κλίσεις είναι ομαλές και κάθε κατασκευή θεωρείται ότι έχει σταθερές κλίσεις.

Οι βάσεις στήριξης πρέπει να προέρχονται από τον ίδιο κατασκευαστή και να αποτελούν τύπο εμπορικά διαθέσιμο και όχι ειδική λύση.

Οι βάσεις στήριξης μπορεί να αποτελούνται είτε εξ ολοκλήρου από αλουμίνιο είτε από χαλύβδινους πασσάλους ή και χαλύβδινη κεκλιμένη, όλα γαλβανισμένα εν θερμώ. Σε κάθε περίπτωση οι τεγίδες επί των οποίων στηρίζονται τα Φ/Β πλαίσια θα είναι από αλουμίνιο.

Οι τεγίδες θα πρέπει να αντέχουν

Όλες οι χρησιμοποιούμενες βίδες και μεταλλικά εξαρτήματα, αν δεν είναι από αλουμίνιο, θα πρέπει να είναι INOX

Ο κατασκευαστής των βάσεων θα πρέπει να διαθέτει

- Πιστοποίηση EN ISO 9001: 2015
- Πιστοποίηση EN ISO 14001: 2015
- Δήλωση συμμόρφωσης CE.

Για τις βάσεις στήριξης θα πρέπει να δίνεται από τον κατασκευαστή τους εγγύηση 20 για τις συνθήκες περιβάλλοντος του χώρου εγκατάστασης. Θα πρέπει να δίνεται εγγύηση τόσο για την διάβρωση όσο και για την στατική επάρκεια της κατασκευής.

Το σύστημα σχεδιάζεται για να καλύπτει την διάρκεια ζωής του έργου (25 χρόνια). Τεχνικές προδιαγραφές υλικών βάσεων στήριξης

- Σφικτήρες (clamps) Φ/Β πλαισίων από αλουμίνιο και ανοξείδωτες βίδες/παξιμάδια.
- Βίδες και κοχλίες inox
- Κράμα αλουμινίου: 6005T6, 6063T66, 606355 ή 606040
- Τα χαλύβδινα μέρη θα είναι εν γαλβανισμένα θερμώ σύμφωνα με το ISO 1461 2009 ή EN 10346 και όχι προγαλβανισμένοι, με ελάχιστο πάχος γαλβανίσματος 55 μm για προστασία έναντι της διάβρωσης
- Θα πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για την αποφυγή επαφής μετάλλων με διαφορετική ηλεκτροαρνητικότητα (π.χ. χάλυβας με αλουμίνιο, ή χαλκός με αλουμίνιο) για την αποφυγή οξειδώσεων.
- Η κατασκευή δεν πρέπει να φέρει αιχμηρά σημεία ή επικίνδυνες προεξοχές.
- Τα χρησιμοποιούμενα υλικά απαιτείται να συνεργάζονται απόλυτα μεταξύ τους για τις περιπτώσεις μεταβολών της θερμοκρασίας και μηχανικών καταπονήσεων. Θα πρέπει να γίνεται πρόβλεψη για την παραλαβή των θερμικών διαστολών σε όλη την κατασκευή.

Η ελάχιστη απόσταση των Φ/Β Πλαισίων από το έδαφος δε θα είναι μικρότερη από 0,5m, το συνολικό ύψος της εγκατάστασης δε θα ξεπερνάει τα δυόμισι μέτρα (2,5m) και η κλίση των Φ/Β Πλαισίων ως προς το οριζόντιο επίπεδο θα πρέπει να είναι 17°, με επιτρεπόμενη απόκλιση κατά την εγκατάσταση $\pm 1^\circ$.

Οι αποστάσεις μεταξύ των προβολών των Φ/Β πλαισίων (δύο διαδοχικών βάσεων στον άξονα βορρά νότου) στο οριζόντιο επίπεδο θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστο ίσες ή μεγαλύτερες από 2.2 φορές το καθαρό ύψος των Φ/Β πλαισίων (ανώτερο μείον κατώτερο σημείο Φ/Β πλαισίου) για την αποφυγή σκιάσεων επί των Φ/Β πλαισίων και όχι μικρότερη από 3 μέτρα. Ο Ανάδοχος του έργου θα πρέπει να εκπονήσει, καταθέσει προς έγκριση από τις Τεχνικές Υπηρεσίες της ΔΕΥΑΜ, στατική μελέτη των βάσεων σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες και το εθνικό Προσάρτημα. Η στατική μελέτη θα αφορά το συγκεκριμένο έργο, στην συγκεκριμένη θέση και

θα διενεργηθεί από εξωτερικό μελετητή και όχι από την εταιρεία που προσφέρει τις βάσεις. Η στατική μελέτη θα παραδοθεί και θα ελεγχθεί από ανεξάρτητο πραγματογνώμονα, τόσο ως προς τις παραδοχές του, όσο και ως προς τους υπολογισμούς τους.

Η παραπάνω μελέτη θα ορίσει το τύπο της θεμελίωσης. Αν η θεμελίωση πασσαλόμπτυξη ή μπετόμπτυξη, η στατική μελέτη θα ορίσει το είναι το απαιτούμενο μήκος έμπτυξης. Οι τιμές του μήκους έμπτυξης θα καθοριστούν που θα καθοριστούν στην στατική μελέτη θα ελεγχθούν από pull out tests, παρουσία ανεξάρτητου πραγματογνώμονα.

Στην περίπτωση που ακολουθηθεί η μέθοδος της μπετόμπτυξης, το μήκος έμπτυξης του πασσάλου θα είναι κατ' ελάχιστο 1μ και σε οπή βάθους κατ' ελάχιστο 1,1μ. Η διάμετρος της οπής θα είναι τουλάχιστον όσο ο περιγεγραμμένος κύκλος της χαλύβδινης διατομής + την απαιτούμενη επικάλυψη + 10%.

Η στατική μελέτη θα λάβει υπόψη της τα ακόλουθα στοιχεία

- Φορτίο ανέμου: $V_b=33\text{m/s}$, Κατηγορία Εδάφους II
- Φορτίο χιονιού: $S_{ko}=0,4\text{ kN/m}^2$, Ζώνη A
- Κλίση εδάφους
- Υψόμετρο

Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη φορτία ανέμου, χιονιού, σεισμού με βάση τους Ευρωκώδικες 1-9 και τον Ελληνικό αντισεισμικό κανονισμό (ΕΑΚ 2000 με τις όποιες συμπληρώσεις), όπως στον ακόλουθο πίνακα.

Κωδικός	Τίτλος
ΕΛΟΤ EN 1990	Ευρωκώδικας 0 «Βάσεις Σχεδιασμού»
ΕΛΟΤ EN 1991	Ευρωκώδικας 1 «Δράσεις στους φορείς»
ΕΛΟΤ EN 1992	Ευρωκώδικας 2 «Σχεδιασμός Φορέων από Σκυρόδεμα»
ΕΛΟΤ EN 1993	Ευρωκώδικας 3 «Σχεδιασμός Φορέων από Χάλυβα»
ΕΛΟΤ EN 1994	Ευρωκώδικας 4 «Σχεδιασμός Σύμμεικτων Φορέων από Χάλυβα και Σκυρόδεμα»
ΕΛΟΤ EN 1995	Ευρωκώδικας 5 «Σχεδιασμός Ξύλινων Φορέων»
ΕΛΟΤ EN 1996	Ευρωκώδικας 6 «Σχεδιασμός Φορέων από Τοιχοποιία»
ΕΛΟΤ EN 1997	Ευρωκώδικας 7 «Γεωτεχνικός Σχεδιασμός»
ΕΛΟΤ EN 1998	Ευρωκώδικας 8 «Αντισεισμικός Σχεδιασμός»
ΕΛΟΤ EN 1999	Ευρωκώδικας 9 «Σχεδιασμός Φορέων από Αλουμίνιο»

2.4.1 Προδιαγραφές Εγκατάστασης Βάσεων Στήριξης

Η θεμελίωση των συστοιχιών των Φ/Β 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 Φ/Β σταθμού. Η αρχική θέση των συστοιχιών και η γωνία κλίσης δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να διαφοροποιηθεί από την αρχική

εγκατάσταση του Φ/Β Σταθμού και κατά συνέπεια καθίσταται υποχρεωτική η μηδενική καθίζηση της θεμελίωσης των συστοιχιών.

Η εγκατάστασή των Φ/Β πλαισίων θα γίνει με την βοήθεια ειδικών συγκρατητών (clamps) επιτυγχάνοντας την τέλεια προσαρμογή των πλαισίων με την μεταλλική κατασκευή.

Οι ροπές σύσφιξης θα πρέπει να είναι σύμφωνες με τις τιμές που ορίζει ο κατασκευαστής των βάσεων στήριξης.

2.5 Προδιαγραφές Πινάκων Συνεχούς Ρεύματος DC

Πριν την είσοδο κάθε αντιστροφέα θα πρέπει να υπάρχει κατάλληλος πίνακας συνεχούς ρεύματος DC για την προστασία τόσο των πλαισίων από ανάστροφα ρεύματα, όσο και του αντιστροφέα από υπερτάσεις με το κατάλληλο ασφαλειο-διακοπτικό υλικό Συνεχούς Ρεύματος.

Ο Πίνακας D.C. θα πρέπει να είναι κατασκευασμένος από πολυκαρβονικό ή άλλο υλικό κατάλληλο για εξωτερική τοποθέτηση και να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον:

- Κατάλληλο αριθμό εισόδων και εξόδων για υποδοχή των αντίστοιχών στοιχειοσειρών Φ/Β πλαισίων κάθε αντιστροφέα
- Ασφάλειες τύπου gPV (όχι aR/DC ή gG/AC) κατάλληλα διαστασιολογημένες σύμφωνα με τις απαιτήσεις των ΦΒ πλαισίων, σε κάθε θετικό και αρνητικό πόλο της κάθε στοιχειοσειράς
- Τύπος Βάσης Ασφάλειας: Ασφαλειοαποζεύκτης 2 x 10x38mm 1000V DC (στην περίπτωση που οι ασφάλειες ενσωματώνονται στον inverter δεν απαιτείται).
- Κατάλληλο διακόπτη φορτίου DC για ασφαλή απόζευξη του συνεχούς ρεύματος (οι ασφαλειοαποζεύκτες και οι ακροδέκτες τύπου MC είναι ακατάλληλα μέσα απόζευξης υπό φορτίο σύμφωνα με δηλώσεις των κατασκευαστών τους). Οι διακόπτες φορτίου στην πλευρά του ΣΡ θα πρέπει να απομονώνουν τον αντιστροφέα από τη Φ/Β συστοιχία (-ες). Ο διακόπτης λόγω της φύσης λειτουργίας του συστήματος (η πλευρά του ΣΡ θεωρείται ότι είναι μόνιμα υπό τάση) θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα απομόνωσης- αποκατάστασης ροής ηλεκτρικού ρεύματος υπό φορτίο, να είναι ειδικά σχεδιασμένος για συνεχές ρεύμα και να έχει τη δυνατότητα απομόνωσης και των δύο πόλων του Σ.Ρ.
- Οι θέσεις «ΑΝΟΙΚΤΟ»-«ΚΛΕΙΣΤΟ» θα πρέπει να είναι ευκρινείς και ευανάγνωστες για τους χρήστες.
- Απαγωγό κρουστικών υπερτάσεων τύπου T1+T2 για την αντιμετώπιση ρευμάτων που προκαλούνται από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα.
- Προστασία τουλάχιστον IP65.

2.6 Προδιαγραφές Δικτύου Διανομής Συνεχούς Ρεύματος (DC)

Για την ηλεκτρολογική σύνδεση των στοιχειοσειρών με τους πίνακες DC τα καλώδια του δικτύου DC θα είναι ειδικά καλώδια για Φ/Β συστήματα (solar) με ενσωματωμένες τις επαφές θετικού και αρνητικού πόλου. Τα καλώδια αυτά θα είναι ανθεκτικά σε υπεριώδη (UV) ακτινοβολία καθώς επίσης στο όζον και θα έχουν βελτιωμένη συμπεριφορά σε περίπτωση φωτιάς περιορίζοντας την έκκλιση τοξικών αερίων. Θα λειτουργούν σε εκτεταμένη περιοχή θερμοκρασιών και θα έχουν βελτιωμένη συμπεριφορά έναντι τριβής. Οι αγωγοί των καλωδίων θα είναι κατασκευασμένοι από επικασιτερωμένο, 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 και στην υπεριώδη(UV) ακτινοβολία.

Η διατομή των καλωδίων θα είναι κατά ελάχιστο 6 mm² και κατάλληλη ώστε να πληρούνται τα ακόλουθα

- υπό συνθήκες μέγιστου φορτίου, η πτώση τάσης οποιασδήποτε γραμμής συνεχούς ρεύματος μην υπερβαίνει το 1% της τάσης Φ/Β συστοιχίας στο σημείο μέγιστης ισχύος της και
- υπό συνθήκες μέγιστου φορτίου, η πτώση τάσης από το πιο απομακρυσμένη Φ/Β πλαίσιο της συστοιχίας στους ακροδέκτες εισόδου του κυκλώματος εφαρμογής να μην υπερβαίνει το 1.5% της τάσης Φ/Β συστοιχίας στο σημείο μέγιστης ισχύος της

Συγκεντρωτικά θα πληρούνται τα κάτωθι κριτήρια :

- Πιστοποίηση TÜV σύμφωνα με EN 50618 (H1Z2Z2-K)
- Πιστοποίηση TÜV σύμφωνα με IEC 62930 (62930 IEC 131)
- Πιστοποίηση TÜV σύμφωνα με 2 PfG 1169/10.19 (PV 1500-K)
- Εύκαμπτα
- Αγωγός από επικασιτερωμένο χαλκό, κατά VDE 0295 class 5 / IEC 60228 class 5
- Μέγιστη επιτρεπτή τάση λειτουργίας 1800 V DC – Ονομαστική τάση 1.500 VDC
- Δυνατότητα απευθείας ταφής
- Υψηλότερη ανθεκτικότητα σε UV
- Υψηλότερη ανθεκτικότητα σε παρουσία νερού
- Υψηλότερη ανθεκτικότητα μόνωσης
- Τάξη πυραντοχής Dca acc. CPR
- Θερμοκρασία αγωγού -40...90°C κατά το EN 60216-1
- Λειτουργία υπό εξωτερική θερμοκρασία (θερμοκρασία περιβάλλοντος) -40...+90°C κατά το EN 50618
- Βραδύκαυστα (χαρακτηριστικά που επιβραδύνουν την καύση)
- Ελεύθερα αλογόνων κατά EN 50525-1, Annex B
- Αντοχή σε περιβαλλοντικές συνθήκες και ηλιακή ακτινοβολία (UV) κατά EN 50618
- Όζον-ανθεκτικά σύμφωνα με το EN 50396
- Μόνωση
 - ❖ Σύμφωνα με EN 50618, Annex E EN 50289-4-17,
 - ❖ Μέθοδος A (720 h; 60°C ± 3°C; 50 ± 5 % relative humidity)
 - ❖ Σύμφωνα με 2 PfG 1169/10.19
 - ❖ Έλεγχος 2.000h and exceeds significantly the test of 720h acc. EN 5061

2.6.1 Προδιαγραφές Εγκατάστασης Δικτύου Διανομής Συνεχούς Ρεύματος (DC)

Η όδευση των καλωδίων από τα Φ/Β πλαίσια των στοιχειοσειρών μέχρι τον αντίστοιχο Πίνακα DC 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 70 cm. Οι χάνδακες αυτοί δεν θα πρέπει να

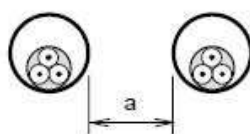
διασταυρώνονται με χάνδακες καλωδίων Μέσης Τάση κι ούτε με χάνδακες καλωδίων συνεχούς ρεύματος από τους πίνακες DC προς τους αντιστροφείς. Οι προδιαγραφές κατασκευής του χάνδακα, τοποθέτησης των καλωδίων και πλήρωσης αυτού, εμφανίζονται στην σχετική παράγραφο.

Τα καλώδια στην όδευση τους επί εδάφους θα ακολουθούν την μέθοδο Δ1, αριθ. μεθόδου 70 του Πίνακα Α.52.3 IEC-60634-5-52 (πολυπολικά καλώδια σε κανάλι ή σε σωλήνα εντός του εδάφους).

Συγκεκριμένα η όδευση επί εδάφους θα γίνεται ομαδοποιώντας τα όποια καλώδια από το συγκεκριμένο τραπέζι των βάσεων στήριξης πρέπει να οδεύσουν προς διαφορετικά τραπέζια και οδεύοντας τα από το ένα τραπέζι προς το γειτονικό του. Στο γειτονικό τραπέζι, το καλώδιο θα οδεύει επί τις βάσης στήριξης και αν χρειάζεται να συνεχίσει την πορεία του, θα οδεύει με τον ίδιο τρόπο προς το αμέσως γειτονικό μαζί με υπόλοιπα αντίστοιχα καλώδια που απαιτούνται να οδεύσουν.

Για παράδειγμα αν ένα καλώδια από τις στοιχειοσειρές πρέπει να οδεύσει από το τραπέζι Κ προς το τραπέζι Μ και ανάμεσα τους παρεμβάλλεται το τραπέζι Λ, τότε το καλώδιο θα οδεύει μαζί με όλα τα υπόλοιπα καλώδια του τραπεζιού Κ που απαιτούνται να οδεύσουν από το τραπέζι Κ προς την κατεύθυνση του τραπεζιού Λ. Κατά την άφιξη τους στο τραπέζι Λ, τα καλώδια θα εξέρχονται από το έδαφος και θα οδεύουν επί των βάσεων μέχρι να συναντήσουν τις αντίστοιχη αναχώρηση επί εδάφους από το τραπέζι Λ προς το τραπέζι Μ. Το υπόψη καλώδιο θα οδεύει μαζί με όλα τα υπόλοιπα καλώδια του τραπεζιού Λ που απαιτούνται να οδεύσουν από το τραπέζι Λ προς την κατεύθυνση του τραπεζιού Μ. Η διαδικασία θα επαναλαμβάνεται. Ανάμεσα σε δύο γειτονικά τραπέζια θα πρέπει να υπάρχει 1 και μόνο χάνδακας που θα οδεύουν τα καλώδια μεταξύ των τραπεζιών.

Η όδευση εντός εδάφους θα γίνεται με σωλήνα. Σε κάθε σωλήνα θα τοποθετούνται μέχρι 6 καλώδια. Αν χρειάζεται να οδεύσουν στο ίδιο χάνδακα περισσότερα καλώδια θα χρησιμοποιούνται παραπάνω σωλήνες. Οι σωλήνες θα τοποθετούνται στον πυθμένα του ορύγματος σε απόσταση 25 εκατοστών μεταξύ τους σε όλη την διαδρομή.



Εικόνα 2. Όδευση καλωδίων εντός εδάφους σε ξεχωριστούς σωλήνες. Μέχρι 6 σε κάθε σωλήνα και $a=25$ εκατοστά.

Σε κάθε σωλήνα που θα τοποθετείται εντός εδάφους θα τοποθετείται και ένας αντίστοιχος κενός εφεδρικός, για την περίπτωση που θα χρειαστεί στο μέλλον αντικατάσταση καλωδίων. Ο εφεδρικός σωλήνας θα διαθέτει οδηγό για το πέρασμα καλωδίων και θα σφραγιστεί κατάλληλα στα άκρα του, ώστε να αποτραπεί η είσοδος τρωκτικών και υγρασίας.

Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να ληφθεί στην σφράγιση των σωλήνων κατά την είσοδο και την έξοδο τους από το έδαφος, ώστε να αποτραπεί η είσοδος τρωκτικών και υγρασίας.

Κατά την διασύνδεση των Φ/Β πλαισίων μεταξύ τους, δεν θα πρέπει να υπάρχουν καλώδια σε κρέμαση, αλλά να συγκρατούνται κατάλληλα στις βάσεις στήριξης. Σε καμία περίπτωση

δεν επιτρέπεται να υπάρχουν καλώδια σε ταλάντευση τα οποία θα μπορούν να ακουμπήσουν στην πίσω πλευρά των Φ/Β πλαισίων.

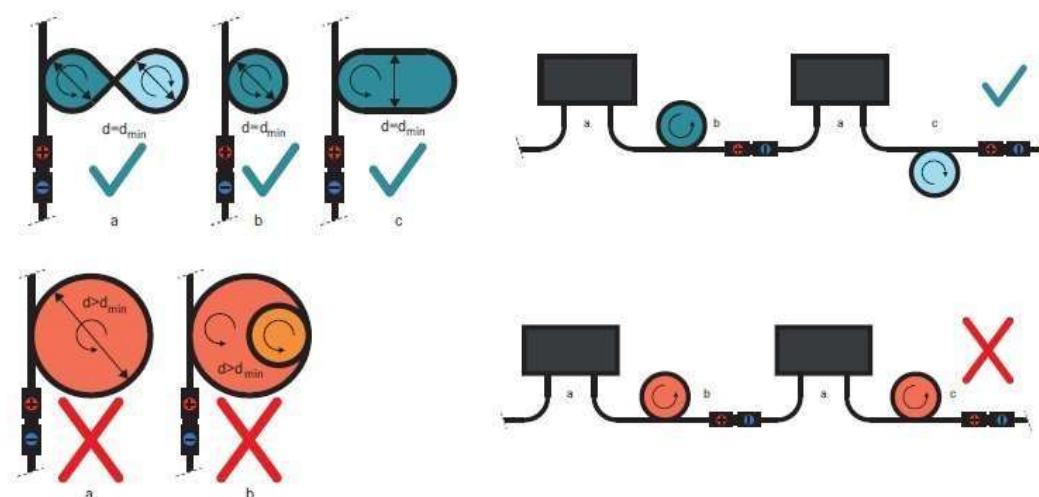
Επίσης θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα, η πίσω πλευρά των Φ/Β πλαισίων να είναι κατά το δυνατό ελεύθερη, καθώς στα πλαίσια διπλής όψης (bifacial) η πίσω πλευρά είναι ενεργή και δεν πρέπει να μπαίνουν καλώδια μπροστά της.

Τόσο οι συνδέσεις των καλωδίων μεταξύ τους όσο και οι συνδέσεις στα κυτία διασύνδεσης θα πρέπει να γίνονται με τρόπο σταθερό ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία σπινθηρισμών και επί πλέον να γίνεται ασφαλής απομόνωση των ακροδεκτών των δύο πόλων.

Επίσης θα πρέπει να αποφεύγεται ο σχηματισμός βρόγχων ή να έχουν τη μικρότερη δυνατή διάμετρο ή να σχηματίζουν βρόγχο σε σχήμα «8», ώστε να διατηρείται η μικρότερη δυνατή επιφάνεια η οποία επενεργεί στη ζεύξη κεραυνικού ρεύματος.

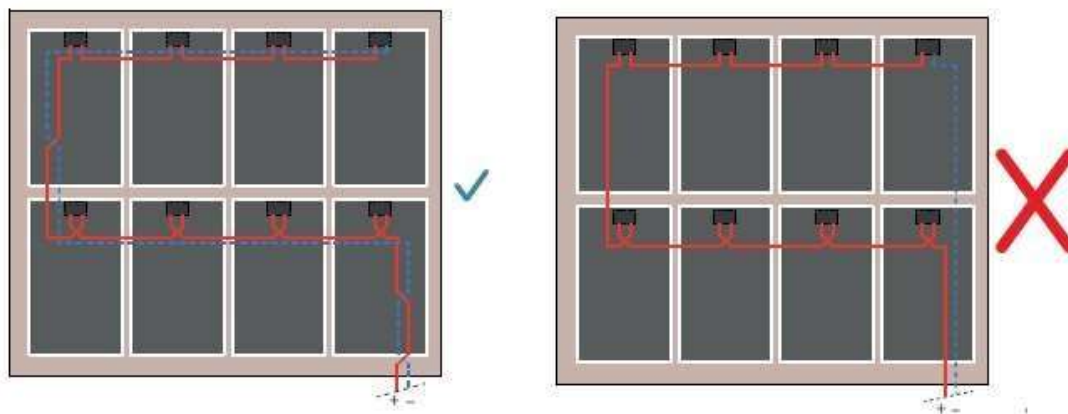
Επίσης όταν δημιουργούνται πολλαπλοί βρόγχοι στην ίδια στοιχειοσειρά, θα πρέπει ο επόμενος βρόγχος να έχει ανάποδη φορά, ώστε επιτυγχάνετε η αλληλοεξουδετέρωση της επαγωγικής επίδρασης των επιμέρους βρόγχων και όχι η άθροιση τους.

Οι επόμενες εικόνες είναι ενδεικτικές



Εικόνα 3. Καλές και κακές πρακτικές κατά την διασύνδεση των Φ/Β πλαισίων

Κατά την όδευση του θετικού και αρνητικού καλωδίου των στοιχειοσειρών, δεν επιτρέπεται σε καμία περίπτωση η δημιουργία βρόγχων, αλλά θα πρέπει το καλώδιο του ενός πόλου να οδεύει κοντά με τα καλώδια διασύνδεση των Φ/Β πλαισίων και στη συνέχεια με την όσο το δυνατόν παράλληλη πορεία των καλωδίων των δύο πόλων. Οι επόμενες εικόνες είναι ενδεικτικές.



Εικόνα 4. Καλές και κακές πρακτικές κατά όδευση καλωδίων στοιχειοσειράς

Σύνδεσμοι (Connectors) Φ/Β Πλαισίων - Strings

Οι σύνδεσμοι που θα χρησιμοποιηθούν κατά την αναχώρηση των καλωδίων θετικού και αρνητικού πόλου των στοιχειοσειρών θα πρέπει να είναι του ίδιου οίκου και τύπου με αυτούς του Φ/Β πλαισίου (πρότυπο 62446:2016). Σε κάθε περίπτωση οι σύνδεσμοι που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι προστασίας IP65, θα έχουν αντοχή σε τάση 1000 V (σε συμφωνία με την τάση λειτουργίας της καλωδίωσης των Φ/Β πλαισίων και των αντιστροφών που θα προταθούν) και θα πρέπει πληρούν το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 50521:2008. Επίσης απαγορεύεται να κόβονται τα καλώδια των Φ/Β πλαισίων, εκτός αν υπάρχει γραπτή βεβαίωση από τον κατασκευαστή των Φ/Β πλαισίων, ότι η κοπή αυτή δεν συνιστά λόγο ακύρωσης της εγγύησης των Φ/Β πλαισίων.

2.6.2 Προδιαγραφές Δικτύου Διανομής Συνεχούς Ρεύματος (DC) από πίνακες DC προς αντιστροφείς

Από τους πίνακες DC αναχωρούν πλέον οι γραμμές για τις εισόδους των αντιστροφών ισχύος. Σε κάθε αντιστροφή θα αντιστοιχεί ένας πίνακας DC. Ο κάθε πίνακας DC θα είναι τοποθετημένος πλησίον του αντίστοιχου αντιστροφέα.

Τα καλώδια θα είναι ειδικά καλώδια για Φ/Β συστήματα (solar), όμοια με αυτά από τις στοιχειοσειρών προς τους πίνακες DC.

Από την έξοδο κάθε πίνακα DC θα αναχωρούν αντίστοιχα με τις εισόδους του ζεύγη καλωδίων θετικού και αρνητικού πόλου, κατάλληλης διατομής ώστε οι ωμικές απώλειες να είναι μικρότερες του 1%, και θα οδεύουν προς την αντίστοιχη είσοδο του αντιστροφέα.

Η όδευση τους θα γίνει επί της δομής που συγκρατεί τον Πίνακα DC και τους αντιστροφείς.

2.7 Προδιαγραφές Δικτύου Διανομής Εναλλασσόμενου Ρεύματος (AC) Χαμηλής Τάσης

Για το δίκτυο εναλλασσόμενου ρεύματος χαμηλής τάσης Τάσης θα χρησιμοποιηθούν μονοπολικά καλώδια Μέσης Τάσης AL/XLPE/PVC τύπου NA2XSY κατάλληλο για τάση $U_0/U(U_m)=0,6/1 (1,2) \text{ KV} - \text{IEC 60501-2-2009}$, με πολύκλωνο αγωγό αλουμινίου, ημιαγωγίμη θωράκιση του αγωγού, XLPE μόνωση, ημιαγωγίμη θωράκιση της μόνωσης, PVC εξωτερικό μανδύα, κατάλληλο για τάση $U_0/U(U_m)=0,6/1 (1,2) \text{ KV}$ σύμφωνα με το IEC 60501-2-2009.

Η διατομή των καλωδίων θα είναι κατάλληλη ώστε υπό συνθήκες μέγιστου φορτίου, η πτώση τάσης να μην υπερβαίνει το 1% της ονομαστικής τάσης. Τα καλώδια θα οδεύουν εντός χάνδακας βάθους 80 εκ.

2.8 Προδιαγραφές Δικτύου Διανομής Μέσης Τάσης

Για το δίκτυο Μέσης Τάσης θα χρησιμοποιηθούν μονοπολικά καλώδια Μέσης Τάσης AL/XLPE/CWS/PVC MT τύπου NA2XSY κατάλληλο για τάση $U_0/U(U_m) = 12/20 (24) \text{ KV}$ – IEC60502-2-2014, με πολύκλωνο αγωγό αλουμινίου, ημιαγωγική θωράκιση του αγωγού, XLPE μόνωση, ημιαγωγική θωράκιση της μόνωσης, μεταλλική θωράκιση από σύρματα χαλκού, PVC εξωτερικό μανδύα, κατάλληλο για τάση $U_0/U(U_m) = 12/20 (24) \text{ KV}$ σύμφωνα με το IEC60502-2-2014. Το πλήθος των καλωδίων M/T που θα εγκατασταθούν θα είναι τέσσερα (4) :τρία ενεργά και ένα εφεδρικό.

2.9 Προδιαγραφές Όδευσης – Φρεάτια – Συνδέσεις καλωδίων

Η επιλογή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την ασφαλή διέλευση των καλωδίων θα γίνει βάση του ΕΛΟΤ HD 60634: «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις».

Οι σωλήνες και τα συστήματα καναλιών πρέπει να είναι σύμφωνα με τα Πρότυπα ΕΛΟΤ EN50085 και ΕΛΟΤ EN 50086 και πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις αντοχής στη φωτιά αυτών.

Ανάλογα με τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν και με τη χρήση για την οποία προορίζονται θα λαμβάνονται υπόψη οι κατάλληλες προδιαγραφές :

- ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-01 Χαλύβδινες σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων
- ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-02 Πλαστικές σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων
- ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-03 Εσχάρες και σκάλες καλωδίων
- ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-06 Πλαστικά κανάλια καλωδίων
- ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-03-01 Εκκαφές ορυγμάτων υπογείων δικτύων
- ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-03-02 Επανεπίχωση ορυγμάτων υπογείων δικτύων

Η όδευση των καλωδίων θα γίνεται εντός πλαστικών σωλήνων ευθυγράμμων ή κυματοειδών (σπιράλ) βαρέως τύπου με βάση τις προδιαγραφές ΕΛΟΤ EN 1501-04-20-01-02:2009

Η διατομή του σωλήνα θα είναι η κατάλληλη με βάση τους αγωγούς που μεταφέρει

Η ακτίνα καμπυλότητας των ηλεκτρικών γραμμών πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε βλάβη των καλωδίων.

Η όδευση των καλωδίων πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε τα καλώδια ενός κυκλώματος να περικλείουν όσο το δυνατό μικρότερη επιφάνεια. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιείται το ενδεχόμενο πρόκλησης ζημιών σε περίπτωση κεραυνικού πλήγματος στη γύρω περιοχή. Για το σκοπό αυτό δεν πρέπει να δημιουργούνται βρόγχοι.

Η όδευση των σωλήνων ή σπιράλ θα γίνεται πάνω στα δομικά στοιχεία των βάσεων στήριξης. Όταν οι σωλήνων ή τα σπιράλ δεν υποστηρίζονται συνεχώς σε όλο το μήκος τους, πρέπει να στηρίζονται σε κατάλληλα εξαρτήματα τοποθετημένα σε τέτοια διαστήματα, ώστε οι αγωγοί και τα καλώδια να μην υφίστανται βλάβη από το βάρος τους.

Μετά την αναχώρηση των σωλήνων από τα δομικά στοιχεία των βάσεων στήριξης θα οδεύουν στο έδαφος σε κατάλληλους πλαστικούς σωλήνες διπλού δομημένου τοιχώματος κατάλληλους για υπόγεια δίκτυα και με αντοχή σε συμπίεση μεγαλύτερη ή ίση των 750 Nt.

Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να ληφθεί στην σφράγιση των σωλήνων κατά την είσοδο και την έξοδο τους από το έδαφος, ώστε να αποτραπεί η είσοδος τρωκτικών και υγρασίας.

2.9.1 Σωλήνες οδεύσεως εντός εδάφους

Οι σωλήνες τύπου σπιράλ που θα τοποθετηθούν εντός του εδάφους πρέπει να έχουν τις εξής προδιαγραφές:

- Σωλήνες HDPE (πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας) κατά EN 61386-24
- Ειδικά για υπόγεια εγκατάσταση (άμεσος ενταφιασμός)
- Να είναι UV-resistant (για τα μήκη σωληνώσεων που βρίσκονται εκτός εδάφους)
- Προστασία από τρωκτικά
- Να έχει βαθμό στεγανότητας IP44 (θα χρησιμοποιηθούν οι μούφες που προτείνει ο κατασκευαστής για την διατήρηση της στεγανότητας)
- Να ενσωματώνει ειδικό οικολογικό απωθητικό τρωκτικών για την προστασία του από τα τρωκτικά
- Αντοχή στη συμπίεση τουλάχιστον 750 Nt

Όλοι οι σωλήνες που οδεύουν εντός εδάφους θα είναι ενιαίοι σε όλο το μήκος τους. Όπου απαιτείται ένωση σωλήνων, αυτή θα γίνει με τους ειδικούς συνδέσμους (μούφες) του κατασκευαστή, ώστε να πληρείται η απαιτούμενη στεγανότητα.

2.9.2 Σωλήνες οδεύσεως εκτός εδάφους

Οι σωλήνες τύπου σπιράλ που θα τοποθετηθούν εκτός του εδάφους πρέπει να έχουν τις εξής προδιαγραφές:

- Σωλήνες HDPE (πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας) κατά EN 61386-22
- Ειδικά για υπόγεια εγκατάσταση (άμεσος ενταφιασμός)
- Να έχει αυξημένη αντοχή υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία UV-resistant
- Προστασία από τρωκτικά
- Να έχει βαθμό στεγανότητας IP65 (θα χρησιμοποιηθούν οι μούφες που προτείνει ο κατασκευαστής για την διατήρηση της στεγανότητας)
- Να ενσωματώνει ειδικό οικολογικό απωθητικό τρωκτικών για την προστασία του από τα τρωκτικά
- Αντοχή στη συμπίεση τουλάχιστον 1250 Nt
- Αντοχή στη κρούση τουλάχιστον 6 J

Όλοι οι σωλήνες που οδεύουν εντός εδάφους θα είναι ενιαίοι σε όλο το μήκος τους. Όπου απαιτείται ένωση σωλήνων, αυτή θα γίνει με τους ειδικούς συνδέσμους (μούφες) του κατασκευαστή, ώστε να πληρείται η απαιτούμενη στεγανότητα.

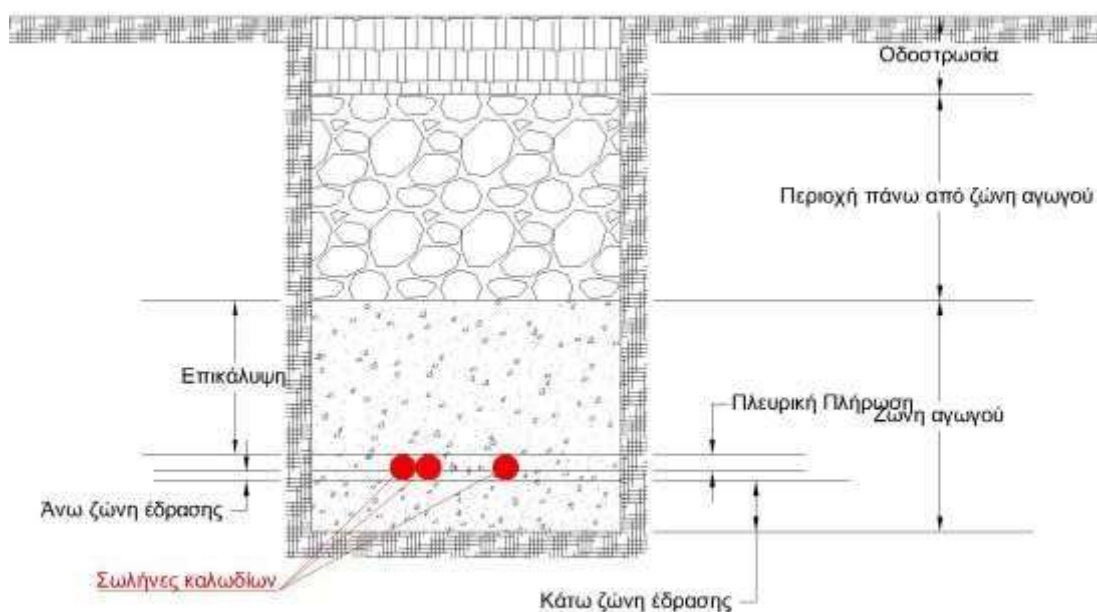
2.9.3 Προδιαγραφές χάνδακα - ορύγματος οδεύσεων καλωδίων

Η εκσκαφή του χάνδακα - ορύγματος θα γίνεται ακολουθώντας τις προδιαγραφές ΕΛΟΤ ΤΠ1501-08-01-03-01 Εκσκαφές ορυγμάτων υπογείων δικτύων.

Η εκσκαφή του χάνδακα - ορύγματος θα πρέπει να γίνεται με προσοχή ώστε να εξασφαλίζεται μια ομαλή και ομοιόμορφη επιφάνεια έδρασης. Η στάθμη του χάνδακα -

ορύγματος θα είναι οριζόντια και η κλίση του θα ακολουθεί την κλίση του εδάφους. Τα πρανή του χάνδακα - ορύγματος θα είναι κατακόρυφα. Ο πυθμένας του χάνδακα - ορύγματος θα πρέπει να διαμορφώνεται σε ομαλή επιφάνεια, ώστε να εξασφαλίζεται η ομαλή έδραση των αγωγών καθ' όλο το μήκος τους. Δεν επιτρέπεται η ύπαρξη ανωμαλιών στο σημείο έδρασης των σωλήνων μεγαλύτερη από 0.03 m.

Η τοποθέτηση των σωλήνων θα πρέπει να γίνει πάντα εν ξηρώ. Κατά την εκτέλεση των εργασιών θα λαμβάνονται μέτρα διευθέτησης της ροής των όμβριων και καθοδήγησης τους εκτός της ζώνης του ορύγματος. Αν ο πυθμένας δεν είναι ξηρός κατά την τοποθέτηση των αγωγών θα πρέπει να αντληθούν τα ύδατα και να παροχετευτούν σε κατάλληλο σημείο. Το βάθος του ορύγματος θα είναι τουλάχιστον 0.7 μ. και το πλάτος του ανάλογα με τους σωλήνες που μεταφέρει σε κάθε διατομή του. Ο υπολογισμός τους πλάτους του ορύγματος σε κάθε του σημείο θα οριστεί στη μελέτη εφαρμογής όπου θα είναι γνωστά τα χαρακτηριστικά και ο αριθμός των σωλήνων



Σχέδιο 1.Χάνδακας – Όρυγμα

Οι αποστάσεις μεταξύ των σωλήνων του ίδιου ορύγματος θα πρέπει να είναι 25 εκατοστά. Σε κάθε περίπτωση το πλάτος θα είναι μεγαλύτερο των 0.6 μ και το τελικό πλάτος του θα καθοριστεί από την ισοδύναμη διάμετρο των σωλήνων σε σύμφωνα με τα οριζόμενα στις προδιαγραφές ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-03-01. Οι σωλήνες θα τοποθετούνται παράλληλα η μία στην άλλη διατεταγμένες στον πυθμένα του ορύγματος, όπως εμφανίζεται στο παραπάνω Σχέδιο 1. Επειδή ο χώρος όπου θα εκσκαφεί το όρυγμα είναι χώρος κυκλοφορίας κοινού θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα προστασίας.

Πριν την εκσκαφή του ορύγματος και όπως θα ορίσει η μελέτη εφαρμογής θα πρέπει εντοπιστούν άλλα δίκτυα που θα συναντώνται μέσα στο όρυγμα. Στην περίπτωση που

εντοπιστούν τέτοια δίκτυα θα πρέπει να ληφθούν μέτρα υποστήριξης ή ανάρτησης των αγωγών αυτών σύμφωνα με τα οριζόμενα στις προδιαγραφές ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-03-01.

Η επιχωμάτωση του ορύγματος θα γίνει σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-08-01-03-02 Επανεπίχωση ορυγμάτων υπογείων δικτύων.

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών διάνοιξης του ορύγματος, τη διαμόρφωση και τον έλεγχο του πυθμένα ακολουθεί η έδραση του σωλήνα και η επίχωσή του με το προβλεπόμενο από τη μελέτη εφαρμογής υλικό.

Συνιστάται η έδραση του σωλήνα να γίνεται σε υπόστρωμα από άμμο και όχι από προϊόντα της εκσκαφής (κάτω στρώση) 100mm σε γαιώδη εδάφη και 150mm σε βραχώδη ή σκληρά εδάφη, ενώ η επικάλυψη αντίστοιχα να εκτείνεται κατά 300mm πάνω από την κορυφή της εξωτερικής διαμέτρου του σωλήνα από άμμο και όχι από προϊόντα της εκσκαφής.

Η πλήρωση και συμπύκνωση του ορύγματος συνιστάται να γίνεται ταυτόχρονα και από τις δύο πλευρές του σωλήνα. Η συμπύκνωση προτείνεται να γίνεται από την παρειά του ορύγματος προς τον σωλήνα κατά ομοιόμορφες στρώσεις με χρήση χειροκίνητου εξοπλισμού. Η συμπύκνωση με μηχανικά μέσα δεν πρέπει να γίνεται σε βάθος περιοχής πάνω από τη ζώνη του αγωγού μικρότερο από 300mm. Ο βαθμός της συμπύκνωσης πρέπει να προβλέπεται στη μελέτη εφαρμογής.

Για την επιλογή του μηχανικού μέσου συμπύκνωσης, του αριθμού διελεύσεων, του πάχους των στρώσεων συμπύκνωσης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το είδος του υλικού συμπύκνωσης καθώς και του σωλήνα που θα τοποθετηθεί στο όρυγμα. Τα παραπάνω πρέπει να συμμορφώνονται κατά προτεραιότητα με τις προβλεπόμενες από τη μελέτη προδιαγραφές.

Η καταλληλότητα των εδαφικών υλικών για την επανεπίχωση του ορύγματος εξαρτάται από τις εδαφοτεχνικές ιδιότητες και την ικανότητα συμπύκνωσής τους. Τα υλικά επανεπίχωσης μπορούν να λαμβάνονται από τα προϊόντα εκσκαφής. Όταν αυτά δεν καλύπτουν τις σχετικές απαιτήσεις, δεν επαρκούν ή δεν είναι διαθέσιμα, τότε θα πρέπει να επιλέγονται κατάλληλα υλικά όπως ορίζει η μελέτη εφαρμογής. Συνιστάται η αποφυγή ύπαρξης υλικών επίχωσης με διάμετρο μεγαλύτερη των 22mm. Είναι αναγκαίο επίσης, τα υλικά επίχωσης να είναι απαλλαγμένα από οργανικές ουσίες (όπως φύλλα, ρίζες, χλόη κτλ.), χιόνι και πάγο, διότι η περιεκτικότητά τους σε νερό επηρεάζει τη συμπύκνωση.

Περίπου 10 εκατοστά πριν την επιφάνεια του εδάφους θα τοποθετηθεί κατάλληλο πλέγμα σε όλο το μήκος και το πλάτος του ορύγματος, με σκοπό τον εντοπισμό του ορύγματος σε περίπτωση εκσκαφής.

Η αποκατάσταση του ορύγματος θα γίνει μέχρι την επιφάνεια του εδάφους.

2.9.4 Όδευση καλωδιώσεων ασθενών ρευμάτων

Αφορά τις οδεύσεις των καλωδίων συναγερμού, κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης και του συστήματος παρακολούθησης.

Η όδευση των καλωδίων αυτών θα γίνεται εντός πλαστικών σωλήνων ευθυγράμμων ή κυματοειδών (σπιράλ) βαρέως τύπου με βάση τις προδιαγραφές ΕΛΟΤ EN 1501-04-20-01-02:2009

Για την όδευση εντός του εδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθεί το όρυγμα που αναφέρεται παραπάνω για την όδευση των καλωδιώσεων συνεχούς ρεύματος. Σε κάθε όπως περίπτωση όταν οι σωληνώσεις των ασθενών ρευμάτων οδεύουν παράλληλα με άλλες ηλεκτρικές σωληνώσεις ισχυρών ρευμάτων θα απέχουν από αυτές τουλάχιστο 30 cm.

2.10 Σήμανση καλωδιώσεων και εξοπλισμού

Σε όλο το Φ/Β σταθμό θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σήμανση όλων των καλωδιώσεων καθώς και ονοματοδοσία των πινάκων, των μέσων προστασίας, των αντιστροφών και κάθε υλικού εντός των πινάκων. Η σήμανση θα είναι ορατή τόσο στην αναχώρηση, όσο και στην άφιξη των καλωδίων, όπως επίσης και εντός των φρεατίων.

Η ονοματοδοσία θα πρέπει να αναφέρεται και σε όλα τα σχέδια τα οποία θα δημιουργηθούν από την μελέτη εφαρμογής.

Επίσης θα πρέπει να τοποθετηθούν όπου απαιτείται κατάλληλες πινακίδες σήμανσης και προειδοποίησης κινδύνου.

2.11 Προδιαγραφές Γειώσεων, Εξωτερικής Προστασίας, Ισοδυναμικής Προστασίας του Σταθμού

2.11.1 Γενική σχεδίαση

Η μελέτη και ο σχεδιασμός του Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας (ΣΑΠ) της προστασίας από υπερτάσεις και του συστήματος γείωσης του δικτύου συνεχούς ρεύματος θα πραγματοποιηθεί 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”.

Η στάθμη αντικεραυνικής προστασίας (τουλάχιστον IV) θα 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. Το σύνολο των υλικών του ΣΑΠ προέρχεται από έναν προμηθευτή.

2.11.2 Εσωτερικό και εξωτερικό ΣΑΠ

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στο εξωτερικό Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας (ΣΑΠ), θα πρέπει να είναι ανθεκτικά στις ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις και τη θερμική και μηχανική καταπόνηση που επιφέρει το ρεύμα του κεραυνού, χωρίς να παρουσιάσουν

βλάβες ή αλλοιώσεις. Επίσης θα διασφαλιστεί η ανθεκτικότητα έναντι της διάβρωσης μέσω της επιλογής κατάλληλων υλικών και της διαστασιολόγησης των επιμέρους τμημάτων του ΣΑΠ. Οι συλλεκτήριοι αγωγοί και οι αγωγοί καθόδου μπορεί να είναι γενικά κατασκευασμένοι από τα ακόλουθα υλικά (κατά ΕΛΟΤ EN 62305.03): επικασιτερωμένος χαλκός, θερμά γαλβανισμένος χάλυβας, ανοξείδωτος χάλυβας, αλουμίνιο. Εξαρτήματα από αλουμίνιο δεν θα τοποθετούνται εντός του εδάφους ή σκυροδέματος.

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

Τα εξαρτήματα που θα χρησιμοποιηθούν στο ΣΑΠ θα πρέπει να ικανοποιούν τις απαιτήσεις των προτύπων ΕΛΟΤ EN 50164-1, 50164-1-2 και 50164-1-3.

2.11.3 Προστασία από υπερτάσεις

Η προστασία του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού από υπερτάσεις, θα επιτευχθεί με τον καθορισμό ζωνών προστασίας κατά ΕΛΟΤ EN 62305.04. Για την οριοθέτηση των ζωνών προστασίας στα επιμέρους συστήματα θα γίνει χρήση της μεθόδου της κυλιόμενης σφαίρας με ακτίνα όπως προδιαγράφεται στο ΕΛΟΤ EN 62305.01 για την προκύπτουσα στάθμη αντικεραυνικής προστασίας. Η μέθοδος της κυλιόμενης σφαίρας αποτελεί το θεωρητικό μοντέλο σχεδιασμού και μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε κατασκευή. Εφαρμόζοντας αυτή τη μέθοδο, η χωροθέτηση του συλλεκτηρίου συστήματος είναι κατάλληλη, εάν κανένα σημείο της υπό προστασία κατασκευής, δεν έρχεται σε επαφή με μία σφαίρα ακτίνας R , που κυλιέται στο έδαφος, γύρω και στην κορυφή της κατασκευής προς όλες τις διευθύνσεις. Η σφαίρα πρέπει να εφάπτεται μόνο στο έδαφος και στο συλλεκτήριο σύστημα. Για τον περιορισμό των επαγόμενων υπερτάσεων θα υλοποιηθεί κατάλληλη δρομολόγηση των αγωγών ώστε να ελαχιστοποιηθεί το μέγεθος των αγωγικών βρόχων. Λύσεις θωράκισης θα υλοποιηθούν εφόσον αυτό κριθεί απαραίτητο. Η προστασία των εσωτερικών συστημάτων (μετατροπείς, κ.λπ.) θα εξασφαλιστεί με την εγκατάσταση των κατάλληλων διατάξεων προστασίας από υπερτάσεις (απαγωγί υπερτάσεων).

Για την επιλογή των διατάξεων προστασίας από υπερτάσεις θα διεξαχθεί εκτίμηση κινδύνου σύμφωνα με τα ΕΛΟΤ EN 62305.01 και .02 και θα ληφθεί υπόψη η ζώνη προστασίας σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 62305.04 για την επιλογική συνεργασία τους. Στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης, η προστασία από υπερτάσεις θα είναι σύμφωνη με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 60664.01. Οι διατάξεις προστασίας από υπερτάσεις θα πληρούν τις απαιτήσεις δοκιμών των προτύπων ΕΛΟΤ EN 61643.11 για τα συστήματα ισχύος και ΕΛΟΤ EN 61643.21 για τα συστήματα επικοινωνίας. Η επιλογή και η εγκατάστασή τους θα γίνει με βάση τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 61643.12, IEC 60364-5-53 και IEC 61643-22. Ανάλογα με τη ζώνη αντικεραυνικής προστασίας όπου θα γίνει η εγκατάσταση των απαγωγών, θα επιλεγεί η θέση και ο τύπος τους (Type 1,2, 3 κατά ΕΛΟΤ EN 61643.11) σύμφωνα με την σειρά προτύπων ΕΛΟΤ EN 62305. Τα συστήματα ισχύος και επικοινωνίας που εισέρχονται σε κάθε ζώνη προστασίας θα προστατεύονται έναντι υπερτάσεων στα όρια της ζώνης. Επιπρόσθετες διατάξεις

απαγωγής υπερτάσεων θα εγκατασταθούν όπου η απόσταση μεταξύ του απαγωγού και του υπό προστασία εξοπλισμού ξεπερνά τη μέγιστη επιτρεπόμενη. Οι απαγωγί υπερτάσεων που θα εγκατασταθούν για την προστασία του ηλεκτρονικού εξοπλισμού θα εξασφαλίζουν την ασφαλή απαγωγή του κεραυνικού ρεύματος και τη διατήρηση της παραμένουσας τάσης σε επίπεδα συμβατά με τη στάθμη μόνωσης του υπό προστασία εξοπλισμού.

Ιδιαίτερα για το δίκτυο διανομής συνεχούς ρεύματος, θα χρησιμοποιηθούν απαγωγί υπερτάσεων κατάλληλοι για δίκτυα DC της μέγιστης τάσης λειτουργίας και ρεύματος βραχυκύκλωσης του Φ/Β Σταθμού στην εκάστοτε θέση τοποθέτησής τους.

2.11.4 Σύστημα γείωσης

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 Φ/Β Σταθμού.

Το προτιμητέο σύστημα γείωσης για το δίκτυο διανομής συνεχούς ρεύματος είναι τύπου IT (αγεώτοι ενεργοί αγωγοί) κατά ΕΛΟΤ EN 60364.01.

Το πλέγμα της γείωσης θα κατασκευαστεί περιμετρικά όλων των διατάξεων με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει την σύνδεση όλων των Φ/Β βάσεων. Από τον εξωτερικό περιμετρικό δακτύλιο του πλέγματος θα προβλεφθούν οι αναμονές για την σύνδεση της περίφραξης και όλων των περιμετρικών μεταλλικών στοιχείων (π.χ. ιστοί φωτισμού, ιστοί για κάμερες κτλ).

Το πλέγμα γείωσης με δεδομένο ότι οι μεταλλικές βάσεις στήριξης των Φ/Β θα τοποθετηθούν απευθείας στο έδαφος θα κατασκευαστεί από αγωγό ταινίας χαλύβδινο επιψευδαργυρωμένο εν θερμώ διαστάσεων 30 x 3,5mm (St/tZn) ή από αγωγό διατομής 10 mm St/Zn (St/tZn). Το βάθος εγκατάστασης της ταινίας είναι περίπου 70 cm (μεγαλύτερο από 0,5m) και δεν θα πρέπει να γειτνιάζει με μονωτικά υλικά (π.χ. καλώδια).

Οι αναμονές για την σύνδεση των Φ/Β βάσεων αλλά και όλων των μεταλλικών εγκαταστάσεων/εξαρτημάτων όπως ιστοί φωτισμού, μεταλλικοί οικίσκοι, κάμερες, περίφραξη κτλ, θα κατασκευαστούν από τον ίδιο αγωγό διατομής 10 mm St/Zn.

Από το πλέγμα της γείωσης καταλήγουν 4 αναμονές για τον Υποσταθμό (ΥΣ) χαλύβδινο επιψευδαργυρωμένο αγωγό διατομής 10mm. Περιμετρικά του ΥΣ θα τοποθετηθεί ταινία γείωσης 30x3,5mm (St/tZn).

Τέσσερις αναμονές από αγωγό Φ10 από την περιμετρική γείωση του ΥΣ θα συνδέονται με το πλέγμα ισοδυναμικής προστασίας του Υ/Σ μέσω σφιγκτήρα οπλισμού και με τον εσωτερικό περιμετρικό ζυγό γείωσης. Όλες οι ενώσεις θα πραγματοποιηθούν με τη χρήση βιδωτών σφιγκτήρων. Όλες οι ενώσεις θα πρέπει να ικανοποιούν το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62561-1 και όλοι οι αγωγοί είναι εντός είτε εκτός εδάφους συμπεριλαμβανομένου και ακίδων σύλληψης θα πρέπει να ικανοποιούν το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62561.

2.11.5 Ισοδυναμικές συνδέσεις

Οι ισοδυναμικές συνδέσεις εξασφαλίζουν την εξίσωση του δυναμικού μεταξύ σημείων του κυκλώματος ή μεταξύ διαφορετικών κυκλωμάτων. Συνέπεια αυτού, είναι να μειώνεται η πιθανότητα εμφάνισης επικίνδυνων υπερτάσεων σε περίπτωση πλήγματος κεραυνού ή σφάλματος στην εγκατάσταση.

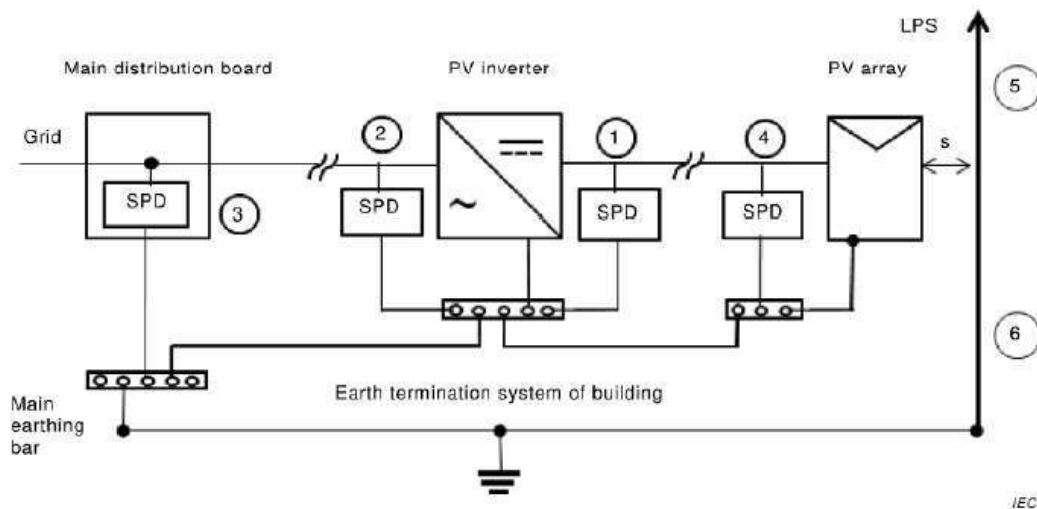
Για το σκοπό αυτό θα πραγματοποιηθούν τα εξής

- Από τον εξωτερικό περιμετρικό δακτύλιο του πλέγματος θα προβλεφθούν λήξης ισοδυναμικής σύνδεσης με αγωγό διατομής 10 mm St/Zn για την σύνδεση της περίφραξης και όλων των περιμετρικών μεταλλικών στοιχείων (π.χ. ιστοί φωτισμού, ιστοί για κάμερες κτλ).
- Από το πλέγμα της γείωσης καταλήγουν αναμονές για τον Υποσταθμό (ΥΣ) χαλύβδινο επιψευδαργυρωμένο αγωγό διατομής 10mm. Περιμετρικά του ΥΣ θα πρέπει να έχει τοποθετηθεί γείωση.
- Κάθε τραπέζι των βάσεων στήριξης θα συνδεθεί ισοδυναμικά με την περιμετρική γείωση σε τουλάχιστον δύο σημεία και σε απόσταση μέχρι 20 μέτρα μεταξύ τους. Με βάση τα παραπάνω
 - ❖ Τραπέζια μέχρι 20 μέτρα θα έχουν δύο σημεία ισοδυναμικής σύνδεσης
 - ❖ Τραπέζια μέχρι 40 μέτρα θα έχουν τρία σημεία ισοδυναμικής σύνδεσης
 - ❖ Τραπέζια μέχρι 60 μέτρα θα έχουν τέσσερα σημεία ισοδυναμικής σύνδεσης
- Όλα τα Φ/Β πλαίσια θα συνδεθούν ισοδυναμικά μεταξύ τους με χάλκινο αγωγό διαμέτρου 6 mm² , ενώ τα ακραία θα συνδεθούν ισοδυναμικά με τις βάσεις στήριξης. Προσοχή θα πρέπει να ληφθεί στο να γίνει διάτρηση της ανοδίωσης του αλουμινίου των Φ/Β πλαισίων με χρήση ειδικής αστεροειδούς ροδέλας που θα ακουμπάει στο πλαίσιο

2.12 Εσωτερικό ΣΑΠ

Το εσωτερικό ΣΑΠ θα υλοποιηθεί με την χρήση απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων (SPD) Πέρα από το γενικό πρότυπο IEC 62350, θα ακολουθηθούν τα πρότυπα IEC 61643 32 2017 «Low Voltage Surge Protective Devices Part 32 Surge Protective Devices Connected to the dc Side of Photovoltaic Installations- Selection and application principles» και IEC 60364-7-712 «Low voltage electrical installations – Part 7-71 2: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems», IEC 61643-12 «Selection of surge protective devices for low-voltage systems connected to overhead lines».

Με βάση το πρότυπο IEC 61643-32:2017 για την επιλογή των SPD, σε Φ/Β σταθμούς στην ύπαιθρο, θεωρείται ότι το ελάχιστο μήκος απομόνωσης δεν μπορεί να τηρηθεί. Τα σημεία όπου πρέπει να τοποθετηθούν οι απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων (SPD) εμφανίζονται στην ακόλουθη εικόνα (από το πρότυπο IEC 61643-32:2017)



Legend

- 1 Class II tested SPD according to IEC 61643-31
- 2 Class II tested SPD according to IEC 61643-11
- 3 Class I tested SPD according to IEC 61643-11
- 4 Class II tested SPD according to IEC 61643-31
- 5 LPS air termination system
- 6 LPS down conductor

Εικόνα 5 Εικόνα από το πρότυπο IEC 61643-32:2017 για την επιλογή των SPD για την επιλογή των SPD

2.13 Προδιαγραφές Περιφερειακού Εξοπλισμού

2.13.1 Σύστημα Καταγραφής Απόδοσης & Λειτουργίας Αντιστροφών

Θα πρέπει να εγκατασταθεί κατάλληλο ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής δεδομένων (datalogger) στον χώρο του Διαμερίσματος Χαμηλής τάσης του Οικίσκου Μ.Τ.. 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 του Φ/Β σταθμού συνολικά, αδιάλειπτα επί 24ώρου βάσεως. Τα δεδομένα αυτά είναι ενδείξεις, σημάνσεις και λειτουργικά μεγέθη.

Τα δεδομένα που θα καταγράφονται, αποθηκεύονται και αποστέλλονται θα είναι κατ' ελάχιστο τα ακόλουθα:

- Συνολική παραγόμενη / καταναλισκόμενη ενέργεια από το Φ/Β Σταθμό (kWh) και από τον Μετατροπέα .
- Στιγμιαία παραγόμενη / καταναλισκόμενη ενεργός ισχύς (kW) του Φ/Β Σταθμού και του κάθε αντιστροφέα
- Ηλεκτρολογικά μεγέθη (DC και AC) των αντιστροφών, (τάση, ένταση, ισχύς, ενέργεια, κλπ.) για κάθε διαφορετική είσοδο MPPT.
- Τάση στο ζυγό AC (V) των φορτίων.

2.13.1.1 Μετεωρολογικός Σταθμός – Μετεωρολογικά μεγέθη

Προκειμένου να υπάρχει δυνατότητα παρακολούθησης της απόδοσης του Φ/Β σταθμού και εξαγωγής ποιοτικών αποτελεσμάτων, θα πρέπει να εγκατασταθεί σταθμός καταγραφής μετεωρολογικών παραμέτρων ο οποίος θα καταγράφει τα ακόλουθα μεγέθη με τις κάτωθι προδιαγραφές:

- Ταχύτητα αέρα (m/s)
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος με εύρος λειτουργίας αισθητήρα από -40° έως 80°C και ακρίβεια μετρήσεων έως $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$.
- Προσπίπτουσα ολική ακτινοβολία στην κλίση των Φ/Β πλαισίων (W/m^2)
- Θερμοκρασία Φ/Β πλαισίων ($^{\circ}\text{C}$)

Για την μέτρηση των παραπάνω μεγεθών ο μετεωρολογικός σταθμός (πέραν της κεντρικής μονάδας καταγραφής, αποθήκευσης και απεικόνισης μετρήσεων) θα αποτελείται κατά ελάχιστο από τα κάτωθι μετρητικά όργανα:

- 1 αισθητήρας (πυρανόμετρο) για την καταγραφή της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο (global irradiance)
- 1 αισθητήρας (πυρανόμετρο) για την καταγραφή της ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο κλίσης και προσανατολισμού των Φ/Β πλαισίων.
- 1 αισθητήρας καταγραφής της ταχύτητας του ανέμου.
- 1 αισθητήρας καταγραφής της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.
- 1 αισθητήρας καταγραφής της θερμοκρασίας των Φ/Β πλαισίων.

Ο εξοπλισμός στο σύνολό του θα πρέπει να έχει κατά 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 του Φ/Β σταθμού και παράλληλα να είναι δυνατή η εξαγωγή τους (των δεδομένων) σε αρχεία επεξεργάσιμης μορφής. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι η κεντρική μονάδα του μετεωρολογικού σταθμού μπορεί να συνεργαστεί με το σύστημα τηλεμετρίας των αντιστροφών και ότι παρέχει την δυνατότητα παρακολούθησης όλων των παραμέτρων μέτρησης των αισθητήρων οποιαδήποτε στιγμή και από οπουδήποτε μέσω διαδικτύου.

2.13.2 Σύστημα Συναγερμού

Για την ασφάλεια του Φ/Β σταθμού θα τοποθετηθεί σύστημα συναγερμού για την καταγραφή εισόδου στον χώρο το Φ/Β σταθμού και την ανίχνευση κίνησης στον Οικίσκο Μέσης Τάσης και τον Οικίσκο αντιστροφών, μέσω κατάλληλων αισθητήρων (παγίδες συναγερμού).

Το σύστημα θα περιλαμβάνει όλα τα παρελκόμενα για την ομαλή λειτουργία (κεντρική μονάδα, τροφοδοτικό, πληκτρολόγιο, σειρήνα, ασύρματο τηλεχειριστήριο, μπαταρίες, καλωδιώσεις κλπ). Επίσης σε περίπτωση ενδεχόμενης παραβίασης ή διακοπής της ηλεκτρικής ισχύος θα έχει την δυνατότητα ειδοποίησης των υπεύθυνων προσώπων.

Η βασική δομή του συστήματος είναι τα περιμετρικά ζεύγη BEAMS που καταλήγουν σε μία κεντρική μονάδα ελέγχου. Με την κεντρική μονάδα ελέγχου είναι συνδεδεμένη σειρήνα ηχητικής και οπτικής ειδοποίησης σε περίπτωση παραβίασης. Ακόμα θα τοποθετηθούν και

αισθητήρες ανίχνευσης πυρκαγιάς στον χώρο του Μετασχηματιστή, του Γενικού Πίνακα Χαμηλής Τάσης και στον Οικίσκο αντιστροφών.

Σε περίπτωση παραβίασης ή άλλου συμβάντος αποστέλλεται αυτόματα από την κεντρική μονάδα ελέγχου σήμα στο τηλεφωνικό κέντρο 24-ωρης παρακολούθησης.

Ο συναγερμός θα έχει κατ' ελάχιστον 32 ζώνες, εκ των οποίων θα χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες:

Ζώνη	Είδος	Από	Προς
1	ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΦΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΠΑΡΚΟΥ		
2	ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΦΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ		
3	ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΦΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ		
4	ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΦΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ		
5	ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΦΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΟΙΚΙΣΚΟΥ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΩΝ		
6	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π1	Π2
7	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π2	Π3
8	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π3	Π4
9	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π4	Π5
10	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π5	Π6
11	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π6	Π7
12	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π7	Π8
13	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π8	Π9
14	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π9	Π10
15	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π10	Π11
16	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π11	Π12
17	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π12	Π13
18	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π13	Π14
19	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π14	Π1
20	Ραντάρ Οικίσκου αντιστροφών		
21	Ραντάρ Οικίσκου Μ.Τ.		
22	ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ		
23	ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ		
24	ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ		
25	ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΟΙΚΙΣΚΟΥ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΩΝ		
26	ΤΑΜΠΕΡ ΡΑΝΤΑΡ		
27	ΤΑΜΠΕΡ ΠΑΝΩ ΠΙΝΑΚΑ		
28	ΤΑΜΠΕΡ ΣΕΙΡΗΝΑΣ		

Πίνακας 2. Ζώνες συναγερμού

2.13.3 Σύστημα Παρακολούθησης Κλειστού Κυκλώματος Τηλεόρασης (C.C.T.V.)

Το σύστημα C.C.T.V. αποτελείται από σταθερές κάμερες εξωτερικού χώρου και την καταγραφική μονάδα (DVR). Το DVR θα έχει κατ' ελάχιστον θύρες σύνδεσης εικοσιτεσσάρων (24) καμερών και σκληρό δίσκο ελάχιστης χωρητικότητας 2TB.

Οι κάμερες θα είναι δικτυακές τύπου IP ανάλυσης τουλάχιστον 4MP και να έχουν δυνατότητα λειτουργίας σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού (0.005 LUX) (υπέρυθρη κάμερα). Οι κάμερες θα είναι τοποθετημένες επί πυλώνων και η καταγραφική μονάδα με την οποίες θα

συνδέονται οι κάμερες θα βρίσκεται εντός του Οικίσκου Μ.Τ, στο διαμέρισμα Χαμηλής τάσης. Οι κάμερες θα τοποθετηθούν σε κατάλληλο σημείο ώστε να επιτηρούν όλη την περίμετρο της περίφραξης του Φ.Β σταθμού, καθώς κι όλες τις εισόδους πρόσβασης στον Φ/Β σταθμό και στον Οικίσκο Ελέγχου και θα καταγράφουν σε όλη την διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται τοπικά στους σκληρούς δίσκους της μονάδας καταγραφής, στην οποία θα υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης απομακρυσμένα μέσω διαδικτύου.

2.13.4 Περιμετρικός Φωτισμός

Περιμετρικά του Φ/Β σταθμού, θα εγκατασταθεί φωτισμός χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, τεχνολογίας LED.

Τα φωτιστικά σώματα θα τοποθετηθούν επί χαλύβδινου ιστού φωτισμού ύψους 3.5 μέτρων εκτός εδάφους, κωνικής οκταγωνικής διατομής, θα συνδέονται με ακροκιβώτιο διπλού ασφαλειοαποζεύκτη και θα εδραστούν επί προκατασκευασμένων βάσεων αγκύρωσης με πλάκα έδρασης. Οι βάσεις αγκύρωσης θα τοποθετηθούν σε βάθος 50cm τουλάχιστον, και θα πακτωθούν με σκυρόδεμα.

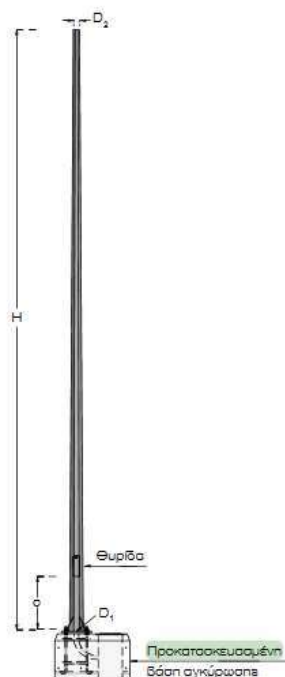
Οι ιστοί θα απέχουν μεταξύ τους απόσταση από 20 έως 60 μέτρα. Συνολικά θα τοποθετηθούν κατ' ελάχιστο 10 ιστοί με τουλάχιστον δύο φωτιστικά ο καθένας, με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύπτεται όλο το πεδίο εντός του Φ/Β σταθμού από κάθε ιστό.

Το σώμα του φωτιστικού θα είναι κατασκευασμένο από υψηλής πίεσης χυτοπρεσσαριστό αλουμίνιο βαμμένο με πολυεστερική βαφή πούδρας για αντοχή έναντι της διάβρωσης. Το φωτιστικό θα είναι μικρών διαστάσεων, με βάρος μικρότερο από 1,5kg και θα φέρει πτερύγια-ψύκτρες για απαγωγή της θερμότητας. Το φωτιστικό θα έχει προστασία έναντι εισχώρησης νερού και σκόνης βαθμού στεγανότητας IP65 (κατά EN60598).

Η συνολική ισχύς του φωτιστικού (LED+Driver) θα πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση από 50W. Η φωτεινή ροή του φωτιστικού @Ta 25°C θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 2000 lm (μετά από θερμικές και οπτικές απώλειες). Η ανοχή (tolerance) σε σχέση με τα ονομαστικά μεγέθη που δηλώνει ο κατασκευαστής δε θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από ±5% για την ισχύ και ±7% για τη φωτεινή ροή. Η κατανομή φωτεινής έντασης θα είναι ασύμμετρη Type II-Medium κατά IESNA κατάλληλη για την εφαρμογή σύμφωνα με τις φωτοτεχνικές απαιτήσεις, ενώ αυτή θα έχει άνω εκπομπής φωτός U0 (σε οριζόντια τοποθέτηση) σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση BUG IES TM-15-11 για περιορισμό της φωτορύπανσης.

2.13.4.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά Ιστού στήριξης:

- Υλικό: Χάλυβας θερμής έλασης ποιότητας S235JR κατά EN 10025
- Προστασία: Γαλβάνισμα εν θερμώ βάσει Διεθνούς Προτύπου EN ISO1461
- Κατασκευή: Κόψιμο και διαμόρφωση σε κωνική οκταγωνική διατομή από μονοκόμματα (μοναδιαία) τεμάχια. Η συγκόλληση του ιστού θα πρέπει να γίνεται κατά μήκος με μία μόνο διαμήκη ραφή σε αυτόματα μηχανήματα συγκόλλησης. Στην βάση του ιστού θα προσαρμόζεται (μέσω συγκόλλησης) πλάκα έδρασης η οποία ενισχύεται με τέσσερα (4) τρίγωνα ενίσχυσης. Θυρίδα από το ίδιο σώμα του ιστού, κομμένη με ειδικό πριόνι, όπου εφαρμόζει απόλυτα και δεν εξέχει (κατά την κλειστή θέση) από τον ιστό (IP54 και IK10).
- Πιστοποίηση: CE από ανεξάρτητο εγκεκριμένο κοινοποιημένο Ευρωπαϊκό Φορέα (ΦΕΚ 1557/B/17-08-2007 και EN 40).



Εικόνα 6. Ενδεικτικό σχέδιο Πυλώνα

Η βάση στήριξης θα πρέπει να είναι κατάλληλων διαστάσεων και να αποτελεί από μόνη της ολοκληρωμένο προϊόν και να είναι εφοδιασμένη με:

- γαλβανισμένα εν θερμώ αγκύρια
- το φρεάτιο με το στεγανό χυτοσιδηρό καπάκι του
- τον σωλήνα διέλευσης των καλωδίων και τον απαραίτητο εξοπλισμό

2.13.5 Περίφραξη – Πόρτες εισόδου

Η περίφραξη θα είναι τύπου «NATO», θα έχει ύψος 2.3 μέτρα από το έδαφος. Θα αποτελείται από γαλβανισμένο συρματόπλεγμα 50 X 50, ύψους 2 μέτρων και μεταλλικούς ορθοστάτες οι οποίοι θα είναι πάσσαλοι από γαλβανισμένους σωλήνες διαμέτρου τουλάχιστον Φ48 mm πάχους 1,5mm, ύψους έως 2,5 μέτρα. Οι ορθοστάτες θα εκτείνονται ανά 2,5 μέτρα και στις γωνίες της περίφραξης θα υπάρχουν αντηρίδες. Στο επάνω μέρος της περίφραξης θα τοποθετηθούν τρεις σειρές αγκαθωτό σύρμα γαλβανιζέ. Οι ορθοστάτες της περίφραξης θα τοποθετηθούν σε βάθος 50cm και θα πακτωθούν μέσα σε υποδοχές εντός του εδάφους, που θα πληρώνονται με σκυρόδεμα. Για την ενίσχυση της περίφραξης θα πρέπει το συρματόπλεγμα στην βάση του στο έδαφος να εγκιβωτιστεί σε σκυρόδεμα διαστάσεων 0,2m x 0,2m τύπου «σινάζι».

Η θύρα της περίφραξης θα είναι δίφυλλη μεταλλική πόρτα ανοίγματος 5μ. και ύψους 2μ. από το φυσικό έδαφος για να διευκολύνεται η διέλευση βαρέων οχημάτων έργου.

Η πόρτα θα αποτελείται από γαλβανισμένα εν θερμώ υλικά:

- Σκελετό από κοιλοδοκό 40x40x3 mm και στο κάτω τμήμα οριζόντιος κοιλοδοκός τυπικών διαστάσεων 100x 40x2mm.
- Περαιστή σχάρα 63mm x 125mm, κατακόρυφες λάμες στήριξη διατομής 25/3mm, οριζόντιες περαιστές ράβδους διαμέτρου 6mm (στο κέντρο της λάμας στήριξης) και πλευρικές λάμες για σύνδεση με τα υποστυλώματα διατομής 25/5 mm

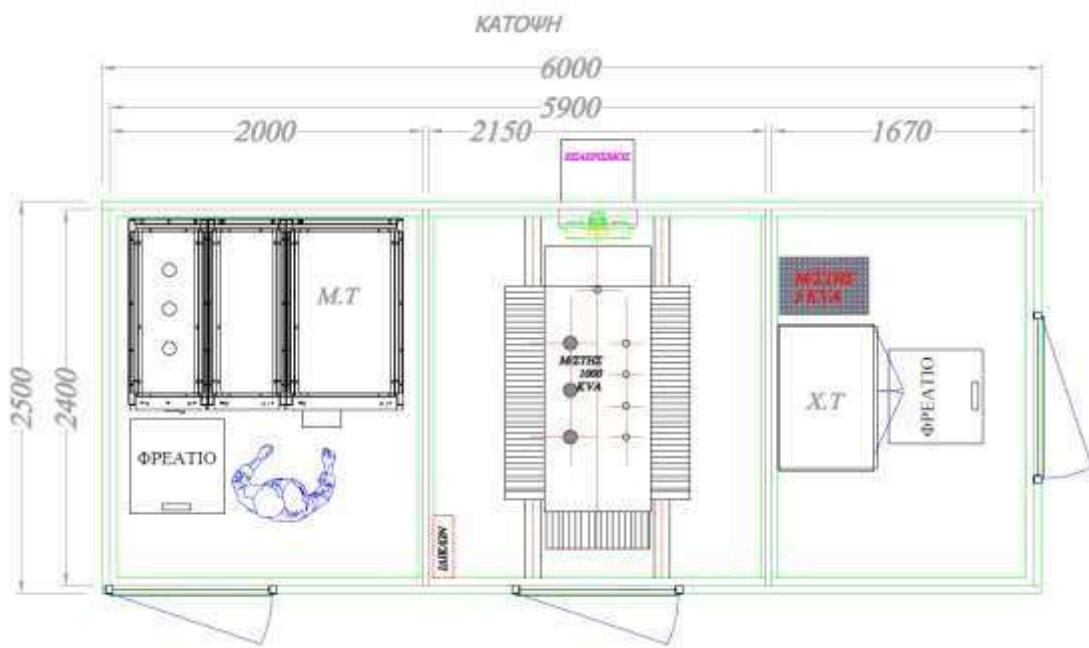
- Δύο ορθοστάτες κοιλοδοκούς 80 x 80 x 4mm. Η στήριξη θα γίνεται με τρεις μεντεσέδες για κάθε φύλλο.
- Κατακόρυφος σύρτης στο ένα φύλλο για την ακινητοποίηση της.

2.14 Προδιαγραφές Υποσταθμού Μέσης Τάσης

Καθώς η ισχύς του Φ/Β σταθμού υπερβαίνει τα 100 kWp, θα εγκατασταθεί υποσταθμός Μέσης Τάσης (ΜΤ) για τη σύνδεση του Φ/Β σταθμού απευθείας από το δίκτυο ΜΤ 20 kV του ΔΕΔΔΗΕ.

Έτσι για τη σύνδεση του Φ/Β σταθμού με το δίκτυο ΜΤ του ΔΕΔΔΗΕ, εγκαθίσταται υπαίθριος Υποσταθμός (Υ/Σ) 20/0.4 kV ονομαστικής ισχύος άνω των 850 kVA τύπου κίσκι. Ο συγκεκριμένος υποσταθμός ενέργειας αποτελείται από τα παρακάτω διαμερίσματα:

- Πίνακας ΜΤ
- Μετασχηματιστή ισχύος
- Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης (Γ.Π.Χ.Τ.)



Σχέδιο 2.Ενδεικτική Κάτοψη οικίσκου υποσταθμού ΜΤ

Ο Υ/Σ θα στεγάζεται σε μεταλλικό κίσκι (Οικίσκος Ελέγχου) κατάλληλων διαστάσεων και θα είναι χωρισμένος σε τρία ανεξάρτητα διαμερίσματα με τρεις πόρτες από γαλβανισμένη λαμαρίνα 2mm. Η οροφή και οι τοίχοι θα είναι από πάνελ πολυουρεθάνης.

Η έδραση του θα γίνει επί σπλισμένου σκυροδέματος. Ο χώρος όπου έχει τοποθετηθεί η βάση θα είναι ελαφρώς ανυψωμένος για λόγους στεγανότητας χωρίς το συνολικό ύψος του Οικίσκου να ξεπερνάει τα 2,5 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους.

Εντός του οικίσκου υπάρχει:

- Εσωτερικός φωτισμός σε όλα τα διαμερίσματα
- Εσωτερικές καλωδιώσεις

- Θερμικές αντιστάσεις σε όλα τα πεδία για την αντιμετώπιση της υγρασίας εσωτερικά αυτών
- 2 τεμ. πυροσβεστήρα ξηράς σκόνης κατασβεστικής ικανότητας τουλάχιστον 21A-113B-C
- 2 τεμ. πυροσβεστήρα CO₂, κατασβεστικής ικανότητας τουλάχιστον 55B-C
- Σύστημα πυρανίχνευσης με ανιχνευτές καπνού. Οι πυρανιχνευτές είναι συμβατικού τύπου ικανοί να παρέχουν σήμα σήμανσης πυρασφαλείας συναγερμού και σήμα σφάλματος.

Ο εξαερισμός επιτυγχάνεται μέσω ανεμιστήρων, 2 στο διαμέρισμα του Μ/Σ και 1 στο διαμέρισμα πίνακα ΧΤ. Το σύστημα αερισμού κρατάει την θερμοκρασία του Μ/Τ χαμηλότερα από τους 65° C.

Στο διαμέρισμα χαμηλής τάσης θα τοποθετηθεί μία μονάδα αυτόνομης τροφοδότησης με χρήση υβριδικού αντιστροφέα και μπαταριών ισχύος 3 kVA.

Στο διαμέρισμα χαμηλής τάσης θα τοποθετηθεί το σύστημα παρακολούθησης και συλλογής των δεδομένων (DataLogger), ο εξοπλισμός του συναγερμού, η καταγραφική μονάδα του κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης, ο Η/Υ κλπ.

Η εγκατάσταση ξεκινά από την άφιξη του ΔΕΔΔΗΕ και καταλήγει στα πεδία χαμηλής τάσης (ΧΤ).

Η εγκατάσταση αποτελείται από τα παρακάτω μέρη

- Πίνακας Μέσης τάσης (ΓΠ-MT) 20 kV
- Μετασχηματιστής (Μ/Σ) 20/0.4 kV άνω των 850 kVA
- Πεδία Γενικού πίνακα χαμηλής τάσης (ΓΠ-ΧΤ) 400 V
- Πίνακας Ιδιοκαταναλώσεων 230 V
- Αυτόνομο σύστημα
- Γειώσεις

2.14.1 Καλωδίωση ΜΤ

Η σύνδεση μεταξύ κολώνας ΔΕΔΔΗΕ και πίνακα ΜΤ του Φ/Β σταθμού, θα πραγματοποιηθεί με καλώδιο από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο XLPE. Τα XLPE έχουν καλύτερη συμπεριφορά στην διαρκή θερμική καταπόνηση και αντέχουν μέχρι του 90° C.

2.14.2 Πίνακας Μέσης Τάσης

2.14.2.1 Γενική περιγραφή

Ο πίνακας θα αποτελείται από κυψέλες μεταλλοενδεδυμένου τύπου (Metal enclosed) κατάλληλες για έδραση στο δάπεδο. Ο εξοπλισμός είναι σταθερού τύπου. Διακοπτικό μέσο είναι εξαφθοριούχο θείο SF₆. Στις κυψέλες υπάρχουν οι κατάλληλες μηχανικές μανδαλώσεις μεταξύ διακοπών – γειωτών – πόρτας ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή διαδοχή χειρισμών και η ασφάλεια του προσωπικού. Ο βαθμός προστασίας είναι IP3X. Η μεταλλική κατασκευή είναι από γαλβανισμένα χαλυβδοελάσματα 2mm (πλαϊνά διαχωριστικά 1,5mm) και η βαφή ηλεκτροστατική πάχους >40micron. Στην πρόσοψη υπάρχει μιμικό διάγραμμα με περιστρεφόμενους δείκτες με σαφή ένδειξη θέσης διακοπών – γειωτών. Επίσης υπάρχουν λυχνίες τάσης τροφοδοτούμενες από σετ χωρητικών καταμεριστών.

Παράθυρο επιθεώρησης από ανθεκτικό γυαλί, επιτρέπει την οπτική αναγνώριση της θέσης των επαφών. Εσωτερικά οι κυψέλες διαχωρίζονται πλήρως στα παρακάτω τμήματα:

- Τμήμα μπαρών (Περιλαμβάνει μπάρες χαλκού μονωμένες με PVC)
- Τμήμα διακοπτικού εξοπλισμού (Περιλαμβάνει τον διακόπτη και τον γειωτή σε ερμητικά κλειστό κέλυφος με αέριο SF6)
- Τμήμα σύνδεσης καλωδίων (Κατάλληλο για καλώδια ξηρού τύπου, με είσοδο από κάτω)
- Τμήμα μηχανισμού λειτουργίας Περιλαμβάνει το μηχανισμό λειτουργίας των διακοπών – γειωτών
- Τμήμα χαμηλής τάσης Περιλαμβάνει τον βοηθητικό εξοπλισμό χαμηλής τάσης

2.14.2.2 Πεδία MT

Ο ΓΠ-MT αποτελείται από τρεις κυψέλες MT με υλικό της ABB:

1. Κυψέλη εισόδου SDC στην είσοδο παροχής ΔΕΔΔΗΕ, η οποία αποτελείται από
 - ❖ Μονωτήρες στήριξης
 - ❖ Μπάρες χαλκού
 - ❖ Σετ 3 χωρητικών καταμεριστών με ενδεικτικές λυχνίες (VPIS0)
 - ❖ Κλειδαριά πόρτας
 - ❖ Αλεξικέραυνα γραμμής 21kV, ένταση δοκιμής 10kA, αποζευκτική διάταξη και βαλβίδα εκτόνωση - 3 τμχ (SPD0)
 - ❖ Διακόπτης φορτίου τριών θέσεων SF6 (Q0) 3x630A
 - ❖ Τριπολικός Διακόπτης Φορτίου εξαφθοριούχου θείου (SF6) τριών (3) θέσεων (line-open-earth) 24kV 630A 16kA(3sec) 50kV 125kVr με μιμικό διάγραμμα, και κλειδιά ασφαλείας
 - ❖ Σύστημα Ενδειξης Παρουσίας τάσης (VPIS0)
 - ❖ Τρεις (3) Μετασχηματιστές Ρεύματος για τη μέτρηση (T0)
2. Κυψέλη προστασίας και μέτρησης SFV αποτελείται από:
 - ❖ Ένας (1) τριπολικός Ασφαλειο-αποζεύκτης φορτίου με γειωτή SF6 (Q1), 3 θέσεων, 24kV/630A
*Τριπολικός Διακόπτης Φορτίου εξαφθοριούχου θείου (SF6) τριών (3) θέσεων (line-open-earth), με μηχανισμό διπλού ελατηρίου (double spring), 24kV 630A 16kA(3sec) 50kV 125kVr με μιμικό διάγραμμα, με μηχανισμό διακοπής από τήξη έστω και μίας (1) ασφάλειας και βάσεις ασφαλειών.
 Χειροκίνητος μηχανισμός λειτουργίας για διακόπτη και γειωτή
 Μηχανική ένδειξη τηγμένης ασφάλειας
 Κλειδαριά- κλειδιά ασφαλείας στο διακόπτη
 Κλειδαριά- κλειδιά ασφαλείας στο γειωτή*
 - ❖ Τρία (3) Φυσίγγια μέσης τάσης In=24kV/6A
Ασφάλειες Μέσης Τάσης , ονομαστικής έντασης 6A και ονομαστικής τάσης 24 Kv
 - ❖ Τρία (3) Μονο-πολικούς Μετασχηματιστές τάσης 20,000:√3 / 100:√3 V
3. Η Τρίτη κυψέλη είναι της αναχώρησης SBC διαθέτει από ένα αυτόματο διακόπτη ισχύος SF6 συρόμενου τύπου 630 A με ορατή την απόζευξη των επαφών του στο τζάμι επί της πόρτας του πίνακα και με δυνατότητα μανδάλωσης στις θέσεις ON και OFF του διακόπτη. Ο αυτόματος διακόπτης ισχύος SF6 των πεδίων αναχώρησης των Μ/Σ διαθέτει ηλεκτρονόμο δευτερογενούς προστασίας τροφοδοτούμενο από μετασχηματιστή έντασης. Περιλαμβάνει:

- ❖ Ενας (1) τριπολικός αποζεύκτης φορτίου με γειωτή SF6 (Q2) 3 θέσεων, 24kV/630A
Τριπολικός Διακόπτης Φορτίου εξαφθοριούχου θείου (SF6) τριών (3) θέσεων (line-open-earth), με μηχανισμό μονού ελατηρίου (single spring), με γειωτή στην έξοδο μηχανικά μανδαλωμένο, 24kV 630A 16kA(3sec) 50kV 125kVp με μιμικό διάγραμμα και κλειδιά ασφαλείας (συνεργάζεται με αυτόματο διακόπτη SF6 HD4/R-Sec)
Γειωτή καλωδίων 24kV 16kA(3sec) 50kV 125kVp (full making capacity 62,5kAp) μηχανικά μανδαλωμένο με τον Διακόπτη Φορτίου και με την πόρτα της κυψέλης
Κλειδαριά- κλειδιά ασφαλείας στο διακόπτη
Κλειδαριά- κλειδιά ασφαλείας στο γειωτή
- ❖ Ενας (1) τριπολικός τηλεχειριζόμενος Διακόπτης ισχύος SF6 HD4 , 24kV/630A «Removable» Αυτόματος διακόπτης ισχύος, εξαφθοριούχου θείου (SF6) 24kV 630A 12,5kA(3sec) 50kV 125kVp με Μπουτόν κλεισίματος, Μπουτόν Ανοίγματος, Μηχανικές ενδείξεις Αυτόματου Διακόπτη (opening / closing), Μηχανικές ενδείξεις ελατηρίου (charged / discharged), Μετρητής χειρισμών, Βοηθητικές επαφές, Κλειδαριά ασφαλείας, Πηνίο Εργασίας (YO1)
- ❖ Τρεις (3) Μετασχηματιστές έντασης 100/1 A
- ❖ Ενας (1) Ηλεκτρονόμος δευτερογενούς προστασίας REF615 τροφοδοτούμενο από μετασχηματιστή έντασης

Από κάθε ένα από το Πεδίο Αναχώρησης του Μ/Τ αναχωρούν τρία μονοπολικά καλώδια τύπου N2YSY 1x95 mm² που τροφοδοτούν αντίστοιχα το πρωτεύον του Μ/Τ 20 kV/ 0.4 kV, 1,000 kVA

2.14.3 Αυτόματος Διακόπτης Διασύνδεσης

Ο Αυτόματος Διακόπτης Διασύνδεσης (ΑΔΔ) έχει τοποθετηθεί στον κλάδο παραγωγής και αποσυνδέει τον κλάδο παραγωγής του Φ/Β από το Δίκτυο σε καταστάσεις διαταραχών για την αποφυγή ακούσιας νησιδοποίησης. Έχει εγκατασταθεί στην πλευρά ΜΤ όπως φαίνεται στο Μονογραμμικό σχέδιο του Υ/Τ.

Χρησιμοποιεί το όργανο δευτερογενούς προστασίας. Σε περίπτωση διαταραχής τάσεων ρεύματος, συχνότητας, αυξημένης θερμοκρασίας Μ/Τ και παρουσίας αερίων καύσης λαδιού, το όργανο δευτερογενούς προστασίας επενεργεί στον διακόπτη αποσυνδέοντας τον Μ/Τ από το δίκτυο.

Το όργανο δευτερογενούς προστασίας θα πρέπει να ενσωματώνει τις ακόλουθες προστασίες:

- Προστασία υπερεντάσεως
- προστασία ορίων τάσης (υπέρταση, υπόταση)
- προστασία ορίων συχνότητας (υπερσυχνότητα, υποσυχνότητα) και
- προστασία ομοπολικής συνιστώσας τάσης.

Οι τιμές ρύθμισης και οι χρόνοι ενεργοποίησης της προστασίας απόζευξης θα καθοριστούν από τον ΔΕΔΔΗΕ. Οι τυπικές τιμές είναι:

Παράμετρος	Τιμές ορίων	Διάρκεια trip (msec)
Κάτω όριο τάσης	0.92 Un	2000
Άνω όριο τάσης	1.08 Un	2000

Κάτω όριο τάσης	0.75 Un	500
Άνω όριο τάσης	1.12 Un	500
Κάτω συχνότητας	49.50 Hz	1000
Άνω συχνότητας	50.50 Hz	1000
Ομοπολική συνιστώσα τάσης	0.15 Un	1000
Προστ. Υπερέντασης	1.20 In	1000
Προστ. Υπερέντασης	2.50 In	500
Προστ. Υπερέντασης	5.50 In	500

2.14.4 Μετασχηματιστής

Υπάρχει ένας (1) Μ/Σ ελαίου 20 kV/ 0.4 kV, 50 Hz, ισχύος άνω των 850 kVA.

Ο Μ/Τ πρέπει να ακολουθεί τις προδιαγραφές του προτύπου ECO Tier 2 (Commission Regulation (EU) No 548/20141 and Amendment (EU) 2019/17832 lay out Tier 2)

Επίσης πρέπει να διαθέτει πιστοποιήσεις EN 50588-1 και EN 60076-1.

Ο Μ/Σ θα είναι εγκατεστημένος σε ιδιαίτερο χώρο με ιδιαίτερη πόρτα εισόδου. Ο Μ/Σ περιλαμβάνει τα ακόλουθα παρελκόμενα:

- Πορσελάνινοι διαπεραστήρες στη Χ.Τ
- Βυσματικοί διαπεραστήρες στην Υ.Τ
- DMCR relay. Όργανο που περιλαμβάνει θερμομέτρο με επαφές συναγερμού και απόζευξης, επαφή υπερπίεσης, ένδειξη χαμηλής στάθμης ελαίου με επαφή.
- Βαλβίδα δειγματοληψίας και αποστράγγισης λαδιού
- Ρόδες
- Ενδεικτική πινακίδα

Από το δευτερεύον του κάθε Μ/Σ τροφοδοτείται ο ΓΠ-ΧΤ με καλώδια XLPE 2x240 mm²/120 mm².

Παράμετρος	Τιμή
Ονομαστική ισχύς	άνω των 850 kVA
Ονομαστική τάση πρωτεύοντος	20 kV
Ονομαστική τάση δευτερεύοντος	0.4 kV

2.14.5 Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης (ΓΠ-ΧΤ)

Ο ΓΠ-ΧΤ είναι μεταλλικός με πόρτες και όλα τα πεδία είναι επισκέψιμα. Ο ΓΠ-ΧΤ τροφοδοτείται από το δευτερεύον του Μ/Σ με καλώδια XLPE 2x240 mm²/120 mm². Στην άφιξη του ΓΠ-ΧΤ υπάρχουν απαγωγεί κρουστικών υπερτάσεων τύπου T1 και T2 και στη συνέχεια ο αντίστοιχος αυτόματος διακόπτης αέρα 3 x 1600A με προστασία σε υπέρταση και βραχυκύκλωμα με ηλεκτροκινητήρα συρόμενου τύπου. Μετά τον διακόπτη Μ/Σ υπάρχει μονάδα μετρήσεων τάσεων, ρευμάτων φάσεων και συντελεστή ισχύος.

Ο μετασχηματιστής μετά από τον αυτόματο διακόπτη τροφοδοτεί ανεξάρτητους ζυγούς χαμηλής τάσης (βαμμένες μπάρες χαλκού διαστάσεων 120 x 10 mm).

Από τον ζυγό ΧΤ του πίνακα ΓΠ-ΧΤ ξεκινούν οι γραμμές προς τους αντιστροφείς ισχύος και τις ιδιοκαταναλώσεις. Η γραμμή για κάθε αντιστροφή έχει απαγωγό κρουστικών υπερτάσεων, τριπολικό διακόπτη 3 x 200 A.

Από τον πίνακα ΓΠ-ΧΤ τροφοδοτείται ο ιδιαίτερος πίνακας ιδιοκαταναλώσεων. Οι ιδιοκαταναλώσεις του σταθμού είναι προστατεύονται από ασφάλεια 40 A και διακόπτη διαφυγής έντασης με ρεύμα διαρροής 30 mA.

2.15 Σύνδεση με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ

Ο ανάδοχος έχει την υποχρέωση της ολοκλήρωσης της εγκατάστασης σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ΔΕΔΔΗΕ. Στις υποχρεώσεις του είναι η προμήθεια, τοποθέτηση όλου του απαραίτητου εξοπλισμού, η σύνδεση και η διεκπεραίωση από πλευράς αιτήσεων και δικαιολογητικών της διαδικασίας έως και την πλήρη σύνδεση και ένταξη του συστήματος του ΔΕΔΔΗΕ για ενεργειακό συμψηφισμό. Η σύνδεση του Φ/Β συστήματος σε δίκτυο μέσης τάσης καθώς και η εγκατάσταση της μετρητικής διάταξης παραγωγής, γίνεται σύμφωνα με το σχετικό ενημερωτικό σημείωμα του ΔΕΔΔΗΕ (όπως έχει αναρτηθεί στο διαδίκτυο από το ΔΕΔΔΗΕ).

2.16 Έλεγχοι 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 ΔΕΥΑΜ 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.
- Οπτικός έλεγχος κατασκευής
- Έλεγχος με χρήση θερμοκάμερας
- Έλεγχος Φ/Β στοιχειοσειρών - χαρακτηριστική καμπύλη IV
- Έλεγχος και μετρήσει στη Χαμηλά και την Μέση Τάση

2.17 Έλεγχος κατά την ολοκλήρωση της περιόδου Καλής Λειτουργίας

Η Εγγύηση καλής λειτουργίας ισχύει από την ημερομηνία οριστικής παραλαβής του έργου και ολοκληρώνεται μετά από την πάροδο 24μηνών όπου θα πληρούνται οι όροι και οι προϋποθέσεις της παρούσας. 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 αντιστροφών 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 ΔΕΥΑΜ.

Για την ολοκλήρωση της περιόδου Εγγύησης καλής λειτουργίας θα πραγματοποιηθούν έλεγχοι αντίστοιχοι εκείνων της οριστικής Παραλαβής του Φ/Β σταθμού. Η ΔΕΥΑΜ διατηρεί το δικαίωμα να πραγματοποιήσει τους ελέγχους με προσωπικό της υπηρεσίας ή/ και να αναθέσει αυτούς σε εξωτερικό ανεξάρτητο φορέα ελέγχου.

2.18 Λειτουργία & Συντήρηση Φ/Β Σταθμού

Ο Ανάδοχος θα πρέπει για την περίοδο της εγγύησης 2 ετών καλής λειτουργίας να προσφέρει στα πλαίσια του έργου υπηρεσίες συντήρησης του Φ/Β σταθμού.

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. 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.

2.18.1 Λειτουργία Φ/Β Σταθμού

Μετά την οριστική παραλαβή του Φ/Β σταθμού και την διασύνδεσή του στο ηλεκτρικό Δίκτυο ΜΤ 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:

- Συνεχής τηλεπαρακολούθηση – επιτήρηση της εύρυθμης λειτουργίας του Φ/Β σταθμού. Ανάλυση δεδομένων για επαλήθευση της απόδοσης του
- Ενημέρωση υπευθύνων της ΔΕΥΑΜ σε περίπτωση εμφάνισης σφαλμάτων
- Περιοδική αναφορά βασικών δεικτών απόδοσης (π.χ. διαθεσιμότητα, PR, δεδομένα απόδοσης, παραγωγή ενέργειας) και την κατάσταση του Φ/Β Σταθμού
- Βελτιστοποίηση της απόδοσης της εγκατάστασης
- Άμεση ενημέρωση του/των υπευθύνων που θα οριστούν από την ΔΕΥΑΜ, για όλες τις βλάβες που θα εμφανιστούν και τις εργασίες που πρόκειται να εκτελεστούν
- Περιοδική αναφορά βασικών δεικτών απόδοσης (π.χ. διαθεσιμότητα, PR, δεδομένα απόδοσης, παραγωγή ενέργειας) και την κατάσταση του Φ/Β Σταθμού
- Τήρηση ημερολογίου με το ιστορικό του Φ/Β Σταθμού
- Επικοινωνία με τις αρχές για θέματα που σχετίζονται με τον Διαχειριστή του Δικτύου
- Επικοινωνία με τους προμηθευτές για παντός θέματα διαχείρισης των εγγυήσεων του εξοπλισμού.

2.18.2 Συντήρηση Φ/Β Σταθμού

2.18.2.1 Προληπτική Συντήρηση Φ/Β Σταθμού

Το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης περιλαμβάνει όλες τις ενέργειες που αποσκοπούν στην πρόληψη, πρόγνωση και πιθανή διόρθωση αν τελικώς απαιτηθεί, ώστε η εγκατάσταση του Φ/Β σταθμού να λειτουργεί απρόσκοπτα και σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Κατά την προληπτική συντήρηση θα γίνεται έλεγχος όλων των εξαρτημάτων και καλωδιώσεων που υποστηρίζουν την εγκατάσταση και διασύνδεση των φωτοβολταϊκών γεννητριών και των μετατροπέων ρεύματος.

Η ετήσια προληπτική συντήρηση θα πραγματοποιείται δύο φορές το χρόνο, σε ακριβή ημερομηνία που θα καθοριστεί από κοινού μεταξύ ΔΕΑΥΜ & Αναδόχου.

Σε περίπτωση που κατά τις εργασίες Προληπτικής Συντήρησης διαπιστωθούν βλάβες, ζημιές ή οτιδήποτε άλλο χρειάζεται επισκευή, που απαιτεί πρόσθετες των παραπάνω αναφερομένων εργασίες ή/και υλικά, τότε γίνεται αξιολόγηση από το Συντηρητή ως προς το κόστος και τον απαιτούμενο χρόνο αποκατάστασης και θα ενημερώνεται ο Ιδιοκτήτης. Αν ο Ιδιοκτήτης συμφωνεί με την επέμβαση αποκατάστασης οι απαιτούμενες εργασίες ή/και υλικά θα χρεώνονται ξεχωριστά σύμφωνα με της αμοιβή της Τεχνικής Υποστήριξης όπως ορίζεται στη σχετική παράγραφο.

Αναλυτικά οι εργασίες προληπτικής συντήρησης έχουν ως εξής:

1. Έλεγχος Φωτοβολταϊκών γεννητριών

Κάθε Εξάμηνο :

- Οπτικός έλεγχος του Φωτοβολταϊκών. (για ραγίσματα, σπασίματα, παραμορφώσεις, αλλαγή χρωματισμού των φ/β κελιών ή ζημιά στην πίσω επιφάνεια & κατάσταση τυχών ρύπων)

Κάθε Έτος πέρα των εργασιών εξαμήνου:

- Έλεγχος σύσφιξη πλαισίων στην μεταλλική βάση με χρήση δυναμόκλειδου δειγματοληπτικά για 10% συνολικά από διαφορετικές συστοιχίες βάσεων.
- Έλεγχος συνδέσμων καλωδίων (των πλαισίων) για όλο το πάρκο
- Οπτικός έλεγχος του κυτίου διασύνδεσης των φ/β πλαισίων για σημάδια οξείδωσης, χαλάρωσης κλπ
- Έλεγχος των καλωδίων των φ/β πλαισίων για σημάδια οξείδωσης, χαλάρωσης, τραυματισμού μόνωσης και γενικότερη φθορά.
- Έλεγχος των συνδέσεων των φ/β πλαισίων
- Μετρήσεις Φωτοβολταϊκών με ειδικό πιστοποιημένο όργανο μέτρησης PV ανά συστοιχία μετρώντας τα παρακάτω:
 - ✓ Μέτρησης της τάσης εξόδου DC από κάθε string.

- ✓ Μέτρηση του ρεύματος εξόδου DC από κάθε string.
- ✓ Μέτρηση της ηλιακής ακτινοβολίας [W/m²] με κύτταρο αναφοράς.
- ✓ Μέτρηση της παραγωγής DC και την ονομαστική ισχύ για κάθε string.
- ✓ Αριθμητική και γραφική απεικόνιση των χαρακτηριστικών IV.
- ✓ Μέτρηση της αντίστασης.
- ✓ Εκτίμηση των περιβαλλοντικών συνθηκών και θερμοκρασίας για να αποδοθούν σωστά αποτελέσματα σύγκρισης με τα ονομαστικά.
- ✓ Ανίχνευση του γωνία πρόσκτησης της ηλιακής ακτινοβολίας.
- ✓ Σύγκριση με τις πρότυπες συνθήκες (STC 1000 W/m², 25C).
- ✓ Αξιολόγηση των δοκιμών αποτέλεσμα: OK / ΟΧΙ

2. Έλεγχος Αντιστροφών

Κάθε Εξάμηνο :

- Οπτικός έλεγχος του Αντιστροφών.
- Οπτικός έλεγχος λειτουργίας ανεμιστήρων ψύξης.
- Οπτικός έλεγχος και τυχών καθαρισμός Φιλτρων.

Κάθε Έτος πέρα των εργασιών εξαμήνου:

- Έλεγχος ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και καρτών ελέγχου.
- Έλεγχος συνδέσεων και σφίξιμο καλωδίων AC και DC.
- Έλεγχος τάσης εισόδου DC
- Έλεγχος ρεύματος εισόδου DC
- Έλεγχος τάσης εξόδου L1 (L2, L3) N
- Έλεγχος ρεύματος εξόδου L1 (L2, L3) N
- Έλεγχος και καθαρισμός φίλτρων κα ανεμιστήρων ψύξης..
- Έλεγχος και καθαρισμός ηλεκτρονικών πλακετών.
- Δοκιμή διακοπής της τάσης και επαναφορά.
- Σταδιακή κλείσιμο κάθε συστήματος για καθαρισμό, με χρήση συσκευής αναρρόφησης αέρα (σκούπα).
- Δοκιμή διακοπτικού υλικού.

3. Έλεγχος Πεδίων Χαμηλής Τάσης

Κάθε Εξάμηνο :

- Οπτικός έλεγχος στεγανότητας πεδίου.
- Οπτικός έλεγχος των πινάκων AC – DC για εξωτερικές φθορές

- Οπτικός έλεγχος στεγανότητας πινάκων οδεύσεων και φρεατίων.

Κάθε Έτος πέρα των εργασιών εξαμήνου:

- Επιθεώρηση των ηλεκτρικών συνδέσεων. Σύσφιξη σε όλες τις κλέμες των πινάκων AC – DC
- Έλεγχος των ασφαλειών και των απαγωγών υπέρτασης
- Έλεγχος λειτουργίας επιτηρητή τάσης
- Οπτικός έλεγχος καλωδίων & σφίξιμο καλωδίων.
- Έλεγχος λειτουργίας οργάνων ενδείξεων & ελέγχου (όπου υπάρχουν).
- Γενικός καθαρισμός εάν απαιτείται.
- Οπτικός έλεγχος καλωδίων & σφίξιμο καλωδίων.
- Δοκιμή διακοπτικού υλικού.
- Έλεγχος λειτουργίας οργάνων ενδείξεων & ελέγχου (όπου υπάρχουν)

4. Έλεγχος Γείωσης & Αντικεραυνικής προστασίας

Κάθε Έτος :

- Οπτικός έλεγχος συνδέσεων και τυχών φθαρμένων στοιχείων.
- Οπτικός έλεγχος καλωδίων.
- Οπτικός έλεγχος ισοδυναμικών συνδέσεων
- Σύσφιξη ενώσεων
- Μέτρηση συνέχεια ισοδυναμικών συνδεσεων
- Μέτρηση γείωσης Φ/Β σταθμού

5. Έλεγχος Μετεωρολογικού σταθμού

Κάθε Έτος :

- Έλεγχος λειτουργίας και καθαρισμός του αισθητήρα θερμοκρασίας περιβάλλοντος.
- Έλεγχος και καθαρισμός του αισθητήρα θερμοκρασίας φ/β πλαισίων.
- Έλεγχος και καθαρισμός του μετρητή ηλιακής ακτινοβολίας
- Έλεγχος και καθαρισμός του ανεμόμετρου-ανεμοδείκτη.

6. Έλεγχος μεταλλικής κατασκευής

Κάθε Εξάμηνο :

- Οπτικός έλεγχος μεταλλική βάσης.

Κάθε Έτος πέρα των εργασιών εξαμήνου:

- Έλεγχος σύσφιξη στην μεταλλική βάση. Δειγματοληπτικά για 10% συνολικά από διαφορετικές συστοιχίες βάσεων.
- Έλεγχος της εγκατάστασης των καλωδίων (ελεύθερη κίνηση καλωδίων, μηχανική καταπόνηση)

7. Έλεγχος συστήματος αυτόνομου UPS

Κάθε Έτος :

- Οπτικός έλεγχος του.
- Οπτικός έλεγχος λειτουργίας ανεμιστήρων ψύξης.
- Έλεγχος τάσης εισόδου L1 (L2, L3) N
- Έλεγχος τάσης εξόδου L1 (L2, L3) N
- Έλεγχος ρεύματος εισόδου L1 (L2, L3) N
- Έλεγχος ρεύματος εξόδου L1 (L2, L3) N
- Έλεγχος ισοκατανομής φορτίων ανά φάση, και προτάσεις αλλαγών.
- Βαθμονόμηση (calibration) των ενδείξεων του συστήματος. Έλεγχος Thresholds Points.
- Έλεγχος συχνότητας εξόδου.
- Έλεγχος λειτουργίας ενδεικτικών λυχνιών και alarm.
- Δοκιμή διακοπής της τάσης
- Έλεγχος συστήματος μεταγωγής από UPS σε By-pass
- Έλεγχος λειτουργίας διακοπών.
- Έλεγχος συσσωρευτών για ραγίσματα, παραμορφώσεις, κατεστραμμένους συνδετήρες, τυχόν διαρροές.
- Έλεγχος χώρου για σωστό αερισμό, αποδεκτά επίπεδα υγρασίας και θερμοκρασίας και προτάσεις σε περίπτωση που υπάρχει ανάγκη για αυτό.

8. Έλεγχος συστήματος Πυρόσβεσης

Κάθε Έτος :

- Επιθεώρηση προστατευμένης (επικίνδυνη) περιοχή,
 - ✓ Έλεγχος οδεύσεων προσπέλασης, την περιοχή που βρίσκονται οι φιάλες και τα διάκενα του δαπέδου.

- ✓ Έλεγχος των περιοχών άνω της οροφής για το περίβλημα του χώρου κατάσβεσης.
- ✓ Έλεγχος ότι η πρόσβαση προς τις φιάλες και προς τους τοπικούς πίνακες ελέγχου και τα χειριστήρια είναι ανεμπόδιστη.
- Επιθεώρηση σωστής ανάρτησης προειδοποιητικών σημάτων και πινακίδων καθώς και των οδηγίων ασφαλούς λειτουργίας.
- Έλεγχος και επισκευή όλων των μηχανισμών ενεργοποίησης.
- Έλεγχος όλων των συστημάτων πυρανίχνευσης και συναγερμού.
- Έλεγχος των φιαλών για ενδείξεις ζημιών ή ανορθόδοξων μεταβολών.
- Έλεγχος περιεχομένου με ζύγισμα της φιάλης. Αν οι φιάλες δείχνουν απώλεια περιεχομένου μεγαλύτερη του 5% ή απώλεια πίεσεως (ρυθμιζόμενη με την θερμοκρασία περιβάλλοντος) μεγαλύτερη από 10% τότε αυτές πραγματοποιείται αναγόμωση.
- Έλεγχος ακροφύσιων για σκόνη ή σπασίματα και καθαρισμός όταν είναι αναγκαίο.
- Έλεγχος χώρων κατάσβεσης ως προς τον όγκο αυτού διαπιστώνοντας ότι είναι ίδιος με αυτόν που μετρήθηκε κατά την εγκατάσταση.

9. Μ/Σ και Υποσταθμός

Κάθε Έτος :

- Μέτρηση Αντίστασης γείωσης Υ/Σ (Ωm)
- 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 Υποσταθμού

10. Λοιπός Εξοπλισμός

Κάθε Εξάμηνο :

Έλεγχος περιφραξης για τρύπες στο συρματοπλεγμα, πτώση ή χαλάρωση ορθοστατών

2.18.2.2 Επεμβατική Συντήρηση Φ/Β Σταθμού

Σε περίπτωση βλάβης ή ζημιάς είτε μέσω της Παρακολούθησης Λειτουργίας του Έργου είτε μέσω τηλεφωνικής κλήσης από την ΔΕΑΥΜ, προερχόμενης από φυσικό ή μη αίτιο ή λόγω ελαττωματικής λειτουργίας και η οποία δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί από απόσταση, θα πραγματοποιείται επίσκεψη τεχνικού του Αναδόχου στο χώρο του έργου. Παράλληλα θα αναφερθεί αυτή στο Ημερολόγιο Συντήρησης, το οποίο υποχρεωτικά τηρεί ο Ανάδοχος για το έργο.

Ο Ανάδοχος υποχρεούται να ανταποκριθεί στην βλάβη εντός είκοσι τεσσάρων (24) ωρών κατά τις εργάσιμες ημέρες, αφού λάβει μήνυμα βλάβης ή κακής λειτουργίας κατά τα ανωτέρω οριζόμενα, καθ' όλη την διάρκεια του έτους. Ο Ανάδοχος δεν οφείλει να παρέμβει εντός είκοσι τεσσάρων (24) ωρών εφόσον συμπίπτει ο χρόνος παρέμβασης με τις ημέρες των επίσημων αργιών. Οφείλει όμως να παρέμβει εντός είκοσι τεσσάρων (24) ωρών από την λήξη της εκάστοτε αργίας. Σε περίπτωση σοβαρής βλάβης που σημαίνει την διακοπή παραγωγής του Φωτοβολταϊκού Σταθμού, τότε η επέμβαση θα πρέπει να γίνεται εντός 12 ωρών, ανεξαρτήτως αν συμπίπτει με αργία ή όχι.

Ο Ανάδοχος θα μεριμνήσει για την αποκατάστασή της βλάβης αν αυτό είναι εφικτό. Αυτό σημαίνει ότι ο Ανάδοχος θα στείλει τεχνικό προσωπικό για την διάγνωση και διαπίστωση της βλάβης ή της κακής λειτουργίας και εάν είναι δυνατό να επέμβει άμεσα για την αποκατάστασή της. Σε περίπτωση που δεν είναι αυτό εφικτό, το μέρος του εξοπλισμού που έχει υποστεί την βλάβη θα μεταφερθεί στα εργαστήρια του Συντηρητή ή όπου αλλού κρίνεται απαραίτητο για αποκατάσταση.

Η Τεχνική Υποστήριξη περιλαμβάνει ενδεικτικά :

- Ρύθμιση παραμέτρων λειτουργίας μετατροπέων σε περίπτωση απορρύθμισης τους
- Ρύθμιση συστημάτων επικοινωνίας
- Αποκατάσταση πλαισίων σε περιπτώσεις βλάβης
- Αποκατάσταση τμημάτων ή ολόκληρου του αντιστροφέα
- Αποκατάσταση πεδίων χαμηλής (ασφαλειών, διακοπών κλπ)
- Τοποθέτηση και σύνδεση νέων καλωδίων σε περίπτωση βλάβης

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 όπου μπορούν να εγκατασταθούν και ανακατασκευασμένοι από τον κατασκευαστή) 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.

2.18.2.3 Καθαρισμός Φ/Β πλαισίων

Η διαδικασία καθαρισμού περιλαμβάνει το πλύσιμο των πλαισίων με νερό. 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 επικάθονται στην επιφάνεια των φ/β πλαισίων και μειώνουν την απόδοσή τους.

Κατά ελάχιστο θα πρέπει να τηρούνται οι κάτωθι περιορισμοί:

- Δεν θα γίνεται χρήση πλυστικών μηχανημάτων υψηλής πίεσης.
- Αποκλείεται η χρήση ατμού.
- Αποκλείεται η χρήση διαβρωτικών χημικών καθαριστικών
- 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,

3 Φ/Β σύστημα

3.1 Μετεωρολογικές Συνθήκες

Το κλίμα της περιοχής είναι εύκρατο και εντάσσεται κλιματολογικά στον μεσογειακό τύπο κλίματος με ηλιόλουστες ημέρες ακόμα και κατά την διάρκεια του χειμώνα με βροχοπτώσεις να σημειώνονται κυρίως από τον Οκτώβριο έως και τον Απρίλιο.

Τα κλιματολογικά στοιχεία θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο στην φάση του σχεδιασμού του Φ/Β σταθμού (ενεργειακή μελέτη) όσο και κατά λειτουργία του, έτσι ώστε να διασφαλιστεί η ακριβέστερη εκτίμηση αναφορικά με την απόδοση του έργου και το επαρκές επίπεδο ασφάλειας και αξιοπιστίας.

3.2 Βασικές Απαιτήσεις σχεδιασμού

Για την επιλογή του προσφερόμενου εξοπλισμού και τον τρόπο εγκατάστασης αυτού από κάθε υποψήφιο Ανάδοχο θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και να ικανοποιούνται τα ακόλουθα:

- Η περίφραξη θα τοποθετηθεί στα όρια του γηπέδου όπως δίνονται σε απόλυτες συντεταγμένες σε ΕΓΣΑ '87. Όπου υπάρχει ήδη περίφραξη απομακρύνεται και τοποθετείται η προσφερόμενη.
- Επιτρέπεται η απόκλιση από την ονομαστική (848,01 kWp) εγκατεστημένη ισχύ του Φ/Β Σταθμού με τον περιορισμό ότι η ελάχιστη αποδεκτή ισχύς δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 848,01 kWp. Η εγκατεστημένη ισχύς είναι εκείνη που προκύπτει από το άθροισμα της ονομαστικής ισχύος σε κανονικές συνθήκες όλων των Φ/Β πλαισίων που θα εγκατασταθούν.
- Η συνολική προσφερόμενη ισχύς για λόγους που άπτονται της αντιμετώπισης μελλοντικών βλαβών (διορθωτική συντήρηση), θα πρέπει να είναι τουλάχιστον δέκα (10) kWp μεγαλύτερη από την προσφερόμενη εγκατεστημένη ισχύ του Φ/Β Σταθμού.

- Οι αποστάσεις μεταξύ των προβολών των Φ/Β πλαισίων (δύο διαδοχικών βάσεων στον άξονα βορρά νότου) στο οριζόντιο επίπεδο θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστο ίσες ή μεγαλύτερες από 2.2 φορές το καθαρό ύψος των Φ/Β πλαισίων (ανώτερο μείον κατώτερο σημείο Φ/Β πλαισίου) για την αποφυγή σκιάσεων επί των Φ/Β πλαισίων και όχι μικρότερη από 3 μέτρα.
- Για την τοποθέτηση του Οικίσκου Μέση Τάσης (Μ/Τ) του Φ/Β Σταθμού θα διαμορφωθεί και θα διαστρωθεί με μπετόν καθαριότητας ορθογώνια βάση κατάλληλων διαστάσεων, οι οποία αποτελεί ζώνη απαγόρευσης οποιασδήποτε κατασκευής για λόγους ασφαλείας. Κεντροβαρικά θα τοποθετείται η βάση έδρασης του αντίστοιχου εξοπλισμού
- Στο σημείο κάτω από την θέση τοποθέτησης των αντιστροφών θα διαστρωθεί με σκυρόδεμα σπλισμένο, ώστε να είναι δυνατός ο έλεγχος των αντιστροφών από τεχνικό πατώντας πάνω στο σκυρόδεμα και όχι στο έδαφος
- Θα υπάρχει ένας Οικίσκος: ο Οικίσκος Μέση Τάσης (Μ/Τ). Ο διαστάσεις του θα είναι 6 x 2.5 μ. και η τοποθέτηση του θα είναι παράλληλη στην περίφραξη. Ο οικίσκος θα πρέπει να τοποθετηθεί στην βόρεια πλευρά του οικοπέδου. Στο σημείο που υποδεικνύεται στα σχετικά σχέδια.
- Οι αντιστροφείς θα τοποθετηθούν πίσω από τις βάσεις στήριξης, δίπλα στον αντίστοιχο πίνακα DC, πλησίον των Φ/Β πλαισίων που αντιστοιχούν στον καθένα, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί το μήκος όδευσης των καλωδίων DC
- Υπό συνθήκες μέγιστου φορτίου, η πτώση τάσης οποιασδήποτε γραμμής συνεχούς ρεύματος μην υπερβαίνει το 1% της τάσης Φ/Β συστοιχίας στο σημείο μέγιστης ισχύος της.
- Η πτώση τάσης στα Α.Σ. καλώδια έως και την σύνδεση στον ζυγό ΧΤ του Υποσταθμού δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 1% της ονομαστικής σε συνθήκες πλήρους φορτίου για κάθε αντιστροφή χωριστά.
- Για κάθε καλώδιο θα υπολογιστεί το μέγιστο ρεύμα που αντέχει με βάση τις σχετικές παραμέτρους (IEC-60634 -5-52 καθώς και του IEC 60364-7-712)
 - ❖ Θερμοκρασία εδάφους 25° C
 - ❖ Θερμοκρασία περιβάλλοντος
 - ❖ Θερμική αντίσταση εδάφους 3 K*m/W
 - ❖ Όδευση καλωδιώσεων (εντός ή εκτός εδάφους),
 - ❖ Ομαδοποίηση καλωδίων στον ίδιο χάνδακα
 - ❖ Θερμοκρασία αγωγού στους 90° (για καλώδιο XLPE)
 - ❖ Θερμοκρασία αγωγού στους 70° (για καλώδιο PVC)
- Οι στοιχειοσειρές θα πρέπει να οδεύουν επί των Μεταλλικών βάσεων των Φ/Β πλαισίων έως την είσοδο των Πινάκων DC όπου αυτό είναι δυνατό. Επί του εδάφους θα οδεύουν στοιχειοσειρές που δεν βρίσκονται στην ίδια μεταλλική βάση (ανατολής – δύσης). Οι στοιχειοσειρές που οδεύουν αποκλειστικά στο πίσω μέρος των Μεταλλικών Βάσεων των Φ/Β πλαισίων θα πρέπει να είναι η ισχυρή πλειοψηφία.
- Οι χάνδακες αγωγών Χαμηλής Τάσης (Χ.Τ.) δεν θα διασταυρώνονται με χάνδακες οποιουδήποτε είδους αγωγού συνεχούς ρεύματος (D.C.) ή ασθενών ρευμάτων.

3.3 Ειδικές απαιτήσεις από τον Διαγωνιζόμενο

Η τεχνική προσφορά του Διαγωνιζόμενου θα πρέπει επί ποινή αποκλεισμού να περιλαμβάνει αναλυτικά τα κάτωθι:

- Σχέδια χωροθέτησης του προσφερόμενου εξοπλισμού και συγκεκριμένα Χωροθέτηση - γενική διάταξη (επί των σχεδίων που παραδίδονται στους συμμετέχοντες),

- Ηλεκτρολογικά σχέδια (μονογραμμικό, γείωσης και ηλεκτρολογικής ανάπτυξης σε DC και AC).
- Αναλυτικοί υπολογισμοί μήκους και πτώσεων τάσης καλωδίων (DC&AC σε XT).
- Εκτύπωση της αποδεκτής διαστασιολόγησης των αντιστροφών με τα προσφερόμενα Φ/Β πλαίσια από λογισμικό της κατασκευάστριας εταιρίας των αντιστροφών.
- Στατική μελέτη για κάθε μία από τις βάσεις έδρασης των εγκαταστάσεων που θα τοποθετηθούν δηλαδή για την ανωδομή των Μεταλλικών βάσεων Φ/Β και του οικίσκου. Στην περίπτωση των βάσεων στήριξης Φ/Β μπορεί να γίνει δεκτή και Στατική μελέτη για την ανωδομή για κλίση μεγαλύτερη ή ίση της προσφερόμενης. Στατική μελέτη για μικρότερες κλίσεις δεν γίνεται δεκτή. Οι στατικές μελέτες θα παραδοθούν και θα ελεγχθούν από ανεξάρτητο πραγματογνώμονα, τόσο ως προς τις παραδοχές του, όσο και ως προς τους υπολογισμούς τους.
- Ενεργειακή μελέτη με έγκριτο λογισμικό (ενδεικτικά αναφέρονται τα PVSYST ή PVSOL). Θα πρέπει να έχουν ληφθεί υπόψη όλες οι απώλειες βάσει της προσφοράς του αναδόχου (π.χ. απώλειες καλωδιώσεων, σκιάσεων, mismatch κ.λ.π.). Η ενεργειακή μελέτη θα πρέπει να λάβει υπόψη όλες τις παραμέτρους που θα καθορίσουν το Performance Ratio που θα εγγυηθεί ο ανάδοχος. Για τις απώλειες της ενεργειακή μελέτης θα ληφθεί υπόψη το υποκεφάλαιο της παρούσης για τον υπολογισμό του Power Ratio και τα μετεωρολογικά δεδομένα του PVGIS.
- Πρόγραμμα Λειτουργίας & Συντήρησης
- Αναλυτικό σχεδιασμό γείωσης και αντικεραυνικής προστασίας με ανάλυση κινδύνου (risk assessment) σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305.02, για τις στάθμες προστασίας που ορίζονται στο ΕΛΟΤ EN 62305.01
- Εκτυπωμένο (pdf) αρχείο για το Project Management από έγκριτο λογισμικό του έργου λαμβάνοντας υπόψη τα στάδια του χρονοδιαγράμματος.
- Συμπληρωμένο φύλλο συμμόρφωσης του Υποπαραρτήματος της παρούσας.

3.4 Χωροθέτηση Φ/Β συστήματος

Κατά την μελέτη του έργου εγκατάστασης φωτοβολταϊκού σταθμού πρέπει να ληφθούν υπόψη μια σειρά από παράγοντες όπως είναι:

- Βέλτιστη εκμετάλλευση του διαθέσιμου χώρου
- Περιορισμός κατά το δυνατόν των όποιων παρεμβάσεων απαιτηθούν (π.χ. αποφυγή εκρίζωσης δέντρων, αποφυγή αλλαγών σε διαγραμμίσεις χώρων στάθμευσης, μείωση αριθμού θέσεων κλπ)
- Αρμονική ένταξη στο περιβάλλον της όλης εγκατάστασης και μείωση κατά το δυνατόν της περιβαλλοντικής όχλησης
- Τήρηση σχετικής νομοθεσίας
- Αποφυγή παραγόντων που μπορεί να προκαλέσουν δυσλειτουργίες του σταθμού, όπως είναι σκιάσεις από δέντρα ή κτήρια.

3.4.1 Παρεμβάσεις στον χώρο εγκατάστασης

Ο χώρος εγκατάστασης του ΦΒ πάρκου θα διαμορφωθεί από τον Ανάδοχο.

3.4.2 Βάσεις στήριξης

Για την στήριξη των Φ/Β πλαισίων θα χρησιμοποιηθεί η σταθερή βάση στήριξης M-FS-202P: Διτάσσαλο σύστημα 2portrait της Metaloumin.

Κατά την τοποθέτηση των βάσεων στήριξης δεν απαιτείται να γίνουν χωματοουργικές εργασίες. Δεν θα γίνουν ούτε εκσκαφές, ούτε αποψίλωση κι ούτε θα χρησιμοποιηθεί σκυρόδεμα (μπετό). Η τοποθέτηση των βάσεων στήριξης θα γίνει με πασσαλόμπηξη, όπου ο πάσσαλος θα εισχωρήσει στο έδαφος στα 140 εκατοστά.

Το μοντέλο M-FS-202P είναι ένα σταθερό σύστημα στήριξης φωτοβολταϊκών συλλεκτών κατασκευασμένο από ειδικό κράμα αλουμινίου εξαιρετικής αντοχής (AlMgSi 6063).

Η έδραση της M-FS-202P επί του εδάφους θα γίνει με την μέθοδο της πασσαλόμπηξης, χωρίς την χρήση σκυροδέματος, με τη χρήση ενός διπάσσαλου σημείου στήριξης.

Χαρακτηριστικά

- Portrait τοποθέτηση συλλεκτών σε δύο σειρές
- Σχεδιασμένη και μελετημένη σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες 1 & 9 (μέγιστη ταχύτητα ανέμου δοκιμής τα 180Km/h)
- Πλήρης πιστοποιημένη στατική μελέτη με χρήση πεπερασμένων στοιχείων για συνδυασμούς φορτίσεων αέρα, χιονιού, σεισμού και θερμοκρασιακών μεταβολών
- Πάσσαλοι από γαλβανισμένο χάλυβα EN 1461, EN 10346, υψηλής αντοχής σε κάμψη και στρέψη
- Έτοιμη για πάκτωση σε κάθε είδους βάση (τσιμέντο, κοχλία, πάσαλο) με χαμηλές απαιτήσεις αξονικών φορτίων εφελκυσμού
- Αποκλειστικά με ανοξείδωτους κοχλίες και περικόχλια ασφαλείας.
- Συνδέσεις με περαστούς κοχλίες. (σύνδεση τριβής για διατεμνόμενη σύνδεση -κατηγορία 3 βάσει ευρωκώδικα)
- Χωρίς συνδετήρια εξαρτήματα για γρήγορη και εύκολη συναρμολόγηση καθώς και αποφυγή ταλαντώσεων.
- Σύστημα παραλαβής θερμικών διαστολών
- Μόνωση αλουμινίου για αποφυγή γαλβανικής διάβρωση στην επαφή με γαλβανισμένο χάλυβα.
- Διαγώνιες αντηρίδες έναντι πλευρικών φορτίσεων - ταλαντώσεων.
- Δυνατότητα στήριξης παρελκόμενου εξοπλισμού (inverter, πινάκων κτλ) στον σκελετό

Υλικό κατασκευής: Αλουμίνιο AlMgSi 6063 με τις ακόλουθες μηχανικές ιδιότητες:

- $R_{p,0.2} = 225 \text{ N/mm}^2$
- $R_m = 270 \text{ N/mm}^2$
- $E = 80 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$
- $\nu = 0,33$

Κατά την μελέτη του κριώματος χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω κανονισμοί:

- EC1 – Actions on structures – Part 1-1: General actions - Densities, selfweight, imposed loads for buildings.
- EC1 – Actions on structures – Part 1-4.6: Wind actions
- EC1 – Actions on structures –: Snow actions
- EC9 – Design of Aluminium structures

3.4.3 Χωροθέτηση Φωτοβολταϊκών πλαισίων

Ένας από τους παράγοντες σχεδιασμού στα πλαίσια της παρούσας μελέτης είναι η βέλτιστη εκμετάλλευση του διαθέσιμου χώρου. Καθώς ο χώρος εγκατάστασης είναι περιορισμένος, στην παρούσα μελέτη θεωρείται ότι θα πρέπει προκριθούν φωτοβολταϊκά πλαίσια υψηλής απόδοσης (efficiency), άνω του 21%, ώστε να μπορέσει να επιτευχθεί η ισχύς ονομαστική του Σταθμού. Αυτό σημαίνει ότι προκρίνονται φωτοβολταϊκά πλαίσια μονοκρυσταλλικού πυριτίου που έχουν αντίστοιχους βαθμούς απόδοσης.

Επίσης προκρίνονται Φ/Β πλαίσια διπλής όψεως (bifacial), ώστε να μεγιστοποιηθεί η παραγωγή του Φ/Β σταθμού

Για την αρχική εκτίμηση της δυνατότητας του σχεδιαζόμενου Φ/Β Σταθμού επιλέγεται ένα ενδεικτικό φωτοβολταϊκό πλαίσιο διπλής όψεως (bifacial), απόδοσης (efficiency) 21.01% και διαστάσεων 2384 x 1303 mm και ονομαστικής ισχύος 660 Wp.

Συνολικά προβλέπεται να εγκατασταθούν 1,285 Φ/Β πλαίσια ισχύος 660 Wp του κατασκευαστή Luxor Solar, (σειρά ECO LINE HALF CELL BIFACIAL M132 / 660 W).

Το σύνολο των 1,285 Φωτοβολταϊκών πλαισίων θα οδηγείται μέσω κατάλληλων ηλιακών καλωδίων, ασφαλιστικών διατάξεων και αντικεραυνικής προστασίας, αντιστροφείς ισχύος, Αυστριακής κατασκευής της εταιρίας SolarEdge. Συνολικά υπάρχουν 9 αντιστροφείς τύπου SE100K (SE100K-RW00IBNC4) ονομαστικής ισχύος εξόδου 100 kWp. Οι αντιστροφείς θα τοποθετηθούν όλοι μαζί σε οικίσκο πλησίον του Υποσταθμού ΜΤ

Η τάση λειτουργίας των αντιστροφέων είναι στα 400 V.

Επισημαίνεται η εγκατάσταση τριφασικών αντιστροφέων εξασφαλίζει τη συμμετρική φόρτισης του Δικτύου.

Θα εγκατασταθούν 17 τραπέζια τα οποία θα φέρουν δύο πλαίσια από νότο σε βορά σε τοποθέτηση Portrait. Τα 17 τραπέζια θα φέρουν τον εξής αριθμό Φ/Β πλαισίων:

Τραπέζι	Πλαίσια
1	24
2	66
3	90
4	94
5	92
6	90
7	88
8	84
9	82
10	78
11	78
12	80
13	92
14	94
15	86

16	52
17	15
ΣΥΝΟΛΟ	1.285

Πίνακας 3. Τραπεζία

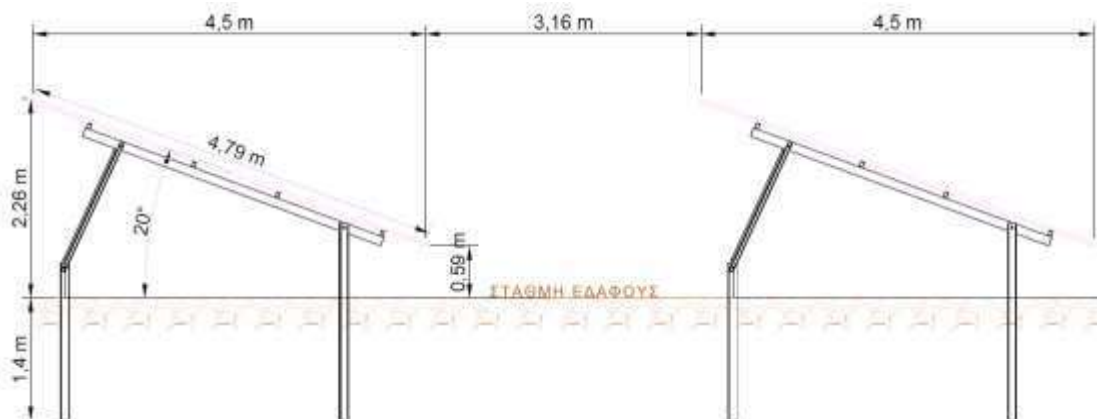
Η απόσταση μεταξύ των τραπεζιών θα είναι 7.66 μέτρα στον άξονα βορά νότου.

Η κλίση των Φ/Β πλαισίων θα είναι 17° και ο προσανατολισμός τους θα είναι νότιος. Η απόσταση των ΦΒ πλαισίων από το έδαφος θα είναι περίπου 60 εκατοστά

Η επιφάνεια που θα καταλάβουν τα Φ/Β πλαίσια (προβολή επί εδάφους) θα είναι περίπου 3.822,95 τετραγωνικά μέτρα και μαζί με τον οικίσκο μέσης τάσης 3.834,60 τετραγωνικά μέτρα ή το 46,9% της συνολικής επιφάνειας του γηπέδου.

Η απόσταση των Φ/Β πλαισίων από το όριο του γηπέδου θα είναι πάντα μεγαλύτερη από το πολεοδομικό όριο των 2.5 μέτρων. Το μέγιστο ύψος του εξοπλισμού από τη στάθμη του φυσικού εδάφους θα είναι 2,26 μέτρα με βάση την παρούσα επιλογή Φ/Β πλαισίων. Σε κάθε περίπτωση δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 2,5 μέτρα.

Κατά την τοποθέτηση των βάσεων στήριξης θα πρέπει να γίνουν οι απαραίτητες χωματουργικές εργασίες, οι οποίες όμως δεν αλλοιώνουν την κλίση του εδάφους. Οι βάσεις στήριξης θα ακολουθήσουν την κλίση του εδάφους. Η στήριξη τους θα γίνει σε πάσσαλο γαλβανισμένο από ΙΡΕ μήκους 3 μέτρων, ο οποίος θα εμπηχτεί εντός του εδάφους σε μήκος 1.80 μ. Η έμπηξη θα γίνει με χρήση ειδικού μηχανήματος ή με την μέθοδο της μπετόμπηξης.



Σχέδιο 3. Πλάγια όψη βάσης στήριξης με Φ/Β πλαίσια

3.4.5 Θέση αντιστροφών

Λόγω της φύσης του έργου, είναι προτιμότερο οι αντιστροφείς να τοποθετηθούν πίσω από τις βάσεις στήριξης, δίπλα στον αντίστοιχο πίνακα DC, πλησίον των Φ/Β πλαισίων που αντιστοιχούν στον καθένα, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί το μήκος όδευσης των καλωδίων DC.

Οι πίνακες DC θα ασφαλίζουν τις στοιχειοσειρές με ασφάλειες συνεχούς ρεύματος κατάλληλης ονομαστικής τάσης και ονομαστικής έντασης.

Οι αντιστροφείς θα τοποθετηθούν σε σημείο πλησίον του υποσταθμού Μέσης Τάσης.

3.5 Διαστασιολόγηση Φ/Β συστήματος

3.5.1 Στοιχειοσειρές Φ/Β συστήματος

Τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των αντιστροφέν και των βελτιστοποιητών ισχύος DC SolarEdge εμφανίζονται στα σχετικά φυλλάδια.

Από εκεί ισχύουν τα εξής σε ότι αφορά τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά DC :

Παράμετρος	Τιμή
Μέγιστη ισχύς αντιστροφήα/μονάδας Synergy [W]	175.000/58.300
Μέγιστη τάση ανοικτού κυκλώματος $V_{OC,max}$ [V]	1.000
Μέγιστο ρεύμα [A]	3 x 48,25
Εύρος Τάσης DC ($V_{dc,min} - V_{dc,max}$) [V]	580 - 1000
Εύρος Τάσης DC λειτουργίας MPPT ($V_{mpp,min} - V_{mpp,max}$) [V]	680 - 1.000
Μέγιστη ισχύς DC Εισόδου ($P_{dc,max}$) [kWp]	150
Μέγιστο ρεύμα λειτουργίας εισόδου PV 1 και 2 (I_{mpp}) [A]	100
Μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης εισόδου PV 1 και 2 (I_{sc}) [A]	125

Πίνακας 4. Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά DC Αντιστροφέν SolarEdge SE100K

Παράμετρος	Τιμή
Ονομαστική ισχύς DC [W]	750
Αριθμός MPP Trackers	1
Μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης I_{sc} [A]	20
Μέγιστη τάση ανοικτού κυκλώματος $V_{OC,max}$ [V]	60
Εύρος Τάσης DC λειτουργίας MPPT ($V_{mpp,min} - V_{mpp,max}$) [V]	12,5 - 60

Πίνακας 5. Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά DC βελτιστοποιητών ισχύος SolarEdge P750Θα πρέπει κατά τον σχεδιασμό να ληφθεί μέριμνα ώστε να μην ξεπερνιόνται τα παραπάνω όρια.

Τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των Φ/Β πλαίσίων Luxor Solar, σειρά ECO LINE HALF CELL BIFACIAL M132 / 660 W εμφανίζονται στο σχετικό φυλλάδιο. Από εκεί ισχύουν τα εξής σε ότι αφορά τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά DC:

Παράμετρος	Τιμή
Ονομαστική Ισχύς, P_{nom} , [Wp]	660
Τάση Μέγιστης Ισχύος, V_{mpp} , [Volt]	37.85
Ρεύμα Μέγιστης Ισχύος, I_{mpp} , [A]	17.45
Τάση Ανοικτού Κυκλώματος, V_{oc} , [Volt]	45.06
Ρεύμα Βραχυκύκλωσης, ονομαστικό I_{sc} , [A]	18.44
Ανώτατο Όριο Τάσης Συστήματος, V_{dc}	1500
Μέγιστο ανάστροφο ρεύμα [A]	30
Θερμοκρασιακός συντελεστής ισχύος [%/°C]	-0.36
Θερμοκρασιακός συντελεστής τάσης [%/°C]	-0.285

Θερμοκρασιακός συντελεστής ρεύματος [%/°C)	0.049
Efficiency σε κανονικές συνθήκες	21.01%

Πίνακας 6. Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά Φ/Β πλαισίων

Οι υπολογισμοί ακολουθούν το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384, HD60634 (IEC – 60634) και το IEC 60364-7-712 «Low voltage electrical installations – Part 7-71 2: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems»

Σύμφωνα με το παράρτημα Β του IEC 60364-7-712, η μέγιστη τάση ανοικτού κυκλώματος (VOC-MAX) στα άκρα μίας στοιχειοσειράς Φ/Β ή μιας διάταξης Φ/Β ορίζεται από την μέγιστη τάση ανοικτού κυκλώματος, ανηγμένη στην ελάχιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Σύμφωνα με το παράρτημα Β του IEC 60364-7-712, το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης (ISC- MAX) σε μίας στοιχειοσειρά Φ/Β ή μιας διάταξη Φ/Β ορίζεται από το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης κυκλώματος, ανηγμένο στην μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος, με ελάχιστη τιμή 1.25 φορές το ρεύμα βραχυκύκλωσης σε συνθήκες STC

Κατά τον σχεδιασμό έχουν ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα

1. Η μέγιστη τάση ανοικτού κυκλώματος VOC-MAX του Φ/Β πλαισίου να μην ξεπερνάει στην μικρότερη θερμοκρασία, την μέγιστη επιτρεπόμενη τάση των βελτιστοποιητών ισχύος DC
2. Το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης ISC-MAX του Φ/Β πλαισίου να μην ξεπερνάει στην μέγιστη θερμοκρασία, την μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης των βελτιστοποιητών ισχύος DC
3. Το εύρος τάσης λειτουργίας του Φ/Β πλαισίου να είναι μέσα στα όρια του βελτιστοποιητών ισχύος DC

Με βάση τα παραπάνω τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των Φ/Β πλαισίων στις διάφορες

Θερμοκρασίες	Voc	Vmpp	Isc	Imp
-10° C	49,55	41,63	18,11	17,15
20° C	45,70	38,39	18,38	17,41
25° C	45,06	37,85	18,43	17,45
60° C	40,57	34,07	18,75	17,75
70° C	39,28	33,00	18,84	17,83

Πίνακας 7. Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά Φ/Β πλαισίων σε διαφορετικές θερμοκρασίες

Με βάση τα παραπάνω τα κριτήρια επιλογής των βελτιστοποιητών ισχύος DC έχουν ως εξής:

Στοιχεία Φ/Β πλαισίου	Όριο P750	Τιμή	Κριτήριο
Μέγιστη τάση ανοικτού κυκλώματος (-10° C)	60	49,55	NAI
Μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης (70° C)	20	18,84	NAI
MMP κάτω όριο (70° C)	12,5	33,00	NAI
MMP άνω όριο (-10° C)	60	41,63	NAI

Πίνακας 8. Εκπλήρωση κριτηρίων επιλογής βελτιστοποιητών ισχύος DC

Σύμφωνα με αυτό, οι στοιχειοσειρές έχουν ως εξής

Μονάδα	Στοιχειοσειρά	Πλαίσια	Ισχύς	Ισχύς Μονάδας (W)	Ισχύς Αντιστροφέα (W)	Φόρτιση αντιστροφέα
1	1	18	11880	34320	93060	93,1%
1	2	17	11220			
1	3	17	11220			
2	1	14	9240	27720		
2	2	14	9240			
2	3	14	9240			
3	1	16	10560	31020		
3	2	16	10560			
3	3	15	9900			

Πίνακας 9. Στοιχειοσειρές αντιστροφέα Νο 1

Μονάδα	Στοιχειοσειρά	Πλαίσια	Ισχύς	Ισχύς Μονάδας	Ισχύς Αντιστροφέα	Φόρτιση αντιστροφέα
1	1	16	10560	31020	93060	93,1%
1	2	16	10560			
1	3	15	9900			
2	1	16	10560	31020		
2	2	16	10560			
	1	16	10560	31020		
3	2	16	10560			
3	3	15	9900			

Πίνακας 10. Στοιχειοσειρές αντιστροφέα Νο 2,3,4

Μονάδα	Στοιχειοσειρά	Πλαίσια	Ισχύς	Ισχύς Μονάδας	Ισχύς Αντιστροφέα	Φόρτιση αντιστροφέα
1	1	16	10560	31680	95040	95,0%
1	2	16	10560			
1	3	16	10560			
2	1	16	10560	31680		
2	2	16	10560			
2	3	16	10560			
3	1	16	10560	31680		
3	2	16	10560			
3	3	16	10560			

Πίνακας 11. Στοιχειοσειρές αντιστροφέα Νο 5,6,8

Μονάδα	Στοιχειοσειρά	Πλαίσια	Ισχύς	Ισχύς Μονάδας (W)	Ισχύς Αντιστροφέα (W)	Φόρτιση αντιστροφέα
1	1	16	10560	31680	95040	95,0%
1	2	16	10560			
1	3	16	10560			
2	1	14	9240	30360		

2	2	16	10560	
2	3	16	10560	
3	1	16	10560	33000
3	2	16	10560	
3	3	18	11880	

Πίνακας 12. Στοιχειοσειρές αντιστροφεία Νο 7

Μονάδα	Στοιχειοσειρά	Πλαίσια	Ισχύς	Ισχύς	Ισχύς	Φόρτιση
				Μονάδας	Αντιστροφεία	αντιστροφεία
1	1	16	10560	31680	95700	95,7%
1	2	16	10560			
1	3	16	10560			
2	1	18	11880	31680		
2	2	14	9240			
2	3	16	10560			
3	1	15	9900	32340		
3	2	18	11880			
3	3	16	10560			

Πίνακας 13. Στοιχειοσειρές αντιστροφεία Νο 9

Όλα τα καλώδια συνεχούς ρεύματος των στοιχειοσειρών θα καταλήγουν από τις στοιχειοσειρές προς πίνακες DC (DC box) πλησίον των αντιστροφένων, οι οποίοι θα τοποθετούνται τοπικά, πίσω από τις βάσεις στήριξης. Σκοπός των πινάκων DC είναι να ασφαλίσουν καταλλήλως τις στοιχειοσειρές.

Οι πίνακες DC θα ασφαλίζουν τις στοιχειοσειρές με ασφάλειες συνεχούς ρεύματος ονομαστικής τάσης 1000 V και ονομαστικής έντασης 25 A.

Με βάση τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής, οι θερμοκρασίες κυψέλης για τον σχεδιασμό λαμβάνονται από -10°C έως 70°C .

Στον Φ/Β σταθμό θα υπάρχουν 5 διαφορετικοί τύπου στοιχειοσειρών με 14, 15, 16, 17 και 18 Φ/Β πλαίσια. Τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των τύπων στοιχειοσειρών, στις διάφορες θερμοκρασίες λειτουργίας, έχουν ως εξής:

	Τύπος 1	Τύπος 2	Τύπος 3	Τύπος 4	Τύπος 5
Αριθμός Φ/Β					
Θερμ($^{\circ}\text{C}$)	Voc	Voc	Voc	Voc	Voc
-10 $^{\circ}\text{C}$	693,77	743,32	693,77	743,32	693,77
20 $^{\circ}\text{C}$	639,83	685,53	639,83	685,53	639,83
25 $^{\circ}\text{C}$	630,84	675,90	630,84	675,90	630,84
60 $^{\circ}\text{C}$	567,91	608,48	567,91	608,48	567,91
70 $^{\circ}\text{C}$	549,93	589,22	549,93	589,22	549,93
Θερμ($^{\circ}\text{C}$)	Vmpp	Vmpp	Vmpp	Vmpp	Vmpp
-10 $^{\circ}\text{C}$	582,76	624,38	582,76	624,38	582,76
20 $^{\circ}\text{C}$	537,45	575,84	537,45	575,84	537,45
25 $^{\circ}\text{C}$	529,90	567,75	529,90	567,75	529,90
60 $^{\circ}\text{C}$	477,04	511,12	477,04	511,12	477,04
70 $^{\circ}\text{C}$	461,94	494,94	461,94	494,94	461,94
Θερμ($^{\circ}\text{C}$)	Isc	Isc	Isc	Isc	Isc
-10 $^{\circ}\text{C}$	18,11	18,11	18,11	18,11	18,11
20 $^{\circ}\text{C}$	18,38	18,38	18,38	18,38	18,38
25 $^{\circ}\text{C}$	18,43	18,43	18,43	18,43	18,43
60 $^{\circ}\text{C}$	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75
70 $^{\circ}\text{C}$	18,84	18,84	18,84	18,84	18,84
Θερμ($^{\circ}\text{C}$)	Impp	Impp	Impp	Impp	Impp
-10 $^{\circ}\text{C}$	17,15	17,15	17,15	17,15	17,15
20 $^{\circ}\text{C}$	17,41	17,41	17,41	17,41	17,41
25 $^{\circ}\text{C}$	17,45	17,45	17,45	17,45	17,45
60 $^{\circ}\text{C}$	17,75	17,75	17,75	17,75	17,75
70 $^{\circ}\text{C}$	17,83	17,83	17,83	17,83	17,83

Πίνακας 14. Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά στοιχειοσειρών, στις διάφορες θερμοκρασίες λειτουργίας. Με κόκκινο υπόβαθρο οι μέγιστες τιμές.

3.5.1.1 Κέρδος Bifacial

Καθώς τα Φ/Β πλαίσια είναι διπλής όψεως (bifacial), θα πρέπει να ελεγχθεί η συνθήκη της πρόσθετης ισχύος λόγω του γεγονότος αυτού και η αξιοποίηση του πρόσθετου κέρδους.

Αν λάβουμε υπόψη

- 20% πρόσθετη ισχύς λόγω bifacial
- απώλεια κατ' ελάχιστο 13% στην ισχύ των στοιχειοσειρών (λόγω θερμοκρασίας, απωλειών Mismatch, ωμικών απωλειών κλπ),

τότε η ισχύς στην είσοδο των αντιστροφέν θα είναι

Αντιστροφέας	Σύνολο πλαisiών	Φ/Β Ισχύς αντιστροφέα	Ισχύς μετά απώλειες	Ισχύς με
1	141	93.060	80.962	97.155
2	141	93.060	80.962	97.155
3	141	93.060	80.962	97.155
4	141	93.060	80.962	97.155
5	144	95.040	82.685	99.222
6	144	95.040	82.685	99.222
7	144	95.040	82.685	99.222
8	144	95.040	82.685	99.222
9	145	95.700	83.259	99.911
Σύνολο	1285	848100		

Πίνακας 15. Ισχύς αντιστροφέν και υπολογισμός κέρδους Bifacial

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η ισχύς μετά τις απώλειες και το κέρδος από το bifacial, είναι σε κάθε περίπτωση μικρότερες της μέγιστης AC ισχύος τους

3.5.1.2 Πρόγραμμα σχεδιασμού αντιστροφέν

Ο παραπάνω σχεδιασμός επικυρώνεται και από το πρόγραμμα σχεδιασμού του κατασκευαστή των αντιστροφέν SolarEdge Desinger (<https://designer.solaredge.com/>).

3.6 Δίκτυο Διανομής Συνεχούς Ρεύματος (DC)

3.6.1 Πίνακες Συνεχούς Ρεύματος DC

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας στοιχειοσειρές. Τα καλώδια των στοιχειοσειρών είναι διατομής 6 mm² και οδεύουν επί των βάσεων. Τα καλώδια των στοιχειοσειρών εισέρχονται σε πίνακες DC (συνεχούς ρεύματος) όπου ασφαλιζονται και παραλληλίζονται. Σημειώνεται ότι η προστασία με απαγωγούς κρουστικών υπερτάσεων για έμμεσα κεραυνικά πλήγματα γίνεται εντός των αντιστροφέν οι οποίοι διαθέτουν απαγωγούς κλάσης T1+T2. Από τους πίνακες DC αναχωρούν πλέον οι διατάξεις Φ/Β για τις εισόδους των αντιστροφέν ισχύος.

Ο Πίνακας D.C. θα πρέπει να είναι κατασκευασμένος από πολυκαρβονικό ή άλλο υλικό κατάλληλο για εξωτερική τοποθέτηση και να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον:

- Εννέα (9) εισόδους για υποδοχή εννέα (9) στοιχειοσειρών Φ/Β πλαisiών κάθε αντιστροφέα
- Εννέα (9) εξόδους για έξοδο των εννέα (9) στοιχειοσειρών Φ/Β πλαisiών προς τον αντιστροφέα
- Ασφάλειες τύπου gPV (όχι aR/DC ή gG/AC) 20A/1000VDC σε κάθε θετικό και αρνητικό πόλο της στοιχειοσειράς
- Τύπος Βάσης Ασφάλειας: Ασφαλειοαποζευκτής 2 x 10x38mm 1000V DC
- Προστασία τουλάχιστον IP65.

Κάθε αντιστροφέας θα αντιστοιχεί σε ένα Πίνακες DC και θα τοποθετείται πλησίον του αντίστοιχου αντιστροφέα. Σε όλο τον Φ/Β σταθμό θα τοποθετηθούν 9 πίνακες DC. Η ονοματολογία αντιστοιχεί ως εξής Πίνακας DC-X είναι ο Πίνακας DC του αντιστροφέα Νο Χ, όπου το Χ από 1 έως 9.

3.6.2 Δίκτυο Διανομής Συνεχούς Ρεύματος (DC) από στοιχειοσειρές προς πίνακες Συνεχούς Ρεύματος

Για την ηλεκτρολογική σύνδεση των στοιχειοσειρών με τους πίνακες DC τα καλώδια του δικτύου DC θα είναι ειδικά καλώδια για Φ/Β συστήματα (solar) με ενσωματωμένες τις επαφές θετικού και αρνητικού πόλου. Τα καλώδια αυτά θα είναι ανθεκτικά σε υπεριώδη (UV) ακτινοβολία καθώς επίσης στο όζον και θα έχουν βελτιωμένη συμπεριφορά σε περίπτωση φωτιάς περιορίζοντας την έκκλιση τοξικών αερίων. Θα λειτουργούν σε εκτεταμένη περιοχή θερμοκρασιών και θα έχουν βελτιωμένη συμπεριφορά έναντι τριβής. Οι αγωγοί των καλωδίων θα 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 και στην υπεριώδη (UV) ακτινοβολία.

Συγκεντρωτικά θα πληρούνται τα κάτωθι κριτήρια:

- Πιστοποίηση TÜV σύμφωνα με EN 50618 (H1Z2Z2-K)
- Πιστοποίηση TÜV σύμφωνα με IEC 62930 (62930 IEC 131)
- Πιστοποίηση TÜV σύμφωνα με 2 PfG 1169/10.19 (PV 1500-K)
- Εύκαμπτα
- Αγωγός από επικασσιτερωμένο χαλκό, κατά VDE 0295 class 5 / IEC 60228 class 5
- Μέγιστη επιτρεπτή τάση λειτουργίας 1800 V DC – Ονομαστική τάση 1.500 VDC
- Δυνατότητα απευθείας ταφής
- Υψηλότερη ανθεκτικότητα σε UV
- Υψηλότερη ανθεκτικότητα σε παρουσία νερού
- Υψηλότερη ανθεκτικότητα μόνωσης
- Τάξη πυραντοχής Dca acc. CPR
- Θερμοκρασία αγωγού -40...90°C κατά το EN 60216-1
- Λειτουργία υπό εξωτερική θερμοκρασία (θερμοκρασία περιβάλλοντος) -40...+90°C κατά το EN 50618
- Βραδύκαυστα (χαρακτηριστικά που επιβραδύνουν την καύση)
- Ελεύθερα αλογόνων κατά EN 50525-1, Annex B
- Αντοχή σε περιβαλλοντικές συνθήκες και ηλιακή ακτινοβολία (UV) κατά EN 50618
- Όζον-ανθεκτικά σύμφωνα με το EN 50396
- Μόνωση
 - ❖ Σύμφωνα με EN 50618, Annex E EN 50289-4-17,
 - ❖ Μέθοδος A (720 h; 60°C ± 3°C; 50 ± 5% relative humidity)
 - ❖ Σύμφωνα με 2 PfG 1169/10.19
 - ❖ Έλεγχος 2.000h and exceeds significantly the test of 720h acc. EN 5061

Η όδευση των καλωδίων από τα Φ/Β πλαίσια των στοιχειοσειρών μέχρι τον αντίστοιχο Πίνακα DC θα γίνεται όπου είναι εφικτό κατά μήκος των βάσεων στήριξης των πλαισίων και στην πίσω (βόρεια) πλευρά με κατάλληλη συγκράτηση επί των μεταλλικών κριωμάτων, 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 εγκάρσιως των φωτοβολταϊκών συστοιχιών, η όδευση τους θα γίνει εντός του εδάφους σε χαντάκια κατάλληλου πλάτους και βάθους 70 cm. Οι χάνδακες αυτοί δεν θα πρέπει να διασταυρώνονται με χάνδακες καλωδίων Μέσης Τάση κι ούτε με χάνδακες καλωδίων συνεχούς ρεύματος από τους πίνακες DC προς τους αντιστροφείς. Οι προδιαγραφές κατασκευής του χάνδακα, τοποθέτησης των καλωδίων και πλήρωσης αυτού, εμφανίζονται στην σχετική παράγραφο.

Τα καλώδια στην όδευση τους επί εδάφους θα ακολουθούν την μέθοδος Δ1, αριθ. μεθόδου 70 του Πίνακα A.52.3 IEC-60634-5-52 (πολυπολικά καλώδια σε κανάλι ή σε σωλήνα εντός του εδάφους).

Συγκεκριμένα η όδευση επί εδάφους θα γίνεται ομαδοποιώντας τα όποια καλώδια από το συγκεκριμένο τραπέζι των βάσεων στήριξης πρέπει να οδεύσουν προς γειτονικό τραπέζι.

Η όδευση εντός εδάφους θα γίνεται με σωλήνα. Σε κάθε σωλήνα θα τοποθετούνται μέχρι 6 καλώδια. Αν χρειάζεται να οδεύσουν στο ίδιο χάνδακα περισσότερα καλώδια θα χρησιμοποιούνται παραπάνω σωλήνες. Οι σωλήνες θα τοποθετούνται στον πυθμένα του ορύγματος σε απόσταση 25 εκατοστών μεταξύ τους σε όλη την διαδρομή.

Στον ακόλουθο πίνακα αναφέρεται η αντιστοίχιση των στοιχειοσειρών με τους πίνακες DC και τους αντιστροφείς. Ο υπολογισμός των μέτρων του απαιτούμενου καλωδίου solar DC για την όδευση της κάθε στοιχειοσειράς από τα Φ/Β πλαίσια προς τον πίνακα DC μαζί με τις σχετικές γέφυρες, όταν περιλαμβάνονται πλαίσια από διαφορετικά τραπέζια εμφανίζεται στον ακόλουθο πίνακα

Κωδικός Στοιχειοσειράς	Μήκος καλωδίου +	Μήκος καλωδίου -	Μήκος γέφυρες	Μήκος προς Πίνακα	Συνολικό μήκος
S1-1	6	18		5	29
S1-2	11	8	7	5	31
S1-3	22	9		5	36
S1-4	10	8	7	5	30
S1-5	15	8		5	28
S1-6	20	17		5	42
S1-7	38	45		5	88
S1-8	18	37		5	60
S1-9	19	21		5	45
S2-1	8	6	6	5	25
S2-2	22	7		5	34
S2-3	41	23		5	69
S2-4	38	40		5	83
S2-5	18	37		5	60
S2-6	5	16		5	26
S2-7	8	11	7	5	31
S2-8	20	7		5	32

Κωδικός	Μήκος	Μήκος	Μήκος	Μήκος προς	Συνολικό
Στοιχειοσειράς	καλωδίου +	καλωδίου -	γέφυρες	Πίνακα	μήκος
S2-9	39	21		5	65
S3-1	21	21		5	47
S3-2	2	20		5	27
S3-3	22	3		5	30
S3-4	28	25	7	5	65
S3-5	7	27		5	39
S3-6	20	6		5	31
S3-7	34	26		5	65
S3-8	13	32		5	50
S3-9	24	12		5	41
S4-1	28	6	7	5	46
S4-2	7	27		5	39
S4-3	22	6		5	33
S4-4	37	17		5	59
S4-5	16	38		5	59
S4-6	5	16		5	26
S4-7	22	16		5	43
S4-8	11	22	7	5	45
S4-9	16	10		5	31
S5-1	28	8		5	41
S5-2	30	23		5	58
S5-3	9	29		5	43
S5-4	2	21		5	28
S5-5	22	2		5	29
S5-6	9	28		5	42
S5-7	5	21		5	31
S5-8	26	7		5	38
S5-9	22	27		5	54
S6-1	24	28		5	57
S6-2	3	24		5	32
S6-3	25	2	7	5	39
S6-4	23	14		5	42
S6-5	7	20		5	32
S6-6	27	8		5	40
S6-7	34	15		5	54
S6-8	36	36		5	77
S6-9	15	35		5	55
S7-1	10	29		5	44
S7-2	14	8		5	27
S7-3	6	15	7	5	33
S7-4	6	19		5	30
S7-5	26	7		5	38
S7-6	30	27		5	62

Κωδικός	Μήκος	Μήκος	Μήκος	Μήκος προς	Συνολικό
Στοιχειοσειράς	καλωδίου +	καλωδίου -	γέφυρες	Πίνακα	μήκος
S7-7	32	45		5	82
S7-8	12	31		5	48
S7-9	29	11		5	45
S8-1	20	18	7	5	50
S8-2	13	16		5	34
S8-3	34	15		5	54
S8-4	28	33		5	66
S8-5	7	27		5	39
S8-6	16	6		5	27
S8-7	17	22	7	5	51
S8-8	11	16		5	32
S8-9	31	12		5	48
S9-1	33	22		5	60
S9-2	12	32		5	49
S9-3	11	11		5	27
S9-4	24	16		5	45
S9-5	7	24		5	36
S9-6	6	22		5	33
S9-7	23	26		5	54
S9-8	19	26		5	50
S9-9	17	19		5	41
Σύνολο					3.660

Πίνακας 16. Απαιτούμενο μήκος καλωδιώσεων σε κάθε στοιχειοσειρά. Μήκη σε μέτρα

3.6.3 Δίκτυο Διανομής Συνεχούς Ρεύματος (DC) από πίνακες Συνεχούς Ρεύματος προς αντιστροφείς

Από τους πίνακες DC αναχωρούν πλέον οι γραμμές των διατάξεων Φ/Β για τις εισόδους των αντιστροφέων ισχύος. Από την έξοδο κάθε πίνακα DC θα αναχωρεί ένα ζεύγος καλωδίων θετικού και αρνητικού πόλου, κατάλληλης διατομής.

Για τα καλώδια αυτά θα χρησιμοποιηθούν του ίδιου τύπου καλώδια solar με αυτά των στοιχειοσειρών.

Η όδευση τους θα γίνει σε γαλβανισμένη σχάρα που θα τοποθετηθεί επί της βάσης στήριξης του συστήματος πίνακα DC – Αντιστροφέα. Καθώς ο πίνακας DC θα είναι πλησίον του αντιστροφέα, τα μήκη τους θα είναι μικρά μέχρι 5 μέτρα

3.7 Δίκτυο Διανομής Εναλλασσόμενου Ρεύματος Χαμηλής Τάσης (AC)

Για το δίκτυο εναλλασσόμενου ρεύματος χαμηλής τάσης Τάσης θα χρησιμοποιηθούν μονοπολικά καλώδια Μέσης Τάσης AL/XLPE/PVC τύπου NA2XSY κατάλληλο για τάση $U_0/U(U_m)=0,6/1 (1,2) \text{ KV} - \text{IEC 60501-2-2009}$, με πολύκλωνο αγωγό αλουμινίου, ημιαγωγίμη θωράκιση του αγωγού, XLPE μόνωση, ημιαγωγίμη θωράκιση της μόνωσης, PVC εξωτερικό μανδύα, κατάλληλο για τάση $U_0/U(U_m) = 0,6/1 (1,2) \text{ KV}$ σύμφωνα με το IEC 60501-2-2009.

Η έξοδος των αντιστροφών 1 έως 9 με 3 καλώδια AL/XLPE/PVC 1x150 mm² +1 AL/XLPE/PVC 1x120 mm² θα οδηγείται από τον οικίσκο των αντιστροφών στον προς τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης (ΓΠ-ΧΤ) ο οποίος θα βρίσκεται εντός του Οικίσκου Μέσης Τάσης στον οποίο και θα συνδεθεί.

Τα καλώδια θα οδεύουν εντός χάνδακα βάθους 80 εκ. σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές.

Το μήκος των καλωδίων αυτών εμφανίζεται στον ακόλουθο πίνακα

Γραμμή	Μήκος (μ)
INV 1 - ΓΠ-ΧΤ	24,00
INV 2 - ΓΠ-ΧΤ	37,00
INV 3 - ΓΠ-ΧΤ	65,00
INV 4 - ΓΠ-ΧΤ	66,00
INV 5 - ΓΠ-ΧΤ	81,00
INV 6 - ΓΠ-ΧΤ	87,00
INV 7 - ΓΠ-ΧΤ	101,00
INV 8 - ΓΠ-ΧΤ	116,00
INV 9 - ΓΠ-ΧΤ	121,00

Πίνακας 17. Μήκος καλωδίων εναλλασσόμενου ρεύματος αντιστροφών. Μήκη σε μέτρα

Για το δίκτυο Μέσης Τάσης θα χρησιμοποιηθούν μονοπολικά καλώδια Μέσης Τάσης AL/XLPE/CWS/PVC MT τύπου NA2XSY κατάλληλο για τάση U₀/U(U_m) =12/20 (24) KV – IEC60502-2-2014, με πολύκλωνο αγωγό αλουμινίου, ημιαγωγική θωράκιση του αγωγού, XLPE μόνωση, ημιαγωγική θωράκιση της μόνωσης, μεταλλική θωράκιση από σύρματα χαλκού, PVC εξωτερικό μανδύα, κατάλληλο για τάση U₀/U(U_m) =12/20 (24) KV σύμφωνα με το IEC60502-2-2014. Το πλήθος των καλωδίων M/T που θα εγκατασταθούν θα είναι τέσσερα (4) :τρία ενεργά και ένα εφεδρικό.

3.8 Υπολογισμοί καλωδίων

Όλοι οι σχετικοί υπολογισμοί των καλωδιώσεων, τόσο στο DC, όσο και στο AC, βασίζονται στα πρότυπα ΕΛΟΤ 60634 και συγκεκριμένα στα ΕΛΟΤ 60634 -5-52 και ΕΛΟΤ 60634-7-712, τα οποία αποτελούν προσαρμογές των αντίστοιχων προτύπων της IEC.

3.8.1 Υπολογισμοί καλωδίων Συνεχούς Ρεύματος

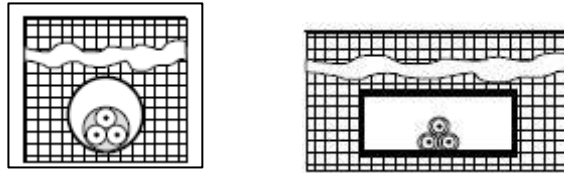
Σύμφωνα με το IEC-60634-7-712, συνιστάται υπό συνθήκες μέγιστου φορτίου, η πτώση τάσης από το πιο απομακρυσμένη Φ/Β πλαίσιο της συστοιχίας στους ακροδέκτες εισόδου του κυκλώματος εφαρμογής να μην υπερβαίνει το 3% της τάσης Φ/Β συστοιχίας στο σημείο μέγιστης ισχύος της.

Στην συγκεκριμένη μελέτη το όριο τίθεται ως εξής:

- υπό συνθήκες μέγιστου φορτίου, η πτώση τάσης οποιασδήποτε γραμμής συνεχούς ρεύματος μην υπερβαίνει το 1% της τάσης Φ/Β συστοιχίας στο σημείο μέγιστης ισχύος της και
- υπό συνθήκες μέγιστου φορτίου, η πτώση τάσης από το πιο απομακρυσμένη Φ/Β πλαίσιο της συστοιχίας στους ακροδέκτες εισόδου του κυκλώματος εφαρμογής να μην υπερβαίνει το 1.5% της τάσης Φ/Β συστοιχίας στο σημείο μέγιστης ισχύος της

Όλοι οι σχετικοί υπολογισμοί λαμβάνουν τις εξής παραμέτρους λειτουργίας,

- Μέγιστη θερμοκρασία αγωγού 70° C
- Θερμοκρασία εδάφους 25° C
- Θερμική αντίσταση εδάφους 3 K*m/W
- Για την όδευση των καλωδιώσεων εντός εδάφους
 - ❖ από τις στοιχειοσειρές προς του πίνακες DC ακολουθείται η μέθοδος Δ1, αριθ. μεθόδου 70 του Πίνακα A.52.3 IEC-60634-5-52 (πολυπολικά καλωδια σε κανάλι ή σε σωλήνα εντός του εδάφους)
 - ❖ από τους πίνακες DC προς τους αντιστροφείς ακολουθείται η μέθοδος Δ1, αριθ. μεθόδου 71 του Πίνακα A.52.3 IEC-60634-5-52 (μονοπολικά καλωδια σε κανάλι ή σε σωλήνα εντός του εδάφους)
 - ❖



Εικόνα 7. Αριστερά η μέθοδος Δ1, αριθ. μεθόδου 70 και δεξιά η μέθοδος Δ1, αριθ. μεθόδου 71 του Πίνακα A.52.3 IEC-60634 -5-52

Με βάση τα παραπάνω πρέπει να γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις, όπως ορίζει το IEC-60634-5-52

3.8.1.1 Υπολογισμός μέγιστου ρεύματος καλωδίων Συνεχούς Ρεύματος από στοιχειοσειρές προς πίνακες DC

Ο υπολογισμός του μέγιστου ρεύματος καλωδίων Συνεχούς Ρεύματος από στοιχειοσειρές προς πίνακες DC. γίνεται με βάση το IEC-60634-5-52 καθώς και του IEC 60364-7-712, λαμβάνοντας υπόψη τις σχετικές παραμέτρους λειτουργίας που τέθηκαν παραπάνω.

Συγκεκριμένα με βάση τον «Πίνακας 14. Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά στοιχειοσειρών, στις διάφορες θερμοκρασίες λειτουργίας. Με κόκκινο υπόβαθρο οι μέγιστες τιμές.» ,στο σημείο μέγιστη ισχύος η μέγιστη τάση των στοιχειοσειρών είναι αυτή με τα 18 Φ/Β πλαίσια και είναι ίση με $V_{mp} = 529,90 \text{ V}$, ενώ το αντίστοιχο ρεύμα λειτουργίας είναι $I_{mp} = 17,45 \text{ A}$.

Με βάση την παραδοχή ότι ο μανδύας των καλωδίων αυτών είναι PVC, η ελάχιστη διατομή τους 6 mm^2 , ο μέγιστος αριθμός καλωδίων σε ένα σωλήνα είναι 6 και η απόσταση μεταξύ των σωλήνων στον ίδιο χάνδακα είναι 25 εκατοστά, τότε το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα είναι

$$\text{Τιμή πίνακα B.52.2} = I_{\max} = 46 \text{ A}$$

$$\text{Τιμή πίνακα B.52.15 (διόρθωση για θερμοκρασία εδάφους)} \quad k_1 = 0,95$$

$$\text{Τιμή πίνακα B.52.16 (διόρθωση θερμική αντίσταση εδάφους)} \quad k_2 = 0,96$$

$$\text{Τιμή πίνακα B.52 19}^A \text{ (διόρθωση για όδευση σε ομάδες)} = k_3 = 0,8$$

$$I_{\text{calc}} = I_{\max} \times k_1 \times k_2 \times k_3 = 33,56 \text{ A} > I_{\text{mp}} = 17,45 \text{ A}$$

Επιπρόσθετα αν ελεγχθεί η παραπάνω συνθήκη με βάση το μέγιστο ρεύμα, όπως υπολογίζεται στο παράτημα Β του IEC 60364-7-712, τότε ισχύει

$$I_{calc} = I_{max} \times k_1 \times k_2 \times k_3 = 33,56 \text{ A} > I_{SC-MAX} = 23,04 \text{ A}$$

Άρα η επιλεγείσα διατομή 6 mm² είναι αρκετή ως προς το μέγιστο ρεύμα.

3.8.1.2 Υπολογισμός πτώσης τάσης καλωδίων Συνεχούς Ρεύματος από στοιχειοσειρές προς πίνακες DC

Ο υπολογισμός της πτώσης τάσης στις γραμμές συνεχούς ρεύματος από στοιχειοσειρές προς πίνακες DC, γίνεται με βάση το παράρτημα G του IEC-60634 -5-52. Η θερμοκρασία αγωγού θεωρείται στους 70° C.

Οι υπολογισμοί γίνονται με βάση την σχέση (παράρτημα G του IEC-60634 -5-52).

$$\mu = b \left(\rho_1 \frac{L}{S} \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi \right) / I_B$$

Όπου b=2, ρ1 η αντίσταση (Resistivity) χαλκού στους 70° C η οποία είναι ρ1 = 0,020 Ω.m, S = παράμετρος υπολογισμού, cosφ =1, συνφ = 0 και το IB ισούται με το ρεύμα λειτουργίας μέγιστης ισχύος Impp το οποίο είναι 17,45 A

Με βάση τα παραπάνω και α σχετικά μήκη κάθε στοιχειοσειράς που παρουσιάζονται στον «Πίνακας 16. Απαιτούμενο μήκος καλωδιώσεων σε κάθε στοιχειοσειρά. Μήκη σε μέτρα», οι διατομές S των καλωδίων θετικού και αρνητικού πόλου κάθε στοιχειοσειράς πρέπει να είναι:

Στοιχειοσειρά	S mm ²	Vmpp	Πτώση Τάσης	ΔU
S1-1	6	681,30	1,69	0,25%
S1-2	6	643,45	1,81	0,28%
S1-3	6	643,45	2,10	0,33%
S1-4	6	529,90	1,75	0,33%
S1-5	6	529,90	1,63	0,31%
S1-6	6	529,90	2,45	0,46%
S1-7	6	605,60	5,13	0,85%
S1-8	6	605,60	3,50	0,58%
S1-9	6	567,75	2,62	0,46%
S2-1	6	605,60	1,52	0,25%
S2-2	6	605,60	1,98	0,33%
S2-3	6	567,75	4,02	0,71%
S2-4	6	605,60	4,84	0,80%
S2-5	6	605,60	3,50	0,58%
S2-6	6	567,75	1,52	0,27%
S2-7	6	605,60	1,81	0,30%
S2-8	6	605,60	1,87	0,31%
S2-9	6	567,75	3,79	0,67%
S3-1	6	605,60	2,74	0,45%
S3-2	6	605,60	1,57	0,26%
S3-3	6	567,75	1,75	0,31%
S3-4	6	605,60	3,79	0,63%

Στοιχειοσειρά	S mm ²	Vmpp	Πτώση Τάσης	ΔU
S3-5	6	605,60	2,27	0,38%
S3-6	6	567,75	1,81	0,32%
S3-7	6	605,60	3,79	0,63%
S3-8	6	605,60	2,91	0,48%
S3-9	6	567,75	2,39	0,42%
S4-1	6	605,60	2,68	0,44%
S4-2	6	605,60	2,27	0,38%
S4-3	6	567,75	1,92	0,34%
S4-4	6	605,60	3,44	0,57%
S4-5	6	605,60	3,44	0,57%
S4-6	6	567,75	1,52	0,27%
S4-7	6	605,60	2,51	0,41%
S4-8	6	605,60	2,62	0,43%
S4-9	6	567,75	1,81	0,32%
S5-1	6	605,60	2,39	0,39%
S5-2	6	605,60	3,38	0,56%
S5-3	6	605,60	2,51	0,41%
S5-4	6	605,60	1,63	0,27%
S5-5	6	605,60	1,69	0,28%
S5-6	6	605,60	2,45	0,40%
S5-7	6	605,60	1,81	0,30%
S5-8	6	605,60	2,22	0,37%
S5-9	6	605,60	3,15	0,52%
S6-1	6	605,60	3,32	0,55%
S6-2	6	605,60	1,87	0,31%
S6-3	6	605,60	2,27	0,38%
S6-4	6	605,60	2,45	0,40%
S6-5	6	605,60	1,87	0,31%
S6-6	6	605,60	2,33	0,39%
S6-7	6	605,60	3,15	0,52%
S6-8	6	605,60	4,49	0,74%
S6-9	6	605,60	3,21	0,53%
S7-1	6	605,60	2,56	0,42%
S7-2	6	605,60	1,57	0,26%
S7-3	6	605,60	1,92	0,32%
S7-4	6	529,90	1,75	0,33%
S7-5	6	605,60	2,22	0,37%
S7-6	6	605,60	3,61	0,60%
S7-7	6	605,60	4,78	0,79%
S7-8	6	605,60	2,80	0,46%
S7-9	6	681,30	2,62	0,39%
S8-1	6	605,60	2,91	0,48%
S8-2	6	605,60	1,98	0,33%
S8-3	6	605,60	3,15	0,52%
S8-4	6	605,60	3,85	0,64%
S8-5	6	605,60	2,27	0,38%

Στοιχειοσειρά	S mm ²	Vmpp	Πτώση Τάσης	ΔU
S8-6	6	605,60	1,57	0,26%
S8-7	6	605,60	2,97	0,49%
S8-8	6	605,60	1,87	0,31%
S8-9	6	605,60	2,80	0,46%
S9-1	6	605,60	3,50	0,58%
S9-2	6	605,60	2,86	0,47%
S9-3	6	605,60	1,57	0,26%
S9-4	6	681,30	2,62	0,39%
S9-5	6	529,90	2,10	0,40%
S9-6	6	605,60	1,92	0,32%
S9-7	6	567,75	3,15	0,55%
S9-8	6	681,30	2,91	0,43%
S9-9	6	605,60	2,39	0,39%

Πίνακας 18. Διατομή καλωδίων θετικού αρνητικού πόλου συνεχούς ρεύματος από στοιχειοσειρές προς πίνακες DC

Με βάση των παραπάνω πίνακα, με τις επιλεγείσες διατομές, πληρείται το κριτήριο «υπό συνθήκες μέγιστου φορτίου, η πτώση τάσης από το πιο απομακρυσμένη Φ/Β πλαίσιο της συστοιχίας στους ακροδέκτες εισόδου του κυκλώματος εφαρμογής να μην υπερβαίνει το 1.0% της τάσης Φ/Β συστοιχίας στο σημείο μέγιστης ισχύος της»

Άρα προκύπτει ότι όλα τα καλώδια από τις στοιχειοσειρές προς τους Πίνακες DC θα έχουν διατομή 6 mm².

3.8.2 Υπολογισμοί καλωδίων Ρεύματος Μέσης Τάσης

Για το δίκτυο Μέσης Τάσης θα χρησιμοποιηθούν μονοπολικά καλώδια Μέσης Τάσης AL/XLPE/CWS/PVC MT τύπου NA2XSY κατάλληλο για τάση U₀/U(U_m)=12/20 (24) KV – IEC60502-2-2014, με πολύκλωνο αγωγό αλουμινίου, ημιαγωγίμη θωράκιση του αγωγού, XLPE μόνωση, ημιαγωγίμη θωράκιση της μόνωσης, μεταλλική θωράκιση από σύρματα χαλκού, PVC εξωτερικό μανδύα, κατάλληλο για τάση U₀/U(U_m)=12/20 (24) KV σύμφωνα με το IEC60502-2-2014. Τα XLPE έχουν καλύτερη συμπεριφορά στην διαρκή θερμική καταπόνηση και αντέχουν μέχρι τους 90°C. Το πλήθος των καλωδίων M/T που θα εγκατασταθούν θα είναι τέσσερα (4) : τρία ενεργά και ένα εφεδρικό.

3.8.2.1 Υπολογισμοί Ρεύματος Μέσης Τάσης με βάση ισχύς βραχυκύκλωσης

Η απαιτούμενη διατομή καλωδίου MT για να αντέξει σε βραχυκύκλωμα είναι

$$A = \frac{1000 \times S_k}{\sqrt{3} \times U_n \times k} \sqrt{t}$$

- Όπου S_k η ισχύς βραχυκύκλωσης σε MVA = 250 MVA
- U_n η ονομαστική τάση σε KV = 20 KV
- t Η διάρκεια βραχυκυκλώματος σε sec = 0.5 sec
- k σταθερά σε AVsmm² που για αλουμίνιου και δικτυωμένο πολυαιθυλένιο είναι 94AVs mm²

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει

$$A = 54,28 \text{ mm}^2$$

Άρα επιλέγουμε διατομή 95 mm²

3.8.2.2 Υπολογισμοί μέγιστου Ρεύματος Μέσης Τάσης

Οι υπολογισμοί των καλωδίων Μέσης Τάσης βασίζονται στις εξής παραδοχές

Ονομαστική τάση $U_n = 20 \text{ KV}$

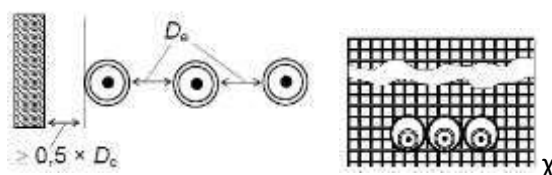
Ισχύς 1000 MW

Ρεύμα $I_{MT} = 29 \text{ A}$

Μήκος καλωδίου από παροχή ΔΕΔΔΗΕ προς Οικίσκο Μέσης Τάσης = 30 m

Όλοι οι σχετικοί υπολογισμοί λαμβάνουν τις εξής παραμέτρους λειτουργίας,

- Μέγιστη θερμοκρασία αγωγού 90° C
- Θερμοκρασία εδάφους 25° C
- Θερμική αντίσταση εδάφους 3 K*m/W
- Τα καλώδια Μέσης Τάσης κατά την αναχώρηση από την κολώνα ΔΕΔΔΗΕ θα τοποθετηθούν εντός κατάλληλης γαλβανισμένης σχάρας και η τοποθέτησης του στη σχάρα θα γίνει με τέτοιο τρόπο, ώστε σε όλο το μήκος οδευσης τους να έχουν απόσταση μίας διατομής μεταξύ τους το ένα με το άλλο. Στη συνέχεια θα οδεύουν εντός εδάφους, σε βάθος χάνδακα 80 cm και εντός σωλήνων διαμέτρου 1,5 φορά την διάμετρο του καλωδίου.



Εικόνα 8. Σχηματικό διάγραμμα οδευσης καλωδίων MT: αριστερά επί της σχάρας κολώνας ΔΕΔΔΗΕ και δεξιά εντός εδάφους

Ο υπολογισμός του μέγιστου ρεύματος καλωδίων MT γίνεται με βάση το IEC 60502-2: 2014 Παράρτημα Β, λαμβάνοντας υπόψη τις σχετικές παραμέτρους λειτουργίας που τέθηκαν παραπάνω. Με βάση τα παραπάνω πρέπει να γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις, όπως ορίζει το IEC 60502-2: 2014 Παράρτημα Β

Με βάση την παραδοχή ότι ο μανδύας των καλωδίων αυτών είναι XLPE, ο αγωγός είναι αλουμίνιο, η ελάχιστη διατομή τους 95 mm², ο μέγιστος αριθμός καλωδίων σε ένα σωλήνα είναι 1, ο μέγιστος αριθμός κυκλωμάτων (ή σωλήνων) ανά χάνδακα είναι 4 («Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.») και η απόσταση μεταξύ των σωλήνων στον ίδιο χάνδακα είναι 25 εκατοστά, τότε το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα είναι

Τιμή πίνακα Β.3 = $I_{max} = 213 \text{ A}$

Τιμή πίνακα Β.11 (διόρθωση για θερμοκρασία εδάφους) $k_1 = 0,96$

Τιμή πίνακα Β.13 (διόρθωση για βάθος χάνδακα) $k_2 = 1$

Τιμή πίνακα B.15 (διόρθωση θερμική αντίσταση εδάφους) $k_3 = 0,78$

$$I_{calc} = I_{max} \times k_1 \times k_2 \times k_3 = 172,97 \text{ A} > I_{MT} = 29 \text{ A}$$

Άρα η επιλεγείσα διατομή 95 mm² είναι αρκετή ως προς το μέγιστο ρεύμα.

3.8.2.3 Υπολογισμός πτώσης τάσης καλωδίων Μέσης Τάσης

Ο υπολογισμός της πτώσης τάσης στις γραμμές Μέσης Τάσης γίνεται με βάση το παράρτημα G του IEC-60634-5-52. Η θερμοκρασία αγωγού θεωρείται στους 90° C.

Για τα καλώδια αυτά θα χρησιμοποιηθούν καλώδια αλουμινίου πολυαιθυλένιο διασταυρωμένου δεσμού (AL/XLPE/PVC) κατάλληλης διατομής.

Οι υπολογισμοί γίνονται με βάση την σχέση (παράρτημα G του IEC-60634 -5-52)

$$u = b \left(\rho_1 \frac{L}{S} \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi \right) I_B$$

Όπου $b=2$, ρ_1 η αντίσταση (Resistivity) αλουμινίου στους 90°C η οποία είναι $\rho_1 = 0,032 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$, S =παράμετρος υπολογισμού, $\cos \varphi=1$, $\sin \varphi=0$ και το I_B ισούται με το ρεύμα λειτουργίας μέγιστης ισχύος I_{MT} το οποίο είναι 29 A.

Με βάση τα παραπάνω η πτώση τάσης είναι $u=0,63 \text{ V}$ η $\Delta U = 0,01\%$. Άρα η επιλεγείσα διατομή 95 mm² είναι κατάλληλη.

3.8.3 Υπολογισμοί καλωδίων Εναλλασσόμενου Ρεύματος Χαμηλής Τάσης

Για το δίκτυο εναλλασσόμενου ρεύματος χαμηλής τάσης θα χρησιμοποιηθούν μονοπολικά καλώδια Μέσης Τάσης AL/XLPE/PVC τύπου N2XSY κατάλληλο για τάση $U_0/U(U_m) = 0,6/1 (1,2) \text{ KV}$ – IEC 60501-2-2009, με πολύκλωνο αγωγό αλουμινίου, ημιαγώγιμη θωράκιση του αγωγού, XLPE μόνωση, ημιαγώγιμη θωράκιση της μόνωσης, PVC εξωτερικό μανδύα, κατάλληλο για τάση $U_0/U(U_m) = 0,6/1 (1,2) \text{ KV}$ σύμφωνα με το IEC 60501-2-2009

Στην συγκεκριμένη μελέτη το όριο τίθεται φως εξής:

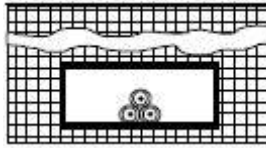
- υπό συνθήκες μέγιστου φορτίου, η πτώση τάσης οποιασδήποτε γραμμής ρεύματος μην υπερβαίνει το 1% της τάσης Φ στο σημείο μέγιστης ισχύος της

Τα καλώδια θα οδεύουν εντός χάνδακας βάθους 80 εκ. Συγκεκριμένα θα γίνουν δύο ξεχωριστοί χάνδακες. Στον ένα θα οδεύουν καλώδια από 4 αντιστροφείς και στον άλλο από 5. Μεταξύ των χάνδακων θα υπάρχει απόσταση τουλάχιστον 1 μέτρο.

Όλοι οι σχετικοί υπολογισμοί λαμβάνουν τις εξής παραμέτρους λειτουργίας,

- Μέγιστη θερμοκρασία αγωγού 90° C
- Θερμοκρασία εδάφους 25ο C
- Θερμική αντίσταση εδάφους 3 K*m/W
- Για την όδευση των καλωδιώσεων εντός εδάφους

- ❖ από τον κάθε αντιστροφέα προς τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης ακολουθείται η μέθοδος Δ1, αριθ. μεθόδου 71 του Πίνακα A.52.3 IEC-60634-5-52 (μονοπολικά καλώδια σε κανάλι ή σε σωλήνα εντός του εδάφους)



Εικόνα 9. Μέθοδος Δ1, αριθ. μεθόδου 71 του Πίνακα A.52.3 IEC-60634 -5-52

Με βάση τα παραπάνω πρέπει να γίνουν οι απαραίτητες διορθώσεις, όπως ορίζει το IEC-60634-5-52

3.8.3.1 Υπολογισμός μέγιστου ρεύματος καλωδίων Ρεύματος Χαμηλής Τάσης

Ο υπολογισμός του μέγιστου ρεύματος καλωδίων Συνεχούς Ρεύματος από στοιχειοσειρές προς πίνακες DC. γίνεται με βάση το IEC-60634-5-52, λαμβάνοντας υπόψη τις σχετικές παραμέτρους λειτουργίας που τέθηκαν παραπάνω.

Οι υπολογισμοί των καλωδίων Χαμηλής Τάσης βασίζονται στις εξής παραδοχές

- Ονομαστική τάση αντιστροφέων 400/230 V
- Ισχύς 100 KW
- Ρεύμα $I = 145$ A
- Από την άλλη με βάση τις προδιαγραφές του αντιστροφέα, το μέγιστο ρεύμα από την πλευρά AC είναι 145 A. Άρα επιλέγουμε $I_{\max-AC} = 145$ A

Με βάση την παραδοχή ότι ο μανδύας των καλωδίων αυτών είναι XLPE, η ελάχιστη διατομή τους 185 mm², ο μέγιστος αριθμός καλωδίων σε ένα σωλήνα είναι 3 και η απόσταση μεταξύ των σωλήνων στον ίδιο χάνδακα είναι 25 εκατοστά, τότε το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα είναι

Τιμή πίνακα B.52.2 = $I_{\max} = 238$ A

Τιμή πίνακα B.52.15 (διόρθωση για θερμοκρασία εδάφους) $k_1 = 0,96$

Τιμή πίνακα B.52.16 (διόρθωση θερμική αντίσταση εδάφους) $k_2 = 0,96$

Τιμή πίνακα B.52 19^A (διόρθωση για όδευση σε ομάδες) = $k_3 = 0,7$

$I_{\text{calc}} = I_{\max} \times k_1 \times k_2 \times k_3 = 153.54 \text{ A} > I_{\max-AC} = 145 \text{ A}$

Άρα η επιλεγείσα διατομή 185 mm² είναι αρκετή ως προς το μέγιστο ρεύμα.

3.8.3.2 Υπολογισμός πτώσης τάσης καλωδίων Χαμηλής Τάσης

Ο υπολογισμός της πτώσης τάσης στις γραμμές Μέσης Τάσης γίνεται με βάση το παράρτημα G του IEC-60634-5-52. Η θερμοκρασία αγωγού θεωρείται στους 90° C.

Για τα καλώδια αυτά θα χρησιμοποιηθούν καλώδια αλουμινίου πολυαιθυλένιο διασταυρωμένου δεσμού (AL/XLPE/PVC) κατάλληλης διατομής.

Οι υπολογισμοί γίνονται με βάση την σχέση (παράρτημα G του IEC-60634 -5-52)

$$\mu = b \left(\rho_1 \frac{L}{S} \cos \varphi + \lambda L \sin \varphi \right) / B$$

Όπου $b=2$, ρ_1 η αντίσταση (Resistivity) αλουμινίου στους 90°C η οποία είναι $\rho_1=0,034 \Omega\text{m}$, S =παράμετρος υπολογισμού, $\cos\phi =1$, $\sin\phi=0$ και το I_B ισούται με το ρεύμα λειτουργίας μέγιστης ισχύος $I_{\max-AC}$ το οποίο είναι 145 A

Με βάση τα παραπάνω οι πτώσεις τάσης στις γραμμές των αντιστροφέν είναι Το μήκος των καλωδίων αυτών και οι απαιτούμενες διατομές τους, εμφανίζονται στον ακόλουθο πίνακα

Γραμμή	Μήκος (μ)	Διατομή (mm ²)	Πτώση τάσης (V)	Πτώση τάσης DU%
INV 1 - ΓΠ-ΧΤ	24,00	185	0,65	0,28%
INV 2 - ΓΠ-ΧΤ	37,00	185	1,00	0,43%
INV 3 - ΓΠ-ΧΤ	65,00	185	1,75	0,76%
INV 4 - ΓΠ-ΧΤ	66,00	185	1,78	0,77%
INV 5 - ΓΠ-ΧΤ	81,00	240	1,69	0,73%
INV 6 - ΓΠ-ΧΤ	87,00	240	1,81	0,79%
INV 7 - ΓΠ-ΧΤ	101,00	300	1,68	0,73%
INV 8 - ΓΠ-ΧΤ	116,00	300	1,93	0,84%
INV 9 - ΓΠ-ΧΤ	121,00	300	2,01	0,88%

Πίνακας 19. Μήκος καλωδίων εναλλασόμενου ρεύματος αντιστροφέν. Μήκη σε μέτρα

4 Υπολογισμοί προστασίας γραμμών

Οι υπολογισμοί ακολουθούν το πρότυπο πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384, HD60634 (IEC – 60634) και το IEC 60364-7-712 «Low voltage electrical installations – Part 7-71 2: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems»

4.1 Υπολογισμοί προστασίας γραμμών συνεχούς ρεύματος

Σύμφωνα με το παράρτημα Β του IEC 60364-7-712, η μέγιστη τάση ανοικτού κυκλώματος (VOC-MAX) στα άκρα μίας στοιχειοσειράς Φ/Β ή μιας διάταξης Φ/Β ορίζεται από την μέγιστη τάση ανοικτού κυκλώματος, ανηγμένη στην ελάχιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Σύμφωνα με το παράρτημα Β του IEC 60364-7-712, το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης (ISC-MAX) σε μίας στοιχειοσειρά Φ/Β ή μιας διάταξη Φ/Β ορίζεται από το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης κυκλώματος, ανηγμένο στην μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος, με ελάχιστη τιμή 1.25 φορές το ρεύμα βραχυκύκλωσης σε συνθήκες STC

Σύμφωνα με τον «Πίνακας 14. Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά στοιχειοσειρών, στις διάφορες θερμοκρασίες λειτουργίας. Με κόκκινο υπόβαθρο οι μέγιστες τιμές.», το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης (ISC-MAX) στους 70°C είναι 18,84 A.

Σύμφωνα με το IEC 60364-7-712, θα πρέπει να ασφαλιστούν οι γραμμές στοιχειοσειρές (εντός των πινάκων DC).

4.1.1 Υπολογισμοί προστασίας γραμμών στοιχειοσειρών

Η ασφάλεια που προστατεύει τις γραμμές στοιχειοσειρών θα πρέπει, σύμφωνα με την παράγραφο 712.433.1.101.2 του EC 60364-7-712 να υπακούει στις συνθήκες

Στην περίπτωση αυτή η παραπάνω συνθήκη είναι

$$23,04 \text{ A} < I_n < 44,23 \text{ A}$$

Από την άλλη το μέγιστο ανάστροφο των Φ/Β πλαισίων είναι 30 A. Επίσης ο κατασκευαστής των αντιστροφέων προτείνει ασφάλεια 25 A για τις στοιχειοσειρές

Με βάση τα παραπάνω και με σκοπό να μην ξεπεραστεί το μέγιστο ανάστροφο των Φ/Β πλαισίων, επιλέγουμε ασφάλεια $I_n = 25A$ (τύπου 1000V gPV)

4.2 Υπολογισμοί προστασίας γραμμών εναλλασσομένου ρεύματος

4.2.1 Υπολογισμοί προστασίας γραμμών εναλλασσομένου ρεύματος αντιστροφέων

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές των αντιστροφέων, το μέγιστο ρεύμα στην πλευρά του AC

είναι $I_{AC\ MAX} = 145\ A$

Η ασφάλεια επιλέγεται με βάση την σχέση

$$I_n > 1,25 \times I_{AC\ MAX} = 182\ A.$$

Επιλέγεται $I_n = 200\ A$.

Για την προστασία των αντιστροφέων θα τοποθετηθεί αυτόματος διακόπτης ισχύος εντός του ΓΠ-ΧΤ 3 x 200A

4.2.2 Υπολογισμοί προστασίας Γενικού Πίνακα Χαμηλής τάσης

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές των αντιστροφέων, το μέγιστο ρεύμα στην πλευρά του AC είναι $I_{AC\ MAX} = 145\ A$

Η ασφάλεια του ΓΠΧΤ επιλέγεται με βάση την σχέση

$$I_n > 1,25 \times 9 \times I_{AC\ MAX} = 1631\ A.$$

Επιλέγεται $I_n = 1600\ A$.

Για την προστασία του ΓΠ-ΧΤ θα τοποθετηθεί αυτόματος διακόπτης με πηνίο εργασίας ισχύος εντός του ΓΠ-ΧΤ 3 x 1600 A

4.2.3 Υπολογισμοί προστασίας Ιδιοκαταναλώσεις

Από τον πίνακα ΓΠ-ΧΤ τροφοδοτείται ο ιδιαίτερος πίνακας ιδιοκαταναλώσεων. Οι ιδιοκαταναλώσεις του σταθμού είναι προστατεύονται από ασφάλεια 2x 40 A και διακόπτη διαφυγής έντασης με ρεύμα διαρροής 30 mA.

Οι γραμμές του πίνακα υποκαταναλώσεων έχουν ως εξής:

Γραμμή	Πόλοι	I_n
Φωτισμός Οικίσκου	2	10
Ρευματοδότες Οικίσκου	2	16
Φωτισμός Ασφαλείας	2	10
Εφεδρεία	2	16
Θερομστάτης - Ανεμιστήρας MT	2	6
Πίνακας Ηλεκτρονόμου MT	2	10
Προς Αυτόνομο	2	16
Φωτισμός Πυλώνων	2	10

Ρευματοδότες Router - Loger	2	16
Παροχή καμερών	2	16
Παροχή Συναγερμού	2	16

Πίνακας 20. Γραμμές πίνακα ιδιοκαταναλώσεων

5 Γειώσεις, Εξωτερική Προστασία, Ισοδυναμικές Προστασίες του Συστήματος

5.1 Γενική σχεδίαση

Η μελέτη και ο σχεδιασμός του Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας της προστασίας από υπερτάσεις και του συστήματος γείωσης του δικτύου συνεχούς ρεύματος έχει πραγματοποιηθεί 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”.

5.1.1 Επιλογή στάθμης προστασίας

Η συχνότητα άμεσων κεραυνικών πληγμάτων σε μια περιοχή, N_d , εκφράζει τον μέσο αριθμό κεραυνών που μπορούν να πλήξουν άμεσα μια κατασκευή ανά έτος και υπολογίζεται με την ακόλουθη εξίσωση

$$N_d = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6}$$

- Όπου N_g είναι η μέση ετήσια πυκνότητα πληγμάτων κεραυνού στο έδαφος, εκφράζει δηλαδή τον αναμενόμενο μέσο αριθμό κεραυνικών πληγμάτων στο έδαφος ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο και έτος στην περιοχή εγκατάστασης της προς μελέτη κατασκευής,
- C_1 ο περιβαλλοντικός συντελεστής, ο καθορισμός του οποίου γίνεται ανάλογα της θέσης της κατασκευής
- A_e είναι η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια της κατασκευής, σε τετραγωνικά μέτρα, που ορίζεται ως μια επίπεδη επιφάνεια εδάφους που έχει την ίδια μέση ετήσια συχνότητα πληγμάτων κεραυνού με την κατασκευή.

Καθώς ο Φ/β σταθμός είναι απομονωμένη κατασκευή που δεσπόζει στη γύρω περιοχή, τίθεται $C_1 = 2$

Το Ae υπολογίζεται ως η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια μίας κατασκευής ορίζεται ως μία επίπεδη επιφάνεια εδάφους που έχει την ίδια ετήσια συχνότητα άμεσων πληγμάτων όπως η κατασκευή. Για απομονωμένες κατασκευές η επιφάνεια αυτή, Ae, είναι η επιφάνεια που περικλείεται μέσα στο περίγραμμα που προκύπτει από την τομή της επιφάνειας του εδάφους και μίας ευθείας γραμμής με κλίση 1/3 η οποία διέρχεται από τα ψηλότερα τμήματα της κατασκευής (εφαπτομένη στην κατασκευή) και περιστρεφόμενη γύρω από αυτή.

Με βάση τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης υπολογίζεται ότι $A_e = 10318 \text{ m}^2$

Η μέση ετήσια πυκνότητα πληγμάτων κεραυνού στο έδαφος, N_g , δίνεται από ειδικούς χάρτες που δείχνουν την μέση συχνότητα πτώσεως κεραυνού ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο. Σύμφωνα με την IEC, εάν η τιμή της δεν είναι διαθέσιμη μπορεί να εκτιμηθεί προσεγγιστικά από την κάτωθι εξίσωση:

$$N_g = 0,04XT_d^{1,25}$$

Το αποτέλεσμα της εξίσωσης δίνει το πλήθος των πληγμάτων κεραυνού ανά km^2 .

Ο όρος T_d συμβολίζει τον αριθμό ημερών καταιγίδας ανά έτος και δίνεται από χάρτες ισοκεραυνικών καμπυλών που πολλές χώρες έχουν συντάξει για τον σκοπό αυτό. Στην περιοχή από τους χάρτες ισοκεραυνικών καμπυλών της Ελλάδος ισχύει $T_d = 25$

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει

$$N_d = 0,046$$

Οι τοπικοί κανονισμοί επιτρέπουν 5 κεραυνούς ανά 1000 έτη όταν πρόκειται για συμβατικές κατασκευές οπότε $N_c = 0,005$ και η απαιτούμενη στάθμη προστασίας βρίσκεται από τη σχέση που ακολουθεί

$$E = 1 - N_d / N_c = 0,89$$

Καθώς $0,8 < E \leq 0,9$ τότε η στάθμη προστασίας προσπορίζεται σε III

Η στάθμη αντικεραυνικής προστασίας έχει προσδιοριστεί σε III 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. Το σύνολο των υλικών του ΣΑΠ προέρχεται από έναν προμηθευτή (ΕΛΕΜΚΟ).

5.2 Εσωτερικό και εξωτερικό ΣΑΠ

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. Οι συλλεκτήριοι αγωγοί 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 ανοξειδωτων εξαρτημάτων σε συνδέσεις εντός του εδάφους ή του σκυροδέματος. Σε σημεία όπου ο κίνδυνος διάβρωσης είναι αυξημένος (σημεία εισόδου στο έδαφος ή το σκυροδέμα), 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 ΕΛΟΤ EN 50164-1, 50164-1-2 και 50164-1-3.

5.3 Προστασία από υπερτάσεις

Η προστασία του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού από υπερτάσεις, θα επιτευχθεί με τον καθορισμό ζωνών προστασίας κατά ΕΛΟΤ EN 62305.04. Για την οριοθέτηση των ζωνών προστασίας στα επιμέρους συστήματα θα γίνει χρήση της μεθόδου της κυλιόμενης σφαίρας με ακτίνα όπως προδιαγράφεται στο ΕΛΟΤ EN 62305.01 για την προκύπτουσα στάθμη αντικεραυνικής προστασίας. Η μέθοδος της κυλιόμενης σφαίρας αποτελεί το θεωρητικό μοντέλο σχεδιασμού και μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε κατασκευή. Εφαρμόζοντας αυτή τη μέθοδο, η χωροθέτηση του συλλεκτηρίου συστήματος είναι κατάλληλη, εάν κανένα σημείο της υπό προστασία κατασκευής, δεν έρχεται σε επαφή με μία σφαίρα ακτίνας R , που κυλιέται στο έδαφος, γύρω και στην κορυφή της κατασκευής προς όλες τις διευθύνσεις. Η σφαίρα πρέπει να εφάπτεται μόνο στο έδαφος και στο συλλεκτήριο σύστημα. Για τον περιορισμό των επαγόμενων υπερτάσεων θα υλοποιηθεί κατάλληλη δρομολόγηση των αγωγών ώστε να ελαχιστοποιηθεί το μέγεθος των αγώγιμων βρόχων. Λύσεις θωράκισης θα υλοποιηθούν εφόσον αυτό κριθεί απαραίτητο. Η προστασία των εσωτερικών συστημάτων (μετατροπείς, κ.λπ.) θα εξασφαλιστεί με την εγκατάσταση των κατάλληλων διατάξεων προστασίας από υπερτάσεις (απαγωγοί υπερτάσεων).

Για την επιλογή των διατάξεων προστασίας από υπερτάσεις θα διεξαχθεί εκτίμηση κινδύνου σύμφωνα με τα ΕΛΟΤ EN 62305.01 και .02 και θα ληφθεί υπόψη η ζώνη προστασίας σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 62305.04 για την επιλογική συνεργασία τους. Στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης, η προστασία από υπερτάσεις θα είναι σύμφωνη με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 60664.01. Οι διατάξεις προστασίας από υπερτάσεις θα πληρούν τις απαιτήσεις δοκιμών των προτύπων ΕΛΟΤ EN 61643.11 για τα συστήματα ισχύος και ΕΛΟΤ EN 61643.21 για τα συστήματα επικοινωνίας. Η επιλογή και η εγκατάστασή τους θα γίνει με βάση τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 61643.12, IEC 60364-5-53 και IEC 61643-22. Ανάλογα με τη ζώνη αντικεραυνικής προστασίας όπου θα γίνει η εγκατάσταση των απαγωγών, θα επιλεγεί η θέση και ο τύπος τους (Type 1,2,3 κατά ΕΛΟΤ EN 61643.11) σύμφωνα με την σειρά προτύπων ΕΛΟΤ EN 62305. Τα συστήματα ισχύος και επικοινωνίας που εισέρχονται σε κάθε ζώνη προστασίας θα προστατεύονται έναντι υπερτάσεων στα όρια της ζώνης. Επιπρόσθετες διατάξεις απαγωγής υπερτάσεων θα εγκατασταθούν όπου η απόσταση μεταξύ του απαγωγού και του υπό προστασία εξοπλισμού ξεπερνά τη μέγιστη επιτρεπόμενη. Οι απαγωγοί υπερτάσεων που θα εγκατασταθούν για την προστασία του ηλεκτρονικού εξοπλισμού θα εξασφαλίζουν την ασφαλή απαγωγή του κεραυνικού ρεύματος και τη διατήρηση της παραμένουσας τάσης σε επίπεδα συμβατά με τη στάθμη μόνωσης του υπό προστασία εξοπλισμού.

Ιδιαίτερα για το δίκτυο διανομής συνεχούς ρεύματος, θα χρησιμοποιηθούν απαγωγοί υπερτάσεων κατάλληλοι για δίκτυα DC της μέγιστης τάσης λειτουργίας και ρεύματος βραχυκύκλωσης του Φ/Β Σταθμού στην εκάστοτε θέση τοποθέτησής τους.

5.4 Εξωτερικό ΣΑΠ

Σκοπός του εξωτερικού ΣΑΠ είναι να συλλαμβάνει άμεσα κεραυνικά πλήγματα που ενδεχομένως να πλήξουν τον Φ/Β σταθμό και να διοχετεύσουν με ασφάλεια το κεραυνικό ρεύμα στη γη.

Το εξωτερικό ΣΑΠ αποτελείται από

- Το συλλεκτήριο σύστημα,
- Το σύστημα αγωγών καθόδου
- Και το σύστημα γείωσης

Σύμφωνα με την επιλεγμένη στάθμη προστασίας III, η κυλιόμενη σφαίρα θα έχει ακτίνα $R = 45 \text{ m}$.

Καθώς σκοπός του εξωτερικού ΣΑΠ είναι να προστατεύσει ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό του Φ/Β σταθμού, επιλέγεται απομονωμένο εξωτερικό ΣΑΠ. Στην περίπτωση αυτή το συλλεκτήριο σύστημα και οι αγωγοί καθόδου θα πρέπει να έχουν απόσταση σύμφωνα με το μήκος ηλεκτρικής απομόνωσης s , το οποίο υπολογίζεται ως εξής

$$s = k_1 x \frac{kc}{km} x L$$

Όπου $k_1 = 0,06$ (με βάση την κλάση προστασίας III, $kc = 1$ (καθώς το σύστημα είναι απομονωμένο) και $L = 2.02 \text{ m}$ η απόσταση από τη γη του αγωγού καθόδου

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι το μήκος ηλεκτρικής απόμόνωσης $s > 0,121 \text{ m}$.

5.4.1 Συλλεκτήριο σύστημα

Το συλλεκτήριο σύστημα αποτελείται από ράβδους σύλληψης (ακίδες) εγκατεστημένες στην πίσω πλευρά των Φ/Β πλαισίων. Πρόκειται για ακίδα αλουμινίου Φ10 κατάλληλου μήκους η οποία συγκρατείται με σφικτήρες πάνω στην κεκλιμένη δοκό των βάσεων στήριξης. Το μήκος της θα πρέπει να είναι κατάλληλο ώστε: (δείτε «Εικόνα 13. Λεπτομέρεια σύνδεσης ακίδας με αγωγό καθόδου»)

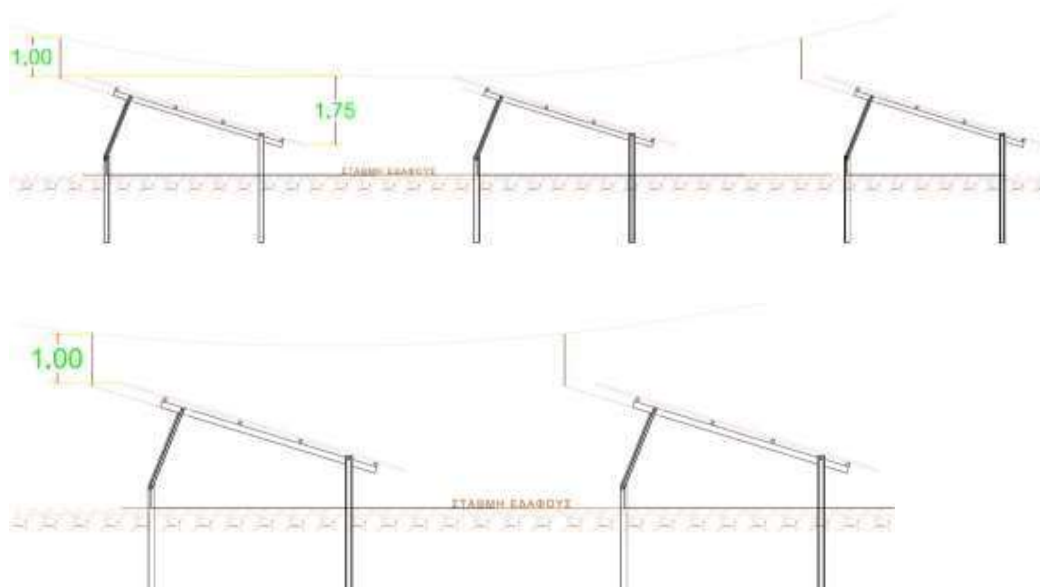
- Να εξέχει κατά 1 μέτρο πάνω από το ύψος των Φ/Β πλαισίων
- Να απέχει μεγαλύτερη απόσταση από το μήκος ηλεκτρικής απομόνωσης $s > 0,121 \text{ m}$
- Να συγκρατείται σταθερά επί της κεκλιμένη δοκού της βάσης στήριξης σε δύο σημεία που απέχουν πάνω από 20 εκατοστά μεταξύ τους.

Ακίδες σύλληψης θα τοποθετηθούν

- Στις βάσεις στήριξης για την προστασία των Φ/Β πλαισίων και των αντιστροφών
- Στον οικίσκο του Υποσταθμού Μέσης Τάσης
- Στους πυλώνες φωτισμού – καμερών

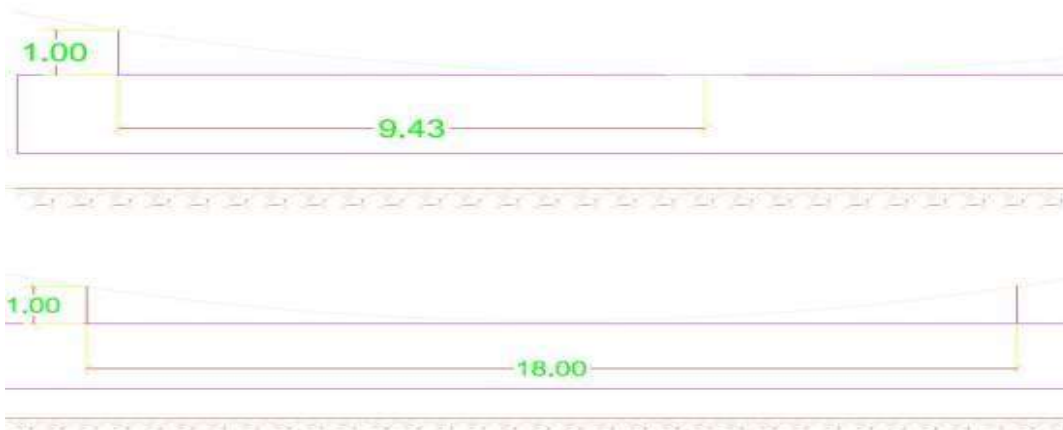
Τα σημεία που θα τοποθετηθούν οι ακίδες σύλληψης ορίζονται με βάση την μέθοδο της κυλιόμενης σφαίρας. Σύμφωνα με την επιλεγμένη στάθμη προστασίας III, η κυλιόμενη σφαίρα θα έχει ακτίνα $R = 45 \text{ m}$.

Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής στα Φ/Β πλαίσια δείχνει ότι θα πρέπει να τοποθετηθούν ακίδες σε όλα τα τραπέζια, καθώς αν παραληφθεί ένα, δεν αρκεί για να προστατευθεί από τα γειτονικά του, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα



Εικόνα 10. Πάνω: Το μεσαίο τραπέζι δεν προστατεύεται από τα γειτονικά του. Κάτω: Οι ακίδες σύλληψης προστατεύουν τα Φ/Β πλαίσια

Η απόσταση μεταξύ ακίδων του ίδιου τραπέζιού πρέπει να είναι μικρότερη από 18,86 μέτρα, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα. Επιλέγεται να μην είναι μικρότερη από 18 μέτρα



Εικόνα 11. Πάνω: Στα 9,43 μ. η κυλιόμενη σφαίρα συναντά τα Φ/Β πλαίσια. Κάτω: Ακίδες σύλληψης σε απόσταση 18 μ. προστατεύουν τα Φ/Β πλαίσια

Η ακριανές ακίδες σε κάθε τραπέζι πρέπει να απέχουν λιγότερο από 2,59 μ. Επιλέγεται να απέχουν τουλάχιστο 2 μέτρα.



Εικόνα 12. Στα 2,59 μέτρα απόστασης ακίδας από το όριο των Φ/Β πλαίσίων, η κυλιόμενη σφαίρα συναντά τα Φ/Β πλαίσια.

5.4.2 Σύστημα γείωσης

Η προστασία έναντι έμμεσης επαφής θα περιλαμβάνει κατάλληλη μόνωση των ενεργών αγωγών και γείωση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών του εξοπλισμού στο σύστημα γείωσης και ισοδυναμικής προστασίας του Φ/Β Σταθμού.

Το προτιμητέο σύστημα γείωσης για το δίκτυο διανομής συνεχούς ρεύματος είναι τύπου IT (αγεώτοι ενεργοί αγωγοί) κατά ΕΛΟΤ EN 60364.01.

Το πλέγμα της γείωσης θα κατασκευαστεί περιμετρικά όλων των διατάξεων με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει την σύνδεση όλων των Φ/Β βάσεων.

Από τον εξωτερικό περιμετρικό δακτύλιο του πλέγματος θα προβλεφθούν λήξης ισοδυναμικής σύνδεσης με ίδιο αγωγό αγωγό διατομής 10 mm St/Zn για την σύνδεση της περίφραξης και όλων των περιμετρικών μεταλλικών στοιχείων (π.χ. ιστοί φωτισμού, ιστοί για κάμερες κτλ).

Το πλέγμα γείωσης με δεδομένο ότι οι μεταλλικές βάσεις στήριξης των Φ/Β θα τοποθετηθούν απευθείας στο έδαφος θα κατασκευαστεί από αγωγό διατομής 10 mm St/Zn (St/tZn). Το βάθος εγκατάστασης τοποθέτησης του αγωγού είναι περίπου 70 cm (μεγαλύτερο από 0,5m) και δεν θα πρέπει να γειτνιάζει με μονωτικά υλικά (π.χ. καλώδια). Θα γίνει διάταξη πλέγματος 20m x 20m περίπου κάτω από το χώρο που θα καταλάβουν οι βάσεις.

Οι αναμονές ισοδυναμικής σύνδεσης για την σύνδεση των Φ/Β βάσεων αλλά και όλων των μεταλλικών εγκαταστάσεων/εξαρτημάτων όπως ιστοί φωτισμού, μεταλλικοί οικίσκοι, κάμερες, περίφραξη κτλ, θα κατασκευαστούν από τον ίδιο αγωγό διατομής 10 mm St/Zn. Οι αναμονές αυτές θα συνδεθούν με την θεμελιακή γείωση με συνδέσμους αγωγού/αγωγού St/tZn.

Στα σημεία όπου οι αγωγοί ισοδυναμικής σύνδεσης εξέρχονται του εδάφους πρέπει να καλυφθούν με τριπλή περιέλιξη (30cm επί του εδάφους και 30cm επί του αέρα) από την ειδική αντιδιαβρωτική ταινία.

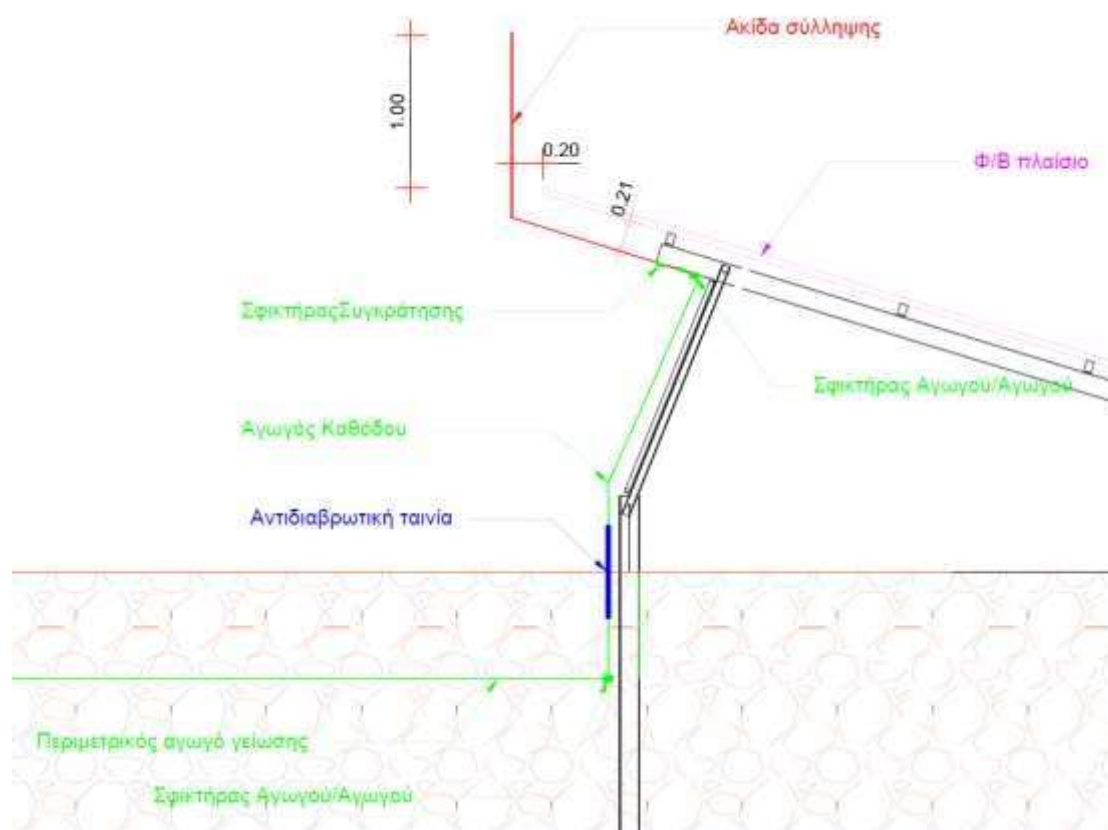
Από το πλέγμα της γείωσης καταλήγουν 4 αναμονές για τον Υποσταθμό (ΥΣ) χαλύβδινο επιψευδαργυρωμένο αγωγό διατομής 10mm. Περιμετρικά του ΥΣ έχει τοποθετηθεί γείωση από αγωγό διατομής 10 mm St/Zn.

Τέσσερις αναμονές από αγωγό Φ10 από την περιμετρική γείωση του ΥΣ θα συνδέονται με το πλέγμα ισοδυναμικής προστασίας του Υ/Σ μέσω σφιγκτήρα οπλισμού και με τον εσωτερικό περιμετρικό ζυγό γείωσης.

Όλες οι ενώσεις θα πραγματοποιηθούν με τη χρήση βιδωτών σφιγκτήρων. Όλες οι ενώσεις θα πρέπει να ικανοποιούν το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62561-1 και όλοι οι αγωγοί είναι εντός είτε εκτός εδάφους συμπεριλαμβανομένου και ακίδων σύλληψης θα πρέπει να ικανοποιούν το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62561.

5.4.3 Αγωγοί καθόδου

Οι αγωγοί καθόδου από τις ακίδες προς την θεμελιακή γείωση θα αποτελούνται από αγωγό διατομής 10 mm St/Zn, ο οποίος θα συνδέεται με σύνδεσμο αγωγού-αγωγού Φ10 με την περιμετρική γείωση και θα οδεύει εκτός εδάφους παράλληλα με τα πόδια των βάσεων στήριξης και θα συναντάει την ακίδα σύλληψης, συνδεόμενη μαζί τις με σύνδεσμο αγωγού-αγωγού Φ10. Η ακόλουθη εικόνα είναι ενδεικτική. Προσοχή θα πρέπει να ληφθεί, ώστε να τηρείται το μήκος ηλεκτρικής απομόνωσης. Επίσης στα σημεία όπου οι αγωγοί ισοδυναμικής σύνδεσης εξέρχονται του εδάφους πρέπει να καλυφθούν με τριπλή περιέλιξη (30cm επί του εδάφους και 30cm επί του αέρα) από ειδική αντιδιαβρωτική ταινία.



Εικόνα 13. Λεπτομέρεια σύνδεσης ακίδας με αγωγό καθόδου

5.4.4 Ισοδυναμικές συνδέσεις

Οι ισοδυναμικές συνδέσεις εξασφαλίζουν την εξίσωση του δυναμικού μεταξύ σημείων του κυκλώματος ή μεταξύ διαφορετικών κυκλωμάτων. Συνέπεια αυτού, είναι να μειώνεται η πιθανότητα εμφάνισης επικίνδυνων υπερτάσεων σε περίπτωση πλήγματος κεραυνού ή σφάλματος στην εγκατάσταση.

Για το σκοπό αυτό θα πραγματοποιηθούν τα εξής

- Από τον εξωτερικό περιμετρικό δακτύλιο του πλέγματος θα προβλεφθούν λήξης ισοδυναμικής σύνδεσης με ίδιο αγωγό αγωγό διατομής 10 mm St/Zn για την σύνδεση της περίφραξης και όλων των περιμετρικών μεταλλικών στοιχείων (π.χ. ιστοί φωτισμού, ιστοί για κάμερες κτλ).
- Από το πλέγμα της γείωσης καταλήγουν 4 αναμονές για τον Υποσταθμό (ΥΣ) χαλύβδινο επιψευδαργυρωμένο αγωγό διατομής 10mm. Περιμετρικά του ΥΣ έχει τοποθετηθεί γείωση από αγωγό διατομής 10 mm St/Zn.
- Κάθε τραπέζι των βάσεων στήριξης θα συνδεθεί ισοδυναμικά με την περιμετρική γείωση σε τουλάχιστον δύο σημεία και σε απόσταση μέχρι 20 μέτρα μεταξύ τους. Με βάση τα παραπάνω
 - ❖ Τραπέζια μέχρι 20 μέτρα θα έχουν δύο σημεία ισοδυναμικής σύνδεσης
 - ❖ Τραπέζια μέχρι 40 μέτρα θα έχουν τρία σημεία ισοδυναμικής σύνδεσης
 - ❖ Τραπέζια μέχρι 60 μέτρα θα έχουν τέσσερα σημεία ισοδυναμικής σύνδεσης
- Όλα τα Φ/Β πλαίσια θα συνδεθούν ισοδυναμικά μεταξύ τους με χάλκινο αγωγό διαμέτρου 6 mm², ενώ τα ακραία θα συνδεθούν ισοδυναμικά με τις βάσεις στήριξης. Προσοχή θα πρέπει να ληφθεί στο να γίνει διάτρηση της ανοδίωσης του αλουμινίου των Φ/Β πλαισίων με χρήση ειδικής αστεροειδούς ροδέλας που θα ακουμπάει στο πλαίσιο.

5.5 Εσωτερικό ΣΑΠ

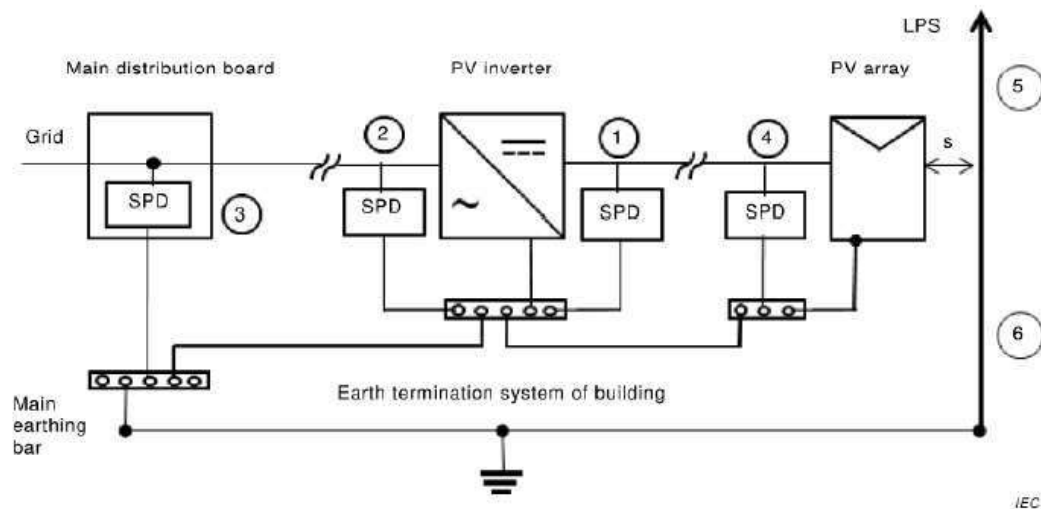
Το εσωτερικό ΣΑΠ θα υλοποιηθεί με την χρήση απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων (SPD). Πέρα από το γενικό πρότυπο IEC 62350, θα ακολουθηθούν τα πρότυπα IEC 61643 32 2017 «Low Voltage Surge Protective Devices Part 32 Surge Protective Devices Connected to the dc Side of Photovoltaic Installations- Selection and application principles» και IEC 60364-7-712 «Low voltage electrical installations – Part 7-71 2: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems», IEC 61643-12 «Selection of surge protective devices for low-voltage systems connected to overhead lines»

Με βάση το πρότυπο IEC 61643-32:2017 για την επιλογή των SPD, σε Φ/Β σταθμούς στην ύπαιθρο, θεωρείται ότι το ελάχιστο μήκος απομόνωσης δεν μπορεί να τηρηθεί. Τα σημεία όπου πρέπει να τοποθετηθούν οι απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων (SPD) εμφανίζονται στην ακόλουθη εικόνα (από το πρότυπο IEC 61643-32:2017)

Με βάση τα παραπάνω ισχύει για την κλάση προστασίας των SPD, ότι πρέπει σε όλες τις περιπτώσεις να είναι T1.

Τα SPD 1 και 2 περιλαμβάνονται εντός των αντιστροφών Fronius Tauro και δεν χρειάζονται πρόσθετοι.

Οι απαγωγοί Ⓞ θα βρίσκονται εντός των πινάκων DC



Legend

- 1 Class II tested SPD according to IEC 61643-31
- 2 Class II tested SPD according to IEC 61643-11
- 3 Class I tested SPD according to IEC 61643-11
- 4 Class II tested SPD according to IEC 61643-31
- 5 LPS air termination system
- 6 LPS down conductor

Εικόνα 14 Εικόνα από το πρότυπο IEC 61643-32:2017 για την επιλογή των SPD για την επιλογή των SPD

Τα στοιχεία των απαγωγών πρέπει να είναι

	SPD ①	SPD ②	SPD ③	SPD ④
U_w (kV)	5,6	2,5	2,5	6
U_{cpv} (V)	1000			1000
I_n (kA)	5	5	5	5
I_{imp} (kA)	12,5 (10/350μs)		25 kA (10/350μs)	12,5 (10/350μs)

Οι αγωγοί σύνδεσης των SPD με την γείωση πρέπει να από χαλκό είναι διατομής 16 mm².

6 Περιφερειακός Εξοπλισμός

6.1 Σύστημα Συναγερμού

Για την ασφάλεια του Φ/Β σταθμού θα τοποθετηθεί σύστημα συναγερμού για την καταγραφή εισόδου στον χώρο το Φ/Β σταθμού και την ανίχνευση κίνησης στον Οικίσκο Ελέγχου μέσω κατάλληλων αισθητήρων (παγίδες συναγερμού).

Το σύστημα θα περιλαμβάνει όλα τα παρελκόμενα για την ομαλή λειτουργία (κεντρική μονάδα, τροφοδοτικό, ηλεκτρολόγιο, σειρήνα, ασύρματο τηλεχειριστήριο, μπαταρίες, καλωδιώσεις κλπ). Επίσης, σε περίπτωση ενδεχόμενης παραβίασης ή διακοπής της ηλεκτρικής ισχύος θα έχει την δυνατότητα ειδοποίησης των υπεύθυνων προσώπων. Η βασική δομή του συστήματος είναι τα περιμετρικά ζεύγη BEAMS που καταλήγουν σε μία κεντρική μονάδα ελέγχου. Με την κεντρική μονάδα ελέγχου είναι συνδεδεμένη σειρήνα ηχητικής και οπτικής ειδοποίησης σε περίπτωση παραβίασης. Ακόμα θα τοποθετηθεί και

αισθητήρας ανίχνευσης πυρκαγιάς. Το σύστημα μπορεί να συνεργαστεί με το κλειστό σύστημα τηλεόρασης για την ενεργοποίηση ζωνών και παράλληλα με την παρέμβαση του μέσο αυτοματισμός στο σύστημα φωτισμού το κάνουν αρκετά εύπλαστο.

Σε περίπτωση παραβίασης ή άλλου συμβάντος αποστέλλεται αυτόματα από την κεντρική μονάδα ελέγχου σήμα στο τηλεφωνικό κέντρο 24-ωρης παρακολούθησης.

Ο συναγερμός θα έχει κατ' ελάχιστον 32 ζώνες, εκ των οποίων θα χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες:

Ζώνη	Είδος	Από	Προς
1	ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΦΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΠΑΡΚΟΥ		
2	ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΦΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ		
3	ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΦΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ		
4	ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΦΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ		
5	ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΦΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΟΙΚΙΣΚΟΥ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΩΝ		
6	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π1	Π2
7	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π2	Π3
8	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π3	Π4
9	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π4	Π5
10	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π5	Π6
11	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π6	Π7
12	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π7	Π8
13	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π8	Π9
14	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π9	Π10
15	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π10	Π11
16	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π11	Π12
17	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π12	Π13
18	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π13	Π14
19	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Π14	Π1
20	Ραντάρ Οικίσκου αντιστροφών		
21	Ραντάρ Οικίσκου Μ.Τ.		
22	ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ		
23	ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ		
24	ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ		
25	ΠΥΡΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΟΙΚΙΣΚΟΥ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΩΝ		
26	ΤΑΜΠΕΡ ΡΑΝΤΑΡ		
27	ΤΑΜΠΕΡ ΠΑΝΩ ΠΙΝΑΚΑ		
28	ΤΑΜΠΕΡ ΣΕΙΡΗΝΑΣ		

Πίνακας 21. Ζώνες συναγερμού

6.2 Σύστημα Παρακολούθησης Κλειστού Κυκλώματος Τηλεόρασης (C.C.T.V.)

Το σύστημα C.C.T.V. αποτελείται από σταθερές κάμερες εξωτερικού χώρου και την καταγραφική μονάδα (DVR). Το DVR θα έχει κατ' ελάχιστον θύρες σύνδεσης

Οι κάμερες θα είναι δικτυακές τύπου IP ανάλυσης τουλάχιστον 4MP και να έχουν δυνατότητα λειτουργίας σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού (0.005 LUX) (υπέρυθρη κάμερα). Οι κάμερες θα είναι τοποθετημένες επί πυλώνων και η καταγραφική μονάδα με την οποίες θα συνδέονται οι κάμερες θα βρίσκεται εντός του Οικίσκου Μ.Τ, στο διαμέρισμα Χαμηλής τάσης. Οι κάμερες θα τοποθετηθούν σε κατάλληλο σημείο ώστε να επιτηρούν όλη την περίμετρο της περιφράξης του Φ.Β σταθμού, καθώς κι όλες τις εισόδους πρόσβασης στον Φ/Β σταθμό και στον Οικίσκο Ελέγχου και θα καταγράφουν σε όλη την διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται τοπικά στους σκληρούς δίσκους της μονάδας καταγραφής, στην οποία θα υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης απομακρυσμένα μέσω διαδικτύου.

Πυλώνας	Ύψος [m]	ΥΠΕΡΥΘΡΗ ΔΕΣΜΗ	Κάμερες	Φωτιστικά σώματα
Π1	3.5	2	2	2
Π2	1	2		
Π3	3.5	2	2	
Π4	3.5	2	2	2
Π5	3.5	2	2	2
Π6	3.5	2	2	3
Π7	1	2		
Π8	2	2		
Π9	3.5	2	3	3
Π10	3.5	2	3	3
Π11	3.5	2	2	2
Π12	3.5	2	3	1
Π13	1	2		
Π14	3.5	2	2	2
ΣΥΝΟΛΟ		28	23	20

Πίνακας 22. Πυλώνες και υλικά αναρτημένα επ' αυτών

6.3 Περιμετρικός Φωτισμός

Προς ενίσχυση της ασφάλειας του Φ/Β σταθμού, περιμετρικά, θα εγκατασταθεί φωτισμός χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, τεχνολογίας LED.

Τα φωτιστικά σώματα θα τοποθετηθούν επί χαλύβδινου ιστού φωτισμού ύψους 2.5 μέτρων εκτός εδάφους, κωνικής οκταγωνικής διατομής, θα συνδέονται με ακροκιβώτιο διπλού ασφαλειοαποζεύκτη και θα εδραστούν επί προκατασκευασμένων βάσεων αγκύρωσης με πλάκα έδρασης. Οι βάσεις αγκύρωσης θα τοποθετηθούν σε βάθος 50cm τουλάχιστον, και θα πακτωθούν με σκυρόδεμα.

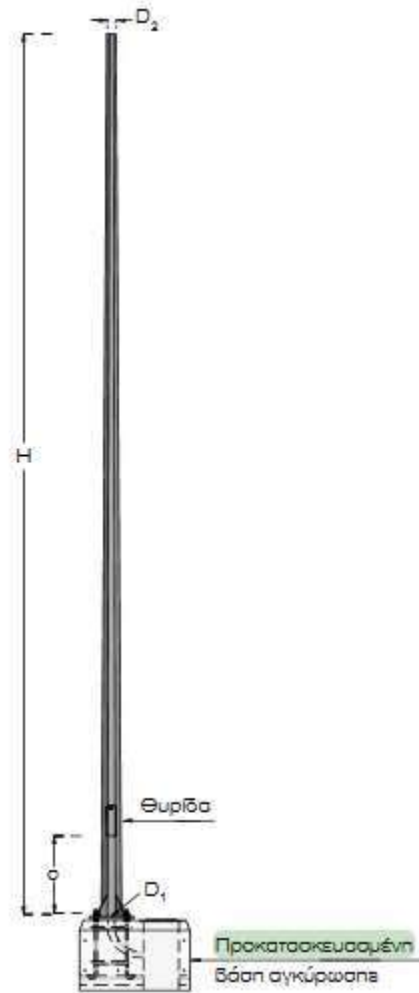
Θα απαιτηθούν 20 φωτιστικά σώματα. Το κάθε φωτιστικό σώμα θα είναι τύπου LED ισχύος 70 W.

Τεχνικά χαρακτηριστικά Ιστού στήριξης:

- Υλικό: Χάλυβας θερμής έλασης ποιότητας S235JR κατά EN 10025
- Προστασία: Γαλβάνισμα εν θερμώ βάσει Διεθνούς Προτύπου EN ISO1461
- Κατασκευή: Κόψιμο και διαμόρφωση σε κωνική οκταγωνική διατομή από μονοκόμματα (μοναδιαία) τεμάχια. Η συγκόλληση του ιστού θα πρέπει να γίνεται κατά μήκος με μία

μόνο διαμήκη ραφή σε αυτόματα μηχανήματα συγκόλλησης. Στην βάση του ιστού θα προσαρμόζεται (μέσω συγκόλλησης) πλάκα έδρασης η οποία ενισχύεται με τέσσερα (4) τρίγωνα ενίσχυσης. Θυρίδα από το ίδιο σώμα του ιστού, κομμένη με ειδικό πριόνι, όπου εφαρμόζει απόλυτα και δεν εξέχει (κατά την κλειστή θέση) από τον ιστό (IP54 και IK10).

- Πιστοποίηση: CE από ανεξάρτητο εγκεκριμένο κοινοποιημένο Ευρωπαϊκό Φορέα (ΦΕΚ 1557/B/17-08-2007 και EN 40)



Εικόνα 15. Ενδεικτικό σχέδιο Πυλών

Τεχνικά χαρακτηριστικά προκατασκευασμένης βάσης:

Η βάση στήριξης θα πρέπει να είναι κατάλληλων διαστάσεων και να αποτελεί από μόνη της ολοκληρωμένο προϊόν και να είναι εφοδιασμένη με:

- γαλβανισμένα εν θερμώ αγκύρια
- το φρεάτιο με το στεγανό χυτοσιδηρό καπάκι του
- τον σωλήνα διέλευσης των καλωδίων και τον απαραίτητο εξοπλισμό

6.4 Περιφραξη – Πόρτες εισόδου

Η περίφραξη θα είναι τύπου «NATO», θα έχει ύψος 2.3 μέτρα από το έδαφος. Θα αποτελείται από γαλβανισμένο συρματόπλεγμα 50 X 50, ύψους 2 μέτρων και μεταλλικούς ορθοστάτες οι οποίοι θα είναι πάσσαλοι από γαλβανισμένους σωλήνες διαμέτρου τουλάχιστον Φ48 mm πάχους 1,5mm, ύψους έως 2,5 μέτρα. Οι ορθοστάτες θα εκτείνονται

ανά 2,5 μέτρα και στις γωνίες της περίφραξης θα υπάρχουν αντηρίδες. Στο επάνω μέρος της περίφραξης θα τοποθετηθούν τρεις σειρές αγκαθωτό σύρμα γαλβανιζέ. Οι ορθοστάτες της περίφραξης θα τοποθετηθούν σε βάθος 50cm και θα πακτωθούν μέσα σε υποδοχές εντός του εδάφους, που θα πληρώνονται με σκυρόδεμα. Για την ενίσχυση της περίφραξης θα πρέπει το συρματόπλεγμα στην βάση του στο έδαφος να εγκιβωτιστεί σε σκυρόδεμα διαστάσεων 0,2m x 0,2m τύπου «σινάζι».

Η θύρα της περίφραξης θα είναι δίφυλλη μεταλλική πόρτα ανοίγματος 5μ. και ύψους 2μ. από το φυσικό έδαφος για να διευκολύνεται η διέλευση βαρέων οχημάτων έργου.

Η πόρτα θα αποτελείται από γαλβανισμένα εν θερμώ υλικά:

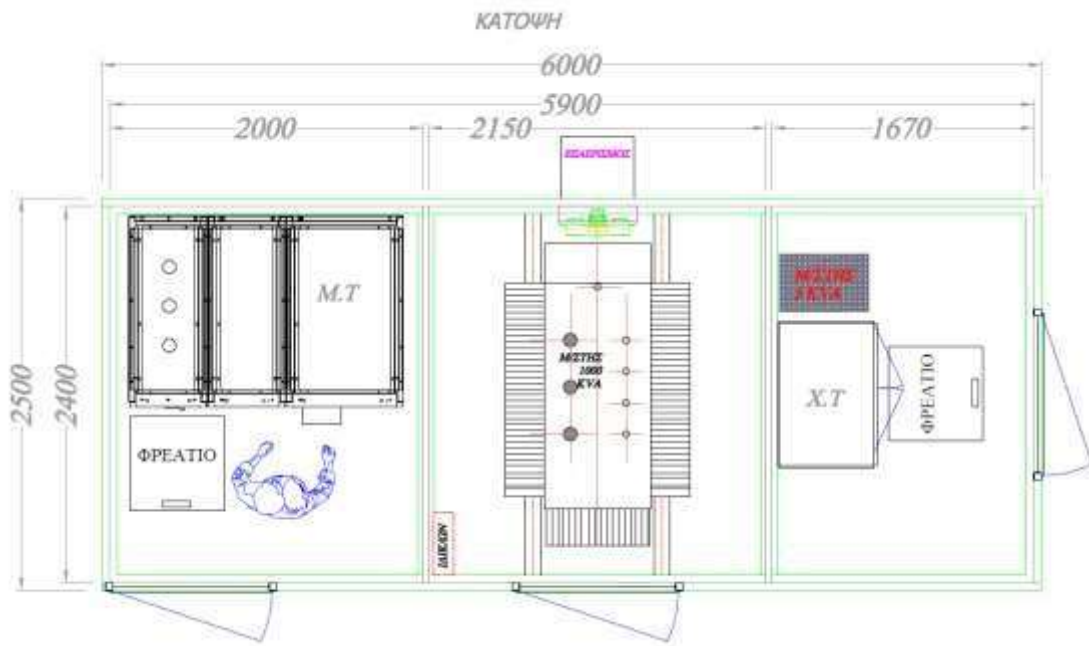
- Σκελετό από κοιλοδοκό 40x40x3 mm και στο κάτω τμήμα οριζόντιος κοιλοδοκός τυπικών διαστάσεων 100x 40x2mm.
- Περαισκή σχάρα 63mm x 125mm, κατακόρυφες λάμες στήριξη διατομής 25/3mm, οριζόντιες περαιστές ράβδους διαμέτρου 6mm (στο κέντρο της λάμας στήριξης) και πλευρικές λάμες για σύνδεση με τα υποστυλώματα διατομής 25/5 mm
- Δύο ορθοστάτες κοιλοδοκούς 80 x 80 x 4mm. Η στήριξη θα γίνεται με τρεις μεντεσέδες για κάθε φύλλο.
- Κατακόρυφος σύρτης στο ένα φύλλο για την ακινητοποίηση της.

7 Υποσταθμός Μέσης Τάσης

Καθώς η ισχύς του ΦΒ σταθμού υπερβαίνει τα 100 kWp, θα εγκατασταθεί υποσταθμός Μέσης Τάσης (ΜΤ) για τη σύνδεση του Φ/Β σταθμού απευθείας από το δίκτυο ΜΤ 20 kV του ΔΕΔΔΗΕ.

Έτσι για τη σύνδεση του Φ/Β σταθμού με το δίκτυο ΜΤ του ΔΕΔΔΗΕ, εγκαθίσταται υπαίθριος Υποσταθμός (Υ/Σ) 20/0.4 kV ονομαστικής ισχύος 1,000 KVA τύπου κίσκι. Ο συγκεκριμένος υποσταθμός ενέργειας αποτελείται από τα παρακάτω διαμερίσματα:

- Πίνακας ΜΤ
- Μετασχηματιστή ισχύος
- Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης (Γ.Π.Χ.Τ.)



Σχέδιο 4. Κάτοψη υποσταθμού ΜΤ

Το βιομηχανικό υλικό του υποσταθμού είναι της ABB

Ο Υ/Σ θα στεγάζεται σε μεταλλικό κίосκι (Οικίσκος Ελέγχου) διαστάσεων 6 x 2.5 x 2.3 m και είναι χωρισμένος σε τρία ανεξάρτητα διαμερίσματα με τρεις πόρτες από γαλβανισμένη λαμαρίνα 2μμ. Η οροφή και οι τοίχοι θα είναι από πάνελ πολυουρεθάνης.

Η έδραση του θα γίνει επί οπλισμένου σκυροδέματος. Ο χώρος όπου έχει τοποθετηθεί η βάση θα είναι ελαφρώς ανυψωμένος για λόγους στεγανότητας χωρίς το συνολικό ύψος του Οικίσκου να ξεπερνάει τα 2,5 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους.

Εντός του οικίσκου υπάρχει:

- Εσωτερικός φωτισμός σε όλα τα διαμερίσματα
- Εσωτερικές καλωδιώσεις
- Θερμικές αντιστάσεις σε όλα τα πεδία για την αντιμετώπιση της υγρασίας εσωτερικά αυτών
- 2 τεμ. πυροσβεστήρα ξηράς σκόνης κατασβεστικής ικανότητας τουλάχιστον 21A-113B-C
- 2 τεμ. πυροσβεστήρα CO₂, κατασβεστικής ικανότητας τουλάχιστον 55B-C
- Σύστημα πυρανίχνευσης με ανιχνευτές καπνού. Οι πυρανιχνευτές είναι συμβατικού τύπου ικανοί να παρέχουν σήμα σήμανσης πυρασφαλείας συναγερμού και σήμα σφάλματος.

Ο εξαερισμός επιτυγχάνεται μέσω ανεμιστήρων, 2 στο διαμερίσμα του Μ/Σ και 1 στο διαμερίσμα πίνακα ΧΤ. Το σύστημα αερισμού κρατάει την θερμοκρασία του Μ/Τ χαμηλότερα από τους 65° C.

Στο διαμερίσμα χαμηλής τάσης θα τοποθετηθεί μία μονάδα αυτόνομης τροφοδότησης με χρήση υβριδικού αντιστροφέα και μπαταριών ισχύος 3 kVA

Στο διαμερίσμα χαμηλής τάσης θα τοποθετηθεί το σύστημα παρακολούθησης και συλλογής των δεδομένων (DataLogger), ο εξοπλισμός του συναγερμού, η καταγραφική μονάδα του κλειστού κυκλώματος τηλεόρασης, ο Η/Υ κλπ.

Η εγκατάσταση ξεκινά από την άφιξη του ΔΕΔΔΗΕ και καταλήγει στα πεδία χαμηλής τάσης (ΧΤ).

Η εγκατάσταση αποτελείται από τα παρακάτω μέρη

- Πίνακας Μέσης τάσης (ΓΠ-MT) 20 kV
- Μετασχηματιστής (Μ/Σ) 20/0.4 kV 1,000 KVA
- Πεδία Γενικού πίνακα χαμηλής τάσης (ΓΠ-ΧΤ) 400 V
- Πίνακας Ιδιοκαταλώσεων 230 V
- Αυτόνομο σύστημα
- Γειώσεις

7.1 Καλωδίωση ΜΤ

Η σύνδεση μεταξύ κολώνας ΔΕΔΔΗΕ και πίνακα ΜΤ του Φ/Β σταθμού, θα πραγματοποιηθεί με μονοπολικά καλώδια Μέσης Τάσης AL/XLPE/CWS/PVC ΜΤ τύπου NA2XSY κατάλληλο για τάση $U_0/U(U_m) = 12/20$ (24) KV – IEC 60502-2-2014, με πολύκλωνο αγωγό αλουμινίου, ημιαγώγιμη θωράκιση του αγωγού, XLPE μόνωση, ημιαγώγιμη θωράκιση της μόνωσης, μεταλλική θωράκιση από σύρματα χαλκού, PVC εξωτερικό μανδύα, κατάλληλο για τάση $U_0/U(U_m) = 12/20$ (24) KV σύμφωνα με το IEC 60502-2-2014. Τα XLPE έχουν καλύτερη συμπεριφορά στην διαρκή θερμική καταπόνηση και αντέχουν μέχρι τους 90°C. Θα χρησιμοποιηθούν τέσσερα μονοπολικά AL/XLPE/CWS/PVC NA2XSY 12/20 KV 1x95mm², τρία για κάθε φάση κι ένα εφεδρικό.

7.2 Πίνακας Μέσης Τάσης

7.2.1 Γενική περιγραφή

Ο πίνακας θα αποτελείται από κυψέλες μεταλλοενδεδυμένου τύπου (Metal enclosed) κατάλληλες για έδραση στο δάπεδο. Ο εξοπλισμός είναι σταθερού τύπου. Διακοπτικό μέσο είναι εξαφθοριούχο θείο SF6. Στις κυψέλες υπάρχουν οι κατάλληλες μηχανικές μανδαλώσεις μεταξύ διακοπών – γειωτών – πόρτας ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή διαδοχή χειρισμών και η ασφάλεια του προσωπικού. Ο βαθμός προστασίας είναι IP3X. Η μεταλλική κατασκευή είναι από γαλβανισμένα χαλυβδοελάσματα 2mm (πλαϊνά διαχωριστικά 1,5mm) και η βαφή ηλεκτροστατική πάχους >40micron. Στην πρόσοψη υπάρχει μιμικό διάγραμμα με περιστρεφόμενους δείκτες με σαφή ένδειξη θέσης διακοπών – γειωτών. Επίσης υπάρχουν λυχνίες τάσης τροφοδοτούμενες από σετ χωρητικών καταμεριστών.

Παράθυρο επιθεώρησης από ανθεκτικό γυαλί, επιτρέπει την οπτική αναγνώριση της θέσης των επαφών. Εσωτερικά οι κυψέλες διαχωρίζονται πλήρως στα παρακάτω τμήματα:

- Τμήμα μπαρών (Περιλαμβάνει μπάρες χαλκού μονωμένες με PVC)
- Τμήμα διακοπτικού εξοπλισμού (Περιλαμβάνει τον διακόπτη και τον γειωτή σε ερμητικά κλειστό κέλυφος με αέριο SF6)
- Τμήμα σύνδεσης καλωδίων (Κατάλληλο για καλώδια ξηρού τύπου, με είσοδο από κάτω)
- Τμήμα μηχανισμού λειτουργίας Περιλαμβάνει το μηχανισμό λειτουργίας των διακοπών – γειωτών
- Τμήμα χαμηλής τάσης Περιλαμβάνει τον βοηθητικό εξοπλισμό χαμηλής τάσης

7.2.2 Πεδία ΜΤ

Ο ΓΠ-MT αποτελείται από τρεις κυψέλες ΜΤ με υλικό της ABB:

1. Κυψέλη εισόδου SDC στην είσοδο παροχής ΔΕΔΔΗΕ, η οποία αποτελείται από
 - ❖ Μονωτήρες στήριξης
 - ❖ Μπάρες χαλκού
 - ❖ Σετ 3 χωρητικών καταμεριστών με ενδεικτικές λυχνίες (VPISO)
 - ❖ Κλειδαριά πόρτας
 - ❖ Αλεξικέραυνα γραμμής 21kV, ένταση δοκιμής 10kA, αποζευκτική διάταξη και βαλβίδα εκτόνωση - 3 τμχ (SPD0)
 - ❖ Διακόπτης φορτίου τριών θέσεων SF6 (Q0) 3x630A

Τριπολικός Διακόπτης Φορτίου εξαφθοριούχου θείου (SF6) τριών (3) θέσεων (line-open-earth) 24kV 630A 16kA(3sec) 50kV 125kVr με μιμικό διάγραμμα, και κλειδιά ασφαλείας
 - ❖ Σύστημα Ενδειξης Παρουσίας τάσης (VPISO)
 - ❖ Τρεις (3) Μετασχηματιστές Ρεύματος για τη μέτρηση (TO)

2. Κυψέλη προστασίας και μέτρησης SFV αποτελείται από:
 - ❖ Ενας (1) τριπολικός Ασφαλειο-αποζεύκτης φορτίου με γειωτή SF6 (Q1), 3 θέσεων, 24kV/630A

Τριπολικός Διακόπτης Φορτίου εξαφθοριούχου θείου (SF6) τριών (3) θέσεων (line-open-earth), με μηχανισμό διπλού ελατηρίου (double spring), 24kV 630A16kA(3sec) 50kV 125kVr με μιμικό διάγραμμα, με μηχανισμό διακοπής από τήξη έστω και μίας (1) ασφάλειας και βάσεις ασφαλειών.

Χειροκίνητος μηχανισμός λειτουργίας για διακόπτη και γειωτή

Μηχανική ένδειξη τηγμένης ασφάλειας
Κλειδαριά- κλειδιά ασφαλείας στο διακόπτη
Κλειδαριά- κλειδιά ασφαλείας στο γειωτή
 - ❖ Τρία (3) Φυσίγγια μέσης τάσης In=24kV/6A

Ασφάλειες Μέσης Τάσης , ονομαστικής έντασης 6A και ονομαστικής τάσης 24 Kv
 - ❖ Τρία (3) Μονο-πολικούς Μετασχηματιστές τάσης 20,000:√3 / 100:√3 V

3. Η Τρίτη κυψέλη είναι της αναχώρησης SBC διαθέτει από ένα αυτόματο διακόπτη ισχύος SF6 συρόμενου τύπου 630 A με ορατή την απόζευξη των επαφών του στο τζάμι επί της πόρτας του πίνακα και με δυνατότητα μανδάλωσης στις θέσεις ON και OFF του διακόπτη. Ο αυτόματος διακόπτης ισχύος SF6 των πεδίων αναχώρησης των Μ/Σ διαθέτει ηλεκτρονόμο δευτερογενούς προστασίας τροφοδοτούμενο από μετασχηματιστή έντασης. Περιλαμβάνει:
 - ❖ Ενας (1) τριπολικός αποζεύκτης φορτίου με γειωτή SF6 (Q2) 3 θέσεων, 24kV/630A

Τριπολικός Διακόπτης Φορτίου εξαφθοριούχου θείου (SF6) τριών (3) θέσεων (line-open-earth), με μηχανισμό μονού ελατηρίου (single spring), με γειωτή στην έξοδο μηχανικά μανδαλωμένο, 24kV 630A 16kA(3sec) 50kV 125kVr με

μικρό διάγραμμα και κλειδιά ασφαλείας (συνεργάζεται με αυτόματο διακόπτη SF6 HD4/R-Sec)

Γειωτή καλωδίων 24kV 16kA(3sec) 50kV 125kVp (full making capacity 62,5kAr) μηχανικά μανδαλωμένο με τον Διακόπτη Φορτίου και με την πόρτα της κυψέλης

Κλειδαριά- κλειδιά ασφαλείας στο διακόπτη

Κλειδαριά- κλειδιά ασφαλείας στο γειωτή

- ❖ Ένας (1) τριπολικός τηλεχειριζόμενος Διακόπτης ισχύος SF6 HD4 , 24kV/630A «Removable» Αυτόματος διακόπτης ισχύος, εξαφθοριούχου θείου (SF6) 24kV 630A 12,5kA(3sec) 50kV 125kVp με Μπουτόν κλεισίματος, Μπουτόν Ανοίγματος, Μηχανικές ενδείξεις Αυτόματου Διακόπτη (opening / closing), Μηχανικές ενδείξεις ελατηρίου (charged / discharged), Μετρητής χειρισμών, Βοηθητικές επαφές, Κλειδαριά ασφαλείας, Πηνίο Εργασίας (YO1)
- ❖ Τρεις (3) Μετασχηματιστές έντασης 100/1 A
- ❖ Ένας (1) Ηλεκτρονόμος δευτερογενούς προστασίας REF615 τροφοδοτούμενο από μετασχηματιστή έντασης

Από κάθε ένα από το Πεδίο Αναχώρησης του Μ/Τ αναχωρούν τρία μονοπολικά καλώδια τύπου N2YSY 1x95 mm² που τροφοδοτούν αντίστοιχα το πρωτεύον του Μ/Τ 20 kV/ 0.4 kV, 1,000 kVA

7.3 Αυτόματος Διακόπτης Διασύνδεσης

Ο Αυτόματος Διακόπτης Διασύνδεσης (ΑΔΔ) HD4 έχει τοποθετηθεί στον κλάδο παραγωγής και αποσυνδέει τον κλάδο παραγωγής του Φ/Β από το Δίκτυο σε καταστάσεις διαταραχών για την αποφυγή ακούσιας νησιδοποίησης. Έχει εγκατασταθεί στην πλευρά ΜΤ όπως φαίνεται στο Μονογραμμικό σχέδιο του Υ/Τ.

Χρησιμοποιεί το όργανο δευτερογενούς προστασίας Easyergy PU30 της Schneider Electric . Σε περίπτωση διαταραχής τάσεων ρεύματος, συχνότητας, αυξημένης θερμοκρασίας Μ/Τ και παρουσίας αερίων καύσης λαδιού, το όργανο δευτερογενούς προστασίας Easyergy PU30 επενεργεί στον HD4 αποσυνδέοντας τον Μ/Τα από το δίκτυο.

Το όργανο δευτερογενούς προστασίας Easyergy PU30 ενσωματώνει τις ακόλουθες προστασίες:

- προστασία υπερεντάσεως
- προστασία ορίων τάσης (υπέρταση, υπόταση)
- προστασία ορίων συχνότητας (υπερσυχνότητα, υποσυχνότητα) και
- προστασία ομοπολικής συνιστώσας τάσης.

Οι τιμές ρύθμισης και οι χρόνοι ενεργοποίησης της προστασίας απόζευξης θα καθοριστούν από τον ΔΕΔΔΗΕ. Οι τυπικές τιμές είναι:

Παράμετρος	Τιμές ορίων	Διάρκεια trip (msec)
Κάτω όριο τάσης	0.92 Un	2000
Άνω όριο τάσης	1.08 Un	2000
Κάτω όριο τάσης	0.75 Un	500

Άνω όριο τάσης	1.12 Un	500
Κάτω συχνότητας	49.50 Hz	1000
Άνω συχνότητας	50.50 Hz	1000
Ομοπολική συνιστώσα τάσης	0.15 Un	1000
Προστ. Υπερέντασης	1.20 In	1000
Προστ. Υπερέντασης	2.50 In	500
Προστ. Υπερέντασης	5.50 In	500

7.4 Μετασχηματιστής

Υπάρχει ένας (1) Μ/Σ ελαίου 20 kV/0.4 kV, 50 Hz, ισχύος 1,000 kVA, ECO DESIGN, της ABB. Ο Μ/Σ είναι εγκατεστημένος σε ιδιαίτερο χώρο με ιδιαίτερη πόρτα εισόδου. Η συνδεσμολογία των Μ/Σ είναι Dyn5 και η τάση βραχυκύκλωσης είναι 4% στους 75°C με ανοχή 10%.

Ο Μ/Σ περιλαμβάνει τα ακόλουθα παρελκόμενα:

- Πορσελάνινοι διαπεραστήρες στη Χ.Τ
- Βυσματικοί διαπεραστήρες στην Υ.Τ
- DMCR relay. Όργανο που περιλαμβάνει θερμομέτρο με επαφές συναγερού και απόζευξης, επαφή υπερπίεσης, ένδειξη χαμηλής στάθμης ελαίου με επαφή.
- Βαλβίδα δειγματοληψίας και αποστράγγισης λαδιού
- Ρόδες
- Ενδεικτική πινακίδα

Από το δευτερεύον του κάθε Μ/Σ τροφοδοτείται ο ΓΠ-ΧΤ με καλώδια XLPE 2x240 mm²/120 mm².

Παράμετρος	Τιμή
Μοντέλο	ECO DESING
Ονομαστική ισχύς	1,000 kVA
Συνδεσμολογία τυλιγμάτων	Dyn5
Ονομαστική τάση πρωτεύοντος	20 kV
Ονομαστική τάση δευτερεύοντος	0.8 kV
Τάση βραχυκυκλώσεως	4%

7.5 Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης (ΓΠ-ΧΤ)

Ο ΓΠ-ΧΤ είναι μεταλλικός με πόρτες και όλα τα πεδία είναι επισκέψιμα. Ο ΓΠ-ΧΤ τροφοδοτείται από το δευτερεύον του Μ/Σ με καλώδια XLPE 3x240 mm²/120 mm². Στην άφιξη του ΓΠ-ΧΤ υπάρχουν απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων τύπου T1 και T2 και στη συνέχεια ο αντίστοιχος αυτόματος διακόπτης αέρα 3 x 1600A με προστασία σε υπερένταση και βραχυκύκλωμα με ηλεκτροκινητήρα συρόμενου τύπου. Μετά τον διακόπτη Μ/Σ υπάρχει μονάδα μετρήσεων τάσεων, ρευμάτων φάσεων και συντελεστή ισχύος.

Ο μετασχηματιστής μετά από τον αυτόματο διακόπτη τροφοδοτεί ανεξάρτητους ζυγούς χαμηλής τάσης (βαμμένες μπάρες χαλκού διαστάσεων 120 x 10 mm). Από τον ζυγό ΧΤ του πίνακα ΓΠ-ΧΤ ξεκινούν οι γραμμές προς τους αντιστροφείς ισχύος και τις ιδιοκαταναλώσεις. Η γραμμή για κάθε αντιστροφή έχει απαγωγό κρουστικών υπερτάσεων, τριπολικό διακόπτη 3 x 200 A.

Από τον πίνακα ΓΠ-ΧΤ τροφοδοτείται ο ιδιαίτερος πίνακας ιδιοκαταναλώσεων. Οι ιδιοκαταναλώσεις του σταθμού είναι προστατεύονται από ασφάλεια 40 A και διακόπτη διαφυγής έντασης με ρεύμα διαρροής 30 mA.

7.6 Δοκιμές

Ο Υποσταθμός Μ.Τ θα πρέπει να υποβληθεί στις ακόλουθες δοκιμές πριν την παράδοση:

1. Σύνολο κατασκευής (οικίσκος) IEC 62271-202:2014:

- ❖ Διηλεκτρική αντοχή στο τμήμα της μέσης τάσης
- ❖ Δοκιμή στα βοηθητικά κυκλώματα του οικίσκου (ανεμιστήρες, trip διακοπών, φωτισμός κ.α.)
- ❖ Δοκιμή λειτουργίας του οικίσκου
- ❖ Επιβεβαίωση της καλής σύνδεσης του εξοπλισμού
- ❖ Δοκιμή μετά από την συναρμολόγηση όλων των επιμέρους εξαρτημάτων

2. Πίνακας Μέσης Τάσης IEC 62271-200

- ❖ Οπτικός Έλεγχος
- ❖ Έλεγχος Μηχανικής λειτουργίας
- ❖ Έλεγχος μανδαλώσεων
- ❖ Έλεγχος γειώσεων
- ❖ Έλεγχος λειτουργίας ενδεικτικών λυχνιών
- ❖ Δοκιμή διηλεκτρικής αντοχής 50kV βιομηχανικής συχνότητας 50HZ, 1min

3. Μετασηματιστής IEC 60076-1

- ❖ Μέτρηση αντίστασης
- ❖ Μέτρηση αντίστασης μόνωσης
- ❖ Δοκιμή Υπέρτασης

4. Πίνακας Χαμηλής Τάσης IEC 61439-1

- ❖ Δοκιμή ως προς Γή
- ❖ Δοκιμή Μόνωσης
- ❖ Δοκιμή Διηλεκτρικής Αντοχής
- ❖ Έλεγχος καλωδιώσεων
- ❖ Δοκιμή ηλεκτρικών πνευματικών και υδραυλικών βοηθητικών συσκευών
- ❖ Δοκιμή διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος