

ΔΗΜΟΣ ΣΚΥΔΡΑΣ

ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ ΣΚΥΔΡΑΣ (ΔΕΥΑΣ)

ΤΙΤΛΟΣ ΠΡΑΞΗΣ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΔΕΥΑ ΣΚΥΔΡΑΣ»

**ΥΠΟΕΡΓΟ 2: «Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
(Α.Π.Ε.) για την βελτίωση ενεργειακής αυτονομίας στις
υποδομές της ΔΕΥΑ Σκύδρας»**

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ-ΕΚΘΕΣΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ

Περιεχόμενα

1. Σκοπός - Γενικά στοιχεία Φ/Β Σταθμών.....	4
2. Ωριμότητα Έργου	6
3. Περιγραφή θέσεων εγκατάστασης	7
3.1. Στοιχεία θέσεων εγκατάστασης.....	7
3.2. Μετεωρολογικές Συνθήκες.....	9
4. Τεχνοοικονομική μελέτη εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού	16
4.1. Καταναλώσεις ΔΕΥΑΣ	16
4.2. Επιλογή Ισχύος Φ/Β Σταθμών.....	19
4.3. Παραγωγή ενέργειας Φ/Β Σταθμών	19
4.4. Οικονομικό όφελος συμψηφισμού	21
5. Βασικές αρχές σχεδιασμού Φ/Β Σταθμών	24
6. Φωτοβολταϊκά πλαίσια.....	25
7. Βάσεις στήριξης	27
8. Αντιστροφείς ισχύος	27
9. Καλωδιώσεις - Πίνακες Ελέγχου και Προστασίας AC/DC	29
9.1. Πίνακες ελέγχου και προστασίας Συνεχούς Ρεύματος (DC).....	29
9.2. Καλωδιώσεις DC	29
9.3. Σύνδεσμοι (Connectors) Φ/Β πλαισίων – strings.....	30
9.4. Πίνακες ελέγχου και προστασίας εναλλασσόμενου ρεύματος Χαμηλής Τάσης (AC).....	30
9.5. Δίκτυο διανομής εναλλασσόμενου ρεύματος Χαμηλής Τάσης (AC).....	30
9.6. Καλωδιώσεις Μέσης Τάσης (MT)	31
9.7. Καλωδιώσεις συστήματος επικοινωνίας	31
9.8. Διαστασιολόγηση καλωδίων	31
10. Αντικεραυνική προστασία, προστασία από υπερτάσεις, γειώσεις, γενική σχεδίαση	31
11. Υποσταθμοί 1.000 kVA.....	32
11.1. Πίνακας Μέσης Τάσης	32
11.2. Πίνακας Χαμηλής Τάσης	34
11.3. Μετασχηματιστής Υποσταθμού 1.000kVA, 20/0,4KV	34
12. Οικίσκοι ελέγχου Φ/Β Σταθμών.....	35
13. Σύστημα παρακολούθησης, εποπτείας, ελέγχου & συλλογής δεδομένων Φ/Β παραγωγής ..	35
13.1. Σύστημα καταγραφής απόδοσης και λειτουργίας αντιστροφέων	35
13.2. Μετεωρολογικοί σταθμοί.....	36
14. Σύστημα CCTV και σύστημα συναγερμού	36

15.	Περίφραξη χώρων εγκατάστασης.....	36
16.	Καλή Λειτουργία Φ/Β Σταθμών	37
16.1.	Λειτουργία Φ/Β σταθμών	37
16.2.	Έλεγχοι καλής λειτουργίας Φ/Β Σταθμών.....	38
16.2.1	<i>Προληπτικοί έλεγχοι</i>	39
16.2.2	<i>Εργασίες επισκευής βλαβών εκτός προγραμματισμένων ελέγχων</i>	47
16.3.	Εργασίες επισκευής βλαβών εκτός προγραμματισμένων ελέγχων.....	50
	Παράρτημα Α – Παραγωγή Φ/Β σταθμών βάσει PVGIS	51

1. Σκοπός - Γενικά στοιχεία Φ/Β Σταθμών

Η παρούσα τεχνική περιγραφή έχει συνταχθεί στο πλαίσιο της ανάπτυξης δύο Φωτοβολταϊκών Σταθμών ισχύος εκάστου 999,53 kWp από την ΔΕΥΑΣ, εντός γεωτεμαχίου της Δημοτικής ενότητας Μενηίδος του Δήμου Σκύδρας και εντός γεωτεμαχίου της Δημοτικής ενότητας Σκύδρας του Δήμου Σκύδρας, με σκοπό τον εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό των καταναλώσεων της.

Τα κύρια στοιχεία του έργου είναι τα εξής:

Έργο	Φωτοβολταϊκοί Σταθμοί επί εδάφους
Ισχύς	2x999,53=1.999,06 kW
Κατηγορία σταθμού	Εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός
Θέσεις σταθμών	Α.Τ. 874α ΑΓΡΟΚΤΗΜΑ ΑΝΥΔΡΟΥ, Δ.Ε. ΜΕΝΗΙΔΟΣ, ΔΗΜΟΥ ΣΚΥΔΡΑΣ, Π.Ε. ΠΕΛΛΑΣ, ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ Α.Τ. 672 ΑΓΡΟΚΤΗΜΑ ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙΟΥ, Δ.Ε. ΣΚΥΔΡΑΣ, ΔΗΜΟΥ ΣΚΥΔΡΑΣ, Π.Ε. ΠΕΛΛΑΣ, ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
Εμβαδόν γεωτεμαχίων εγκατάστασης	18.528 μ ² 17.230 μ ²
Ονοματεπώνυμο Ιδιοκτήτη - Παραγωγού	Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Σκύδρας (ΔΕΥΑΣ)

Σκοπός του έργου είναι ο εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός των ηλεκτρικών καταναλώσεων της ΔΕΥΑΣ, όπως ορίζεται στην ΥΑΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ.175067 (ΦΕΚ Β' 1547/5-5-2017) και ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/15084/382. Η διάρκεια σύμβασης εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού είναι 25ετής. Η μέγιστη ισχύς του φωτοβολταϊκού συστήματος που μπορεί να εγκατασταθεί ανά σύνδεση δεν μπορεί να υπερβαίνει το όριο του 1000 kWp.

Ο κάθε Φ/Β Σταθμός θα αποτελείται από τα παρακάτω βασικά μέρη:

- Σύστημα στήριξης
- Φ/Β πλαίσια
- Αντιστροφείς ισχύος DC/AC στοιχειοσειράς (string inverters)
- Καλωδιώσεις DC και AC Χαμηλής και Μέσης Τάσης
- Οικίσκο Υ/Σ - Μετασχηματιστή
- Ηλεκτρολογικό υλικό - Πίνακες AC Χαμηλής και Μέσης Τάσης
- Σύστημα γείωσης – αντικεραυνικής προστασίας
- Σύστημα ελέγχου και μετρήσεων
- Σύστημα ασφαλείας (CCTV και συναγερμός)
- Περίφραξη χώρου εγκατάστασης

Η τελική διαστασιολόγηση της κάθε Φ/Β μονάδας θα γίνει πριν τις εργασίες εγκατάστασης λαμβάνοντας υπόψιν παραμέτρους κόστους και διαθεσιμότητας εξοπλισμού με βάση την προσφορά και τις μελέτες εφαρμογής του Αναδόχου.

Το κάθε αγροτεμάχιο στο οποίο θα τοποθετηθεί το κάθε φωτοβολταϊκό σύστημα, θα προστατευθεί με την χρήση περίφραξης ύψους 2,5 μέτρων.

Τα χαντάκια όδευσης καλωδίων θα έχουν διαστάσεις και χαρακτηριστικά σύμφωνα με τους κανόνες και την πιστοποίηση που προβλέπονται για έργα Φ/Β εγκαταστάσεων. Επίσης, για την διαστρωμάτωση των επιχώσεων και τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για την ταφή των καλωδίων, θα ακολουθούνται οι ειδικές προδιαγραφές των κατασκευαστών.

Η όλη ηλεκτρολογική εγκατάσταση θα συμμορφώνεται με τον ισχύοντα Κανονισμό Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων και το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384. Επίσης θα πληροί τις απαιτήσεις των διεθνών προτύπων IEC 6063-7-12 και IEC 61727. Αντίστοιχα κάθε τμήμα των Φ/Β σταθμών θα πληροί τις σχετικές προδιαγραφές και πρότυπα που αναφέρονται στις ακόλουθες παραγράφους.

2. Ωριμότητα Έργου

Η κλιματική αλλαγή θεωρείται ένα πολύ σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα που αφορά το σύνολο του πλανήτη. Η κύρια αιτία του προβλήματος είναι οι αυξανόμενες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, μεταξύ των οποίων σημαντικότερο είναι το διοξείδιο του άνθρακα που προκύπτει κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων. Ο αναπτυξιακός σχεδιασμός των Δήμων αλλά και των οργανισμών τους όπως είναι οι ΔΕΥΑ οφείλουν να είναι πλήρως εναρμονισμένοι με τους στόχους και τις δεσμεύσεις που έχει αναλάβει η Ελλάδα ως κράτος μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το ενεργειακό λειτουργικό κόστος της ΔΕΥΑΣ περιορίζει την επιχείρηση από την ανάπτυξη άλλων δράσεων που βελτιώνουν την υπηρεσία της προς του πολίτες.

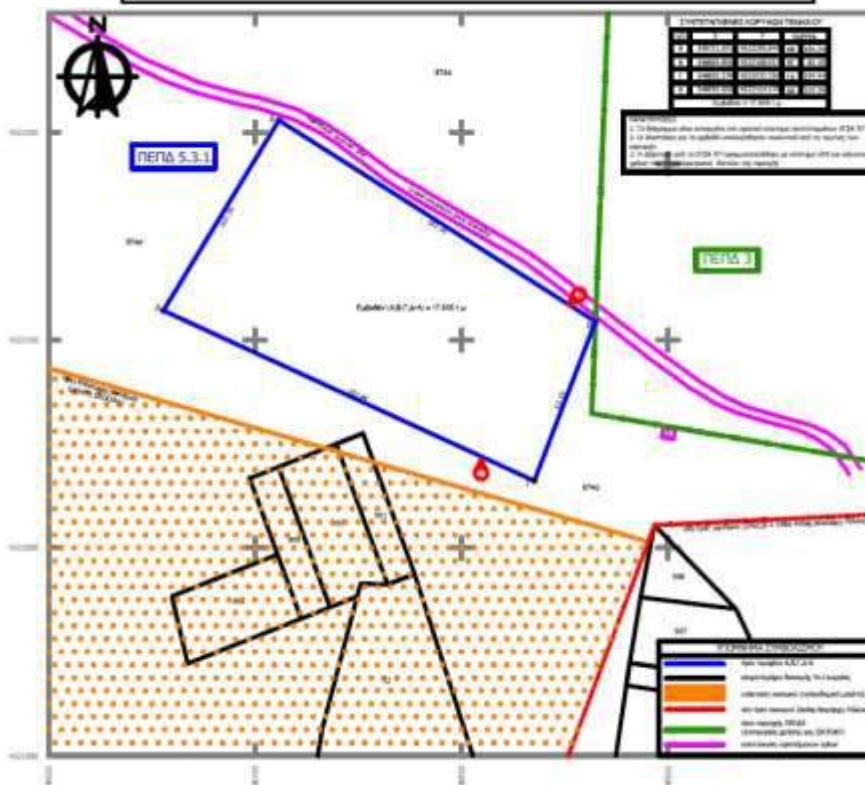
Για την ωρίμανση της αδειοδοτικής διαδικασίας του έργου έχουν αποσταλεί αιτήματα για γνωμοδοτήσεις και εγκριτικές αποφάσεις σε Αρχαιολογία, Πολεοδομία, την Υπηρεσία Νεοτέρων Μνημείων καθώς και για τον χαρακτηρισμό γης υψηλής παραγωγικότητας από την Διεύθυνση Αγροτικής Οικονομίας και Κτηνιατρικής και απαλλαγή από περιβαλλοντική αδειοδότηση από την Διεύθυνση Περιβάλλοντος & Χωρικού Σχεδιασμού της οικείας Περιφέρειας. Η ωριμότητα του έργου κρίνεται επαρκής για την περαιτέρω ανάπτυξή του.

3. Περιγραφή θέσεων εγκατάστασης

3.1. Στοιχεία θέσεων εγκατάστασης

Το έργο του φωτοβολταϊκού σταθμού 999,53kW στη θέση ΑΝΥΔΡΟ θα κατασκευαστεί σε γεωτεμάχιο επιφάνειας 18.528 μ², σύμφωνα με τα σχέδια κλίμακας 1/50.000 (απόσπασμα χάρτη ΓΥΣ 1/50.000) & 1/750 (απόσπασμα κτηματολογίου). Οι συντεταγμένες του πολυγώνου εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα:

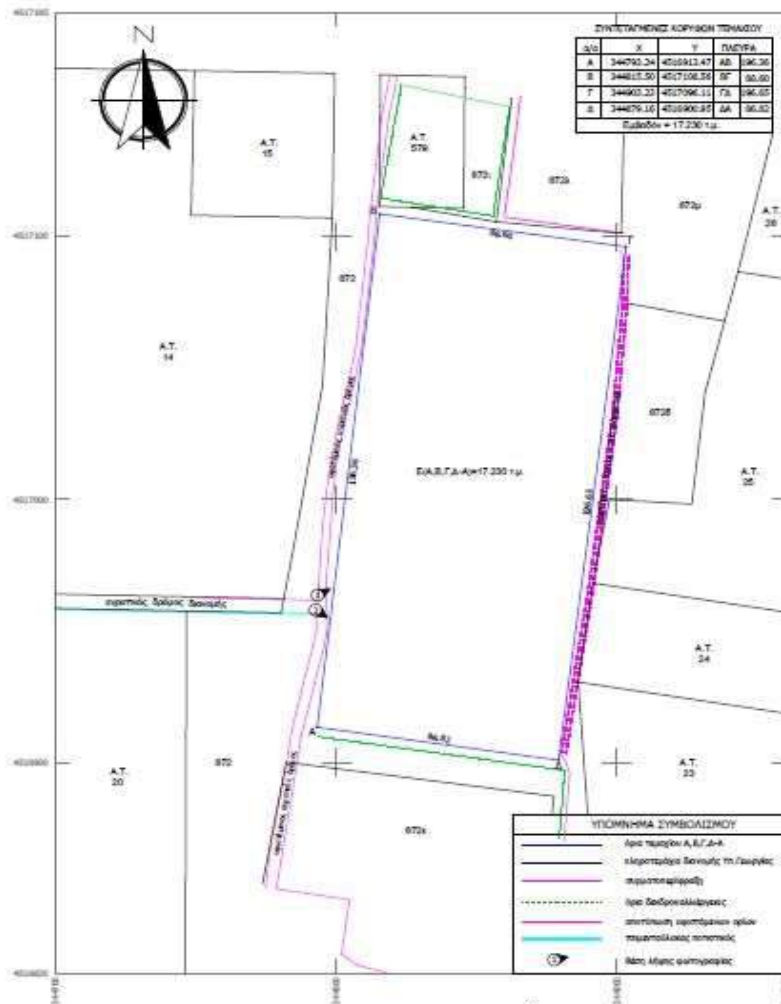
α/α	X	Y	ΠΛΕΥΡΑ	
A	348712.9	4522207.99	A-B	19.75
B	348730.99	4522200.04	B-Γ	48.13
Γ	348770.13	4522172.04	Γ-Δ	69.12
Δ	348829.99	4522137.48	Δ-E	43.63
E	348864.95	4522111.38	E-Z	84.53
Z	348835.28	4522032.23	Z-H	197.44
H	348655.65	4522114.18	H-A	109.91
Εμβαδόν = 18.528 τ.μ.				



Τοπογραφικό διάγραμμα του σημείου εγκατάστασης

Το έργο του φωτοβολταϊκού σταθμού 999,53 kW στη θέση ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙ θα κατασκευαστεί σε γεωτεμάχιο επιφάνειας 17.230 μ², σύμφωνα με τα σχέδια κλίμακας 1/50.000 (απόσπασμα χάρτη ΓΥΣ 1/50.000) & 1/750 (απόσπασμα κτηματολογίου). Οι συντεταγμένες του πολυγώνου εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα:

α/α	X	Y	ΠΛΕΥΡΑ
A	344793.24	4516913.47	ΑΒ 196.36
B	344815.50	4517108.56	ΒΓ 88.60
Γ	344903.23	4517096.11	ΓΔ 196.65
Δ	344879.16	4516900.95	ΔΑ 86.82
Εμβαδόν = 17.230 τ.μ.			



Τοπογραφικό διάγραμμα του σημείου εγκατάστασης

3.2. Μετεωρολογικές Συνθήκες

Τα κλιματολογικά στοιχεία λαμβάνονται υπόψη, έτσι ώστε να διασφαλιστεί η ακριβέστερη εκτίμηση αναφορικά με την απόδοση του κάθε έργου και ένα επαρκές επίπεδο ασφάλειας και αξιοπιστίας.

Βασικοί παράγοντες επίδρασης στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τα Φ/Β πλαίσια είναι:

- Θερμοκρασία περιβάλλοντος
- Ηλιακή ακτινοβολία / ισοδύναμες ημέρες ηλιοφάνειας (ισοδύναμο μέγεθος)
- Ταχύτητα του αέρα
- Βροχόπτωση
- Albedo (η ανακλώμενη προς την προσπίπτουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία)

Προκειμένου να εξεταστεί η βιωσιμότητα των έργων εξετάστηκαν δυο διαφορετικές πηγές μετεωρολογικών δεδομένων:

α) Μηνιαία δεδομένα από METEONORM

Δεδομένα Meteonorm

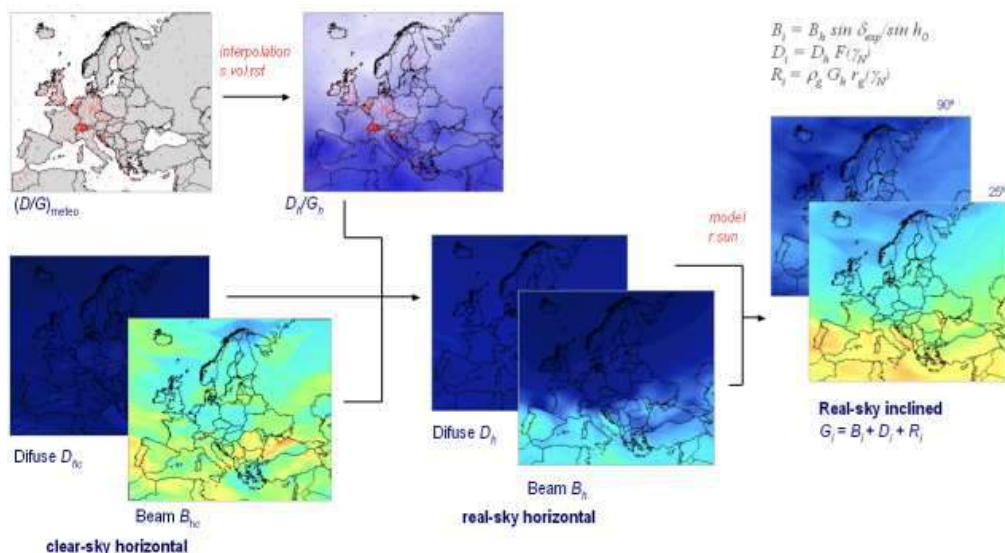
Values	GlobH	DiffH	Temp	Wind Vel
Month	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	m/s
January	52.8	31.1	3.9	1.90
February	71.0	41.0	5.3	2.19
March	109.1	53.0	9.8	2.09
April	144.4	77.8	13.9	1.60
May	189.9	87.4	20.0	1.70
June	212.5	83.6	24.8	2.10
July	222.7	78.4	27.6	2.19
August	195.2	76.0	26.9	2.00
September	143.2	59.9	20.7	1.80
October	93.6	45.5	16.1	1.39
November	60.9	31.8	10.2	1.69
December	48.8	26.7	5.5	1.79
Year	1544.2	692.1	15.4	1.87

β) Μηνιαία δεδομένα από PVGIS

Για την εκτίμηση του ηλιακού δυναμικού της περιοχής χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων του PVGIS (<https://re.jrc.ec.europa.eu>) για τη συγκεκριμένη θέση εγκατάστασης του σταθμού. Τα συγκεκριμένα δεδομένα, τα οποία προκύπτουν από ανάλυση σε βάθος εικοσαετίας, χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλές εφαρμογές ηλιακών συστημάτων και θεωρούνται πολύ αξιόπιστα.

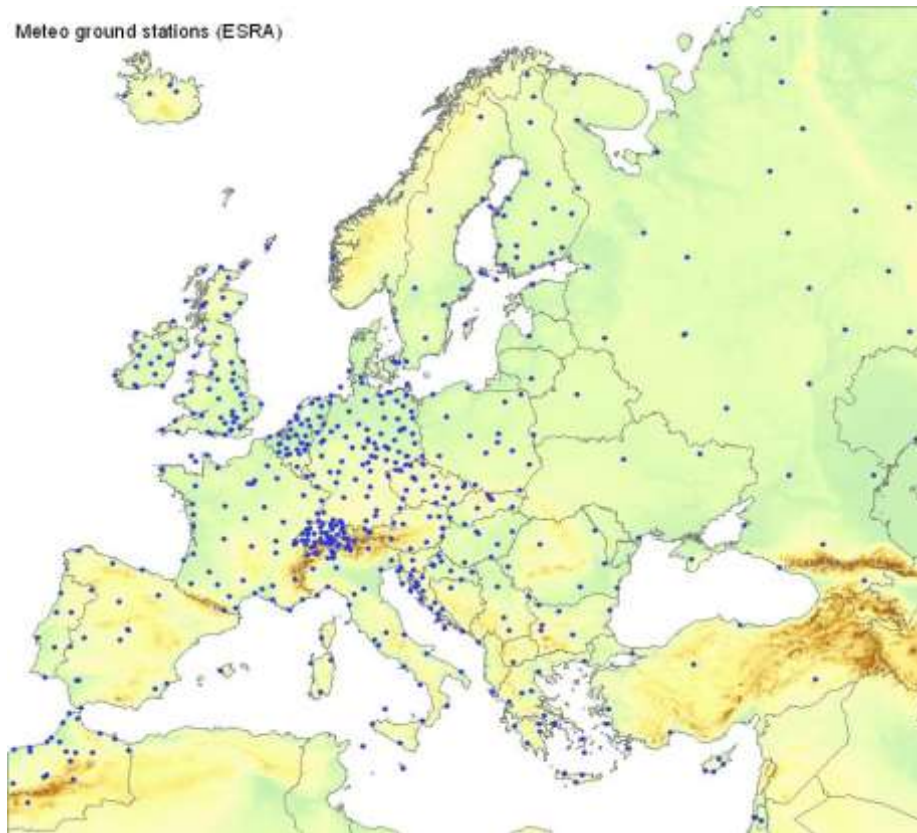
Η βάση δεδομένων του PVGIS για την ηλιακή ακτινοβολία, στηρίζεται στο GRASS, (Geographic Resources Analysis Support System), το οποίο είναι ένα διανυσματικό μοντέλο επεξεργασίας εικόνων και δεδομένων, που αποτελείται από 350 υπολογιστικά εργαλεία. Το GRASS επιτυγχάνει την ακριβή επεξεργασία δεδομένων, την παραγωγή χαρτών, τη μοντελοποίηση δεδομένων σε 2 και 3 διαστάσεις. Το PVGIS με τη χρήση του GRASS πραγματοποιεί τον υπολογισμό της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντια θέση υπό καθαρό ουρανό, δημιουργεί τους χάρτες της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας, υπολογίζει τις σκιάσεις και τα εμπόδια, και τέλος παράγει τους χάρτες με την ακτινοβολία στη βέλτιστη κλίση φωτοβολταϊκών πλαισίων.

Σε ότι αφορά τους χάρτες, αυτοί επιδεικνύουν μια μεταβλητότητα στην ένταση της ακτινοβολίας ακόμα και σε μικρές περιοχές. Αυτό τους προσδίδει το χαρακτηριστικό της υψηλής ακρίβειας και πιστότητας. Στην εικόνα 6.1 που ακολουθεί περιγράφεται η διαδικασία κατά βήματα για την παραγωγή του χάρτη ηλιακής ακτινοβολίας σε πλαίσια υπό βέλτιστη κλίση.



Διαδικασία παραγωγή του χάρτη ηλιακής ακτινοβολίας σε πλαίσια υπό βέλτιστη κλίση

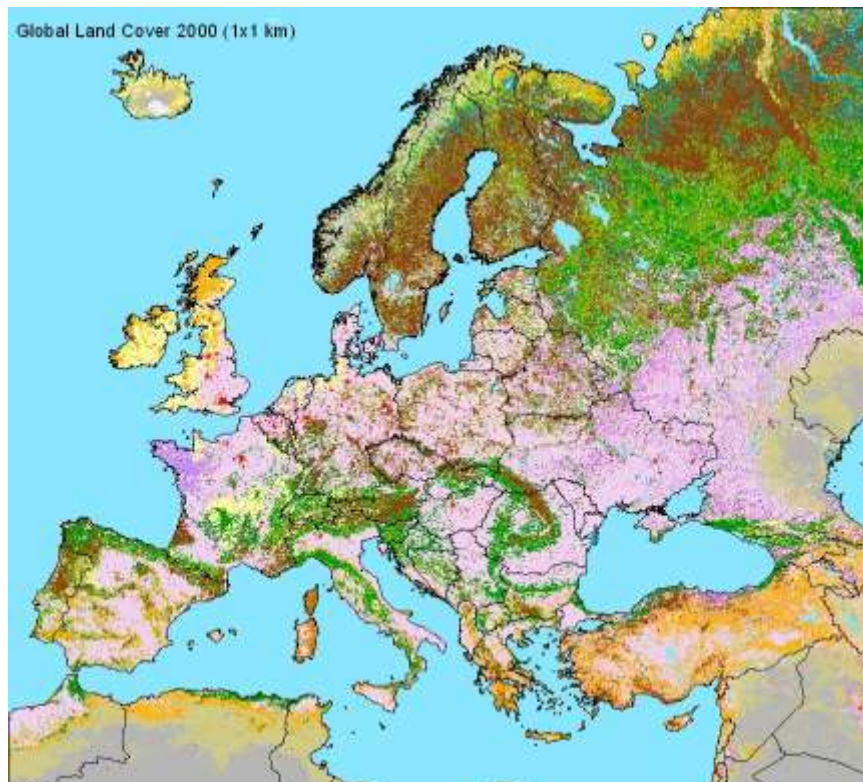
Παρακάτω παρατίθενται οι χάρτες (Εικόνες Α.2 έως Α.4) που απεικονίζουν τα τρία διαφορετικά επίπεδα πληροφοριών που διατίθενται μέσω της βάσης δεδομένων του PVGIS.



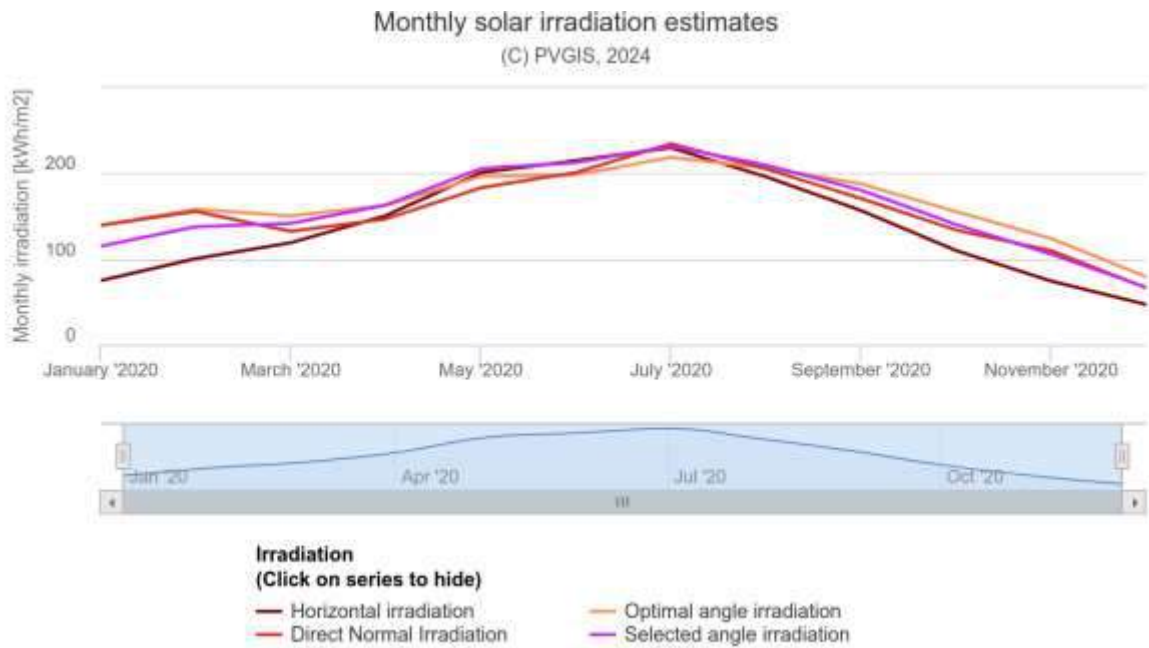
Μηνιαίος μέσος όρος συνολικών ημερησίων αλλά και απολεσθέντων ποσών ακτινοβολίας, υπολογισμένα μέσα από 566 μετεωρολογικούς σταθμούς εγκατεστημένους ανά την Ευρώπη. Τα δεδομένα αυτά συλλέχθηκαν κατά τη δημιουργία του Ευρωπαϊκού Ηλιακού Χάρτη (ESRA)



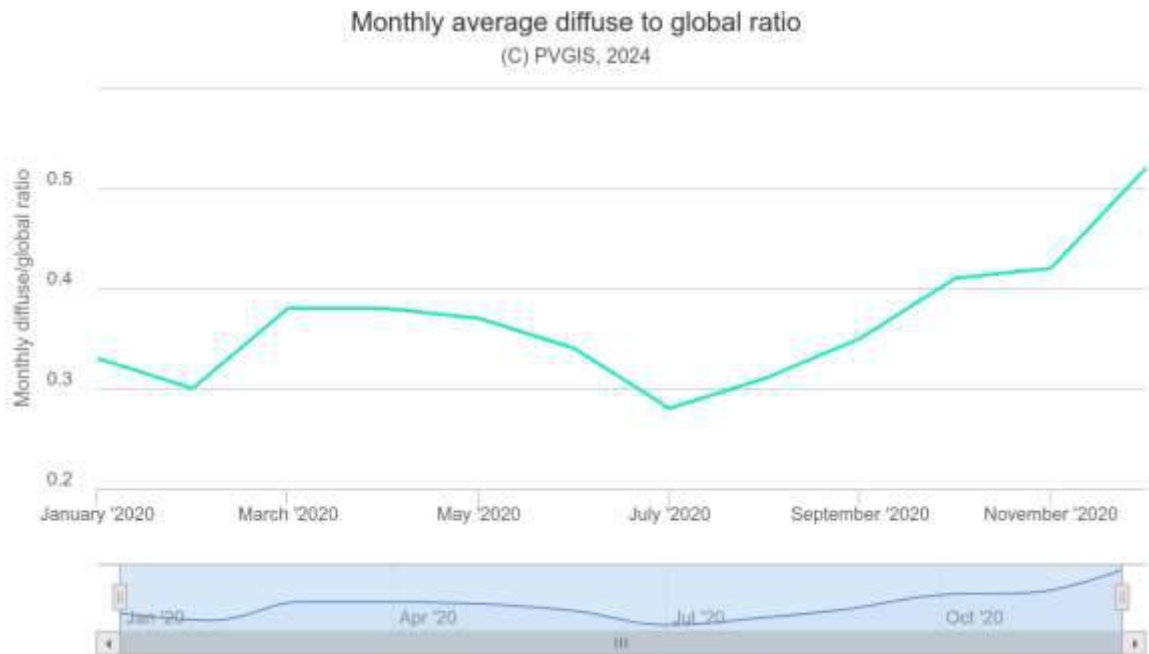
*Ψηφιακό μοντέλο εδάφους με ισοψείς ανάλυσης 1*1 km όπως δημιουργήθηκε από τη Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού των ΗΠΑ με τη συμμετοχή της NASA.*



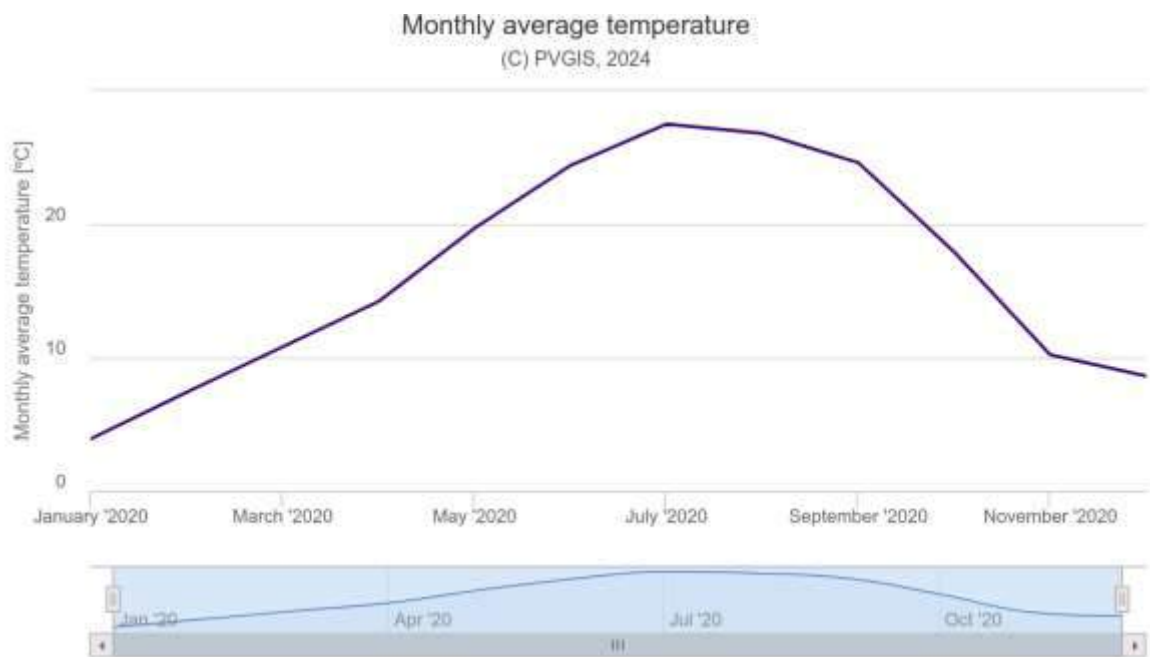
*Πραγματική απεικόνιση χρήσεων Γης με πραγματική ανάλυση 1*1km*



Ηλιακή Ακτινοβολία στα Φωτοβολταϊκά Πλαίσια με βέλτιστη κλίση αλλά και σε οριζόντια κατανομή κατά τη διάρκεια του έτους αναφοράς 2020.

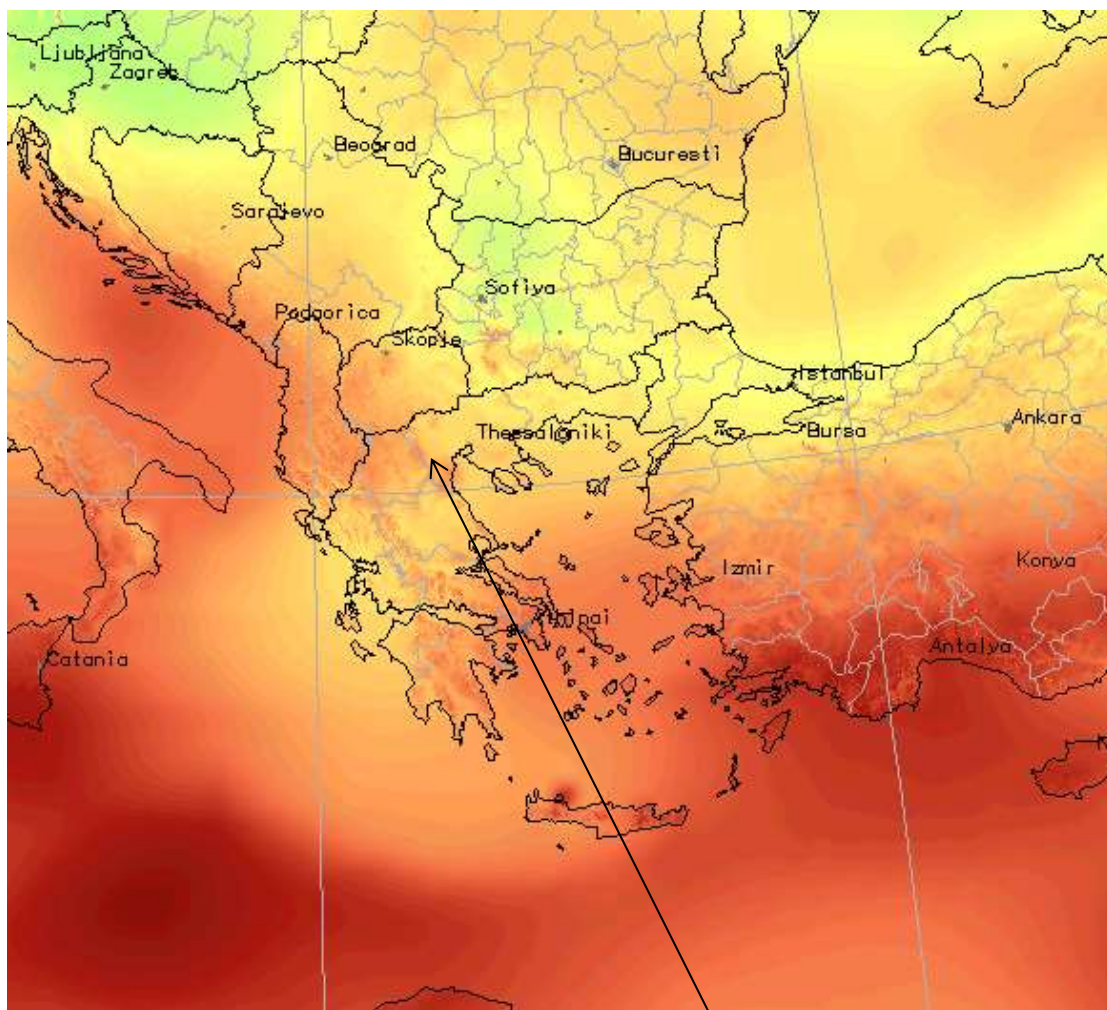


Λόγος διάχυτης προς προσπίπτουσα ακτινοβολία στη διάρκεια του έτους αναφοράς 2020



Μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος στη διάρκεια του έτους αναφοράς 2020

Ακολουθως παρουσιάζεται ο ενεργειακός χάρτης που αφορά την επικράτεια της Ελλάδας, στον οποίο είναι ευκρινής η σημαντική ηλιακή ακτινοβολία στη θέση του προτεινόμενου έργου, το οποίο χωροθετείται στην περιοχή του χωροθέτησης, περιοχή με το πλέον πλούσιο ηλιακό δυναμικό στην Ελλάδα.



Ενεργειακός χάρτης Ελλάδας

Θέση Φ/Β Σταθμού

Δεδομένα PVGIS

Values	GlobH	DiffH	Temp	Wind Vel
Month	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	m/s
January	74.78	24.7	3.9	0.97
February	100.29	30.1	7.4	1.17
March	118.92	45.2	10.8	1.21
April	150.54	57.2	14.2	1.50
May	200.89	74.3	19.7	1.43
June	214.73	73.0	24.4	1.17
July	229.83	64.4	27.5	1.09
August	195.96	60.7	26.8	1.19
September	156.53	54.8	24.6	1.39
October	109.73	45.0	17.9	1.19
November	74.09	31.1	10.2	0.87
December	46.67	24.3	8.6	0.71
Year	1673.0	612.0	16.3	1.16

Για την ενεργειακή προσομοίωση μέσω λογισμικού (στη συγκεκριμένη περίπτωση PVsyst) χρησιμοποιήθηκαν τα δυσμενέστερα μετεωρολογικά δεδομένα, ήτοι αυτά της βάσης METEONORM.

4. Τεχνοοικονομική μελέτη εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού

4.1. Καταναλώσεις ΔΕΥΑΣ

Η ΔΕΥΑΣ έχει στην ιδιοκτησία της συνολικά 36 παροχές ηλεκτρικού ρεύματος. Η κατανάλωση ανήλθε σε περίπου 3.000.000 kWh το 2020. Από τις παραπάνω παροχές οι 36 όλες αφορούν Χαμηλή Τάση.

4.1.1 **Φ/Β Σταθμός Ανύδρου**: Ο συγκεκριμένος Φ/Β σταθμός στο αγρόκτημα του Ανύδρου του Δήμου Σκύδρας θα καλύψει 19 παροχές/καταναλώσεις Χαμηλής Τάσης με συνολική κατανάλωση 1.506.970 kWh το 2020. Η κατανάλωση του 2020 χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς για την διαστασιολόγηση του συστήματος και δεν επαναλαμβάνεται. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει αναλυτικά τις ετήσιες καταναλώσεις των 19 αυτών παροχών.

A/A	Επίπεδο Τάσης (ΧΤ/ΜΤ)	Προμηθευτής	ΣΙ (kVA)	Κατανάλωση 2020 (kWh)
1	ΧΤ	ΔΕΗ	135	373800
2	ΧΤ		55	180488
3	ΧΤ		85	144840
4	ΧΤ		85	127943
5	ΧΤ		85	111720
6	ΧΤ		85	108080
7	ΧΤ		55	107996
8	ΧΤ		85	75160
9	ΧΤ		35	65939
10	ΧΤ		55	58992
11	ΧΤ		35	41891
12	ΧΤ		35	35317
13	ΧΤ		35	32821
14	ΧΤ		25	30543
15	ΧΤ		85	10800
16	ΧΤ		85	640
17	ΧΤ		55	0
18	ΧΤ		55	0
19	ΧΤ		55	0
Σύνολο			1255	1.506.970

4.1.2 **Φ/Β Σταθμός Μαυροβούνι:** Ο συγκεκριμένος Φ/Β σταθμός στο αγρόκτημα του Μαυροβουνίου του Δήμου Σκύδρας θα καλύψει 17 παροχές/καταναλώσεις Χαμηλής Τάσης με συνολική κατανάλωση 1.495.974 kWh το 2020. Η κατανάλωση του 2020 χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς για την διαστασιολόγηση του συστήματος και δεν επαναλαμβάνεται. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει αναλυτικά τις ετήσιες καταναλώσεις των 17 αυτών παροχών.

A/A	Επίπεδο Τάσης (ΧΤ/ΜΤ)	Προμηθευτής	ΣΙ (kVA)	Κατανάλωση 2020 (kWh)
1	ΧΤ	ΔΕΗ	135	465840
2	ΧΤ		135	233120
3	ΧΤ		55	160949
4	ΧΤ		55	130919
5	ΧΤ		55	114875
6	ΧΤ		85	91920
7	ΧΤ		55	68397
8	ΧΤ		55	61411
9	ΧΤ		85	42879
10	ΧΤ		35	41753
11	ΧΤ		25	34689
12	ΧΤ		55	32132
13	ΧΤ		85	12600
14	ΧΤ		35	4407
15	ΧΤ		35	83
16	ΧΤ		25	0
17	ΧΤ		135	0
Σύνολο			1255	1.495.974

4.2. Επιλογή Ισχύος Φ/Β Σταθμών

Η τεχνικά ορθή διαστασιολόγηση του κάθε Φ/Β σταθμού πρέπει να γίνει με βάση τις καταναλώσεις της ΔΕΥΑΣ.

Έχοντας σαν έτος βάσης τις καταναλώσεις του 2020, ήτοι 1.506.970 και 1.495.974 kWh, θεωρείται ότι κάποια μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, όπως σύστημα τηλεμετρίας, αυτοματισμού και ελέγχου διαρροών, αλλαγή κινητήρων αντλιών κλπ., δύναται να μειώσουν την κατανάλωση. Ωστόσο, για την αποφυγή των έντονων διακυμάνσεων στις καταναλώσεις, αλλά και για την κάλυψη του συντελεστή απωλειών λόγω της εφαρμογής συμψηφισμού σε Χαμηλή Τάση, θα χρησιμοποιηθεί η κατανάλωση των **1.495.974 kWh** για την διαστασιολόγηση του κάθε σταθμού.

Στον εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό επιτρέπεται ο συμψηφισμός της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, με τη συνολική καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού, από τις οποίες τουλάχιστον η μία είτε δεν βρίσκεται στον ίδιο ή όμορο χώρο με το σταθμό Α.Π.Ε. είτε, αν βρίσκεται, τροφοδοτείται από διαφορετική παροχή, εντός της ίδιας περιφερειακής ενότητας.

Οι Φ/Β σταθμοί δεν συνδέονται κατά ανάγκη ηλεκτρικά με τις παροχές που συμψηφίζουν. Για τον λόγο αυτό **συμψηφίζονται μόνο οι ανταγωνιστικές χρεώσεις** των καταναλώσεων, καθώς δεν υπάρχει ταυτοχρονισμός. Ο εικονικός συμψηφισμός αποτελεί ιδανική λύση στις περιπτώσεις που δεν υπάρχουν διαθέσιμοι χώροι για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων κατευθείαν στην οροφή των κτιρίων, ενώ αντίθετα υπάρχουν κατάλληλα γεωτεμάχια στα οποία μπορούν να κατασκευαστούν Φ/Β σταθμοί μεγαλύτερης ισχύος, που μπορούν να συμψηφίσουν πλήθος καταναλώσεων.

Στην περίπτωση της ΔΕΥΑΣ μπορούν να συμψηφιστούν από κάθε Φ/Β σταθμό **1.495.974 kWh/έτος** για το επίπεδο Χαμηλής Τάσης. **Επιλέγεται τεχνολογία Φ/Β που θα καλύψει την κατανάλωση στο υψηλότερο ποσοστό της και θα επιφέρει την μεγαλύτερη εξοικονόμηση κόστους.**

4.3. Παραγωγή ενέργειας Φ/Β Σταθμών

Με χρήση των ελεύθερα προσβάσιμων βιβλιοθηκών του Γεωγραφικού Πληροφοριακού συστήματος για Φ/Β εφαρμογές (Photovoltaic Geographical Information System PVGIS) (http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP), για την κάθε θέση εγκατάστασης που αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 3 και υποθέτοντας τυπικές απώλειες 14% προκύπτει παραγωγή

ηλεκτρικής ενέργειας **1.333.110 kWh/έτος**. Η θεωρητική αυτή παραγωγή αντιστοιχεί στο 89% της κατανάλωσης της ΔΕΥΑΣ.

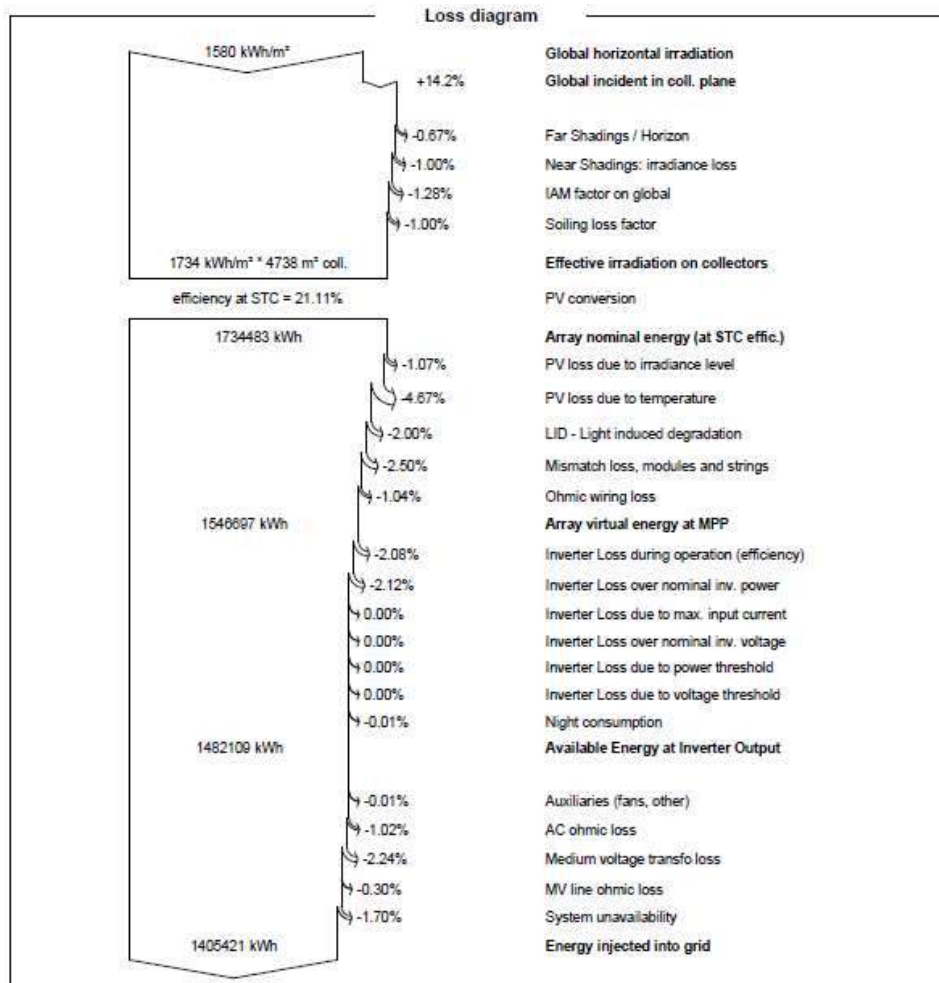
Για καλύτερη αξιολόγηση της επένδυσης χρησιμοποιείται και προσομοίωση της παραγωγής με έγκριτο λογισμικό (PVsyst), λαμβάνοντας υπόψη τις δυσμενέστερες μετεωρολογικές συνθήκες της περιοχής με βάση το Κεφάλαιο 3.2., εξοπλισμό εντός των προδιαγραφών που παρουσιάζονται στα επόμενα κεφάλαια και τις ακόλουθες απώλειες:

- Απώλειες λόγω σκιάσεων (near shadings) με ενδεικτική χωροθέτηση
- Απώλειες λόγω τεχνικών χαρακτηριστικών των Φ/Β πλαισίων (PV loss)
- Απώλειες λόγω επικαθήσεων στα Φ/Β πλαίσια (Soiling losses)
- Απωλειών λόγω διαφορών στα χαρακτηριστικά των Φ/Β Πλαισίων (Mismatch loss)
- Απώλειες λόγω του δικτύου καλωδίωσης DC (Ohmic wiring loss DC)
- Απώλειες λόγω του δικτύου AC XT & MT των καλωδίων (Ohmic wiring loss AC)
- Απώλειες λόγω περιορισμού έγχυσης
- Απώλειες λόγω απωλειών των Μ/Σ ανύψωσης της XT σε MT (External transform loss)
- Απώλειες λόγω ιδιοκαταναλώσεων των Φ/Β Σταθμών (Auxiliaries)
- Απώλειες λόγω μη διαθεσιμότητας (System unavailability)

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα και διάγραμμα ροής της ενέργειας:

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	75.8	24.69	5.90	116.5	110.5	103747	97962	0.842
February	66.6	29.64	5.20	89.3	84.9	79559	74996	0.839
March	86.9	47.09	8.11	99.4	95.1	85834	80789	0.814
April	138.1	57.97	14.49	148.5	143.1	124763	117627	0.792
May	177.9	71.61	20.27	181.7	175.1	149330	140930	0.776
June	218.3	70.45	25.72	215.9	208.9	175859	165968	0.769
July	244.2	62.19	30.19	248.1	240.7	198762	176207	0.711
August	197.5	60.92	27.60	212.4	205.7	172782	154633	0.728
September	144.0	50.78	19.84	167.3	161.5	140051	132113	0.790
October	109.4	42.54	16.51	141.9	136.2	122424	115598	0.815
November	74.1	30.90	10.68	106.6	101.4	94157	89019	0.836
December	51.3	24.40	3.38	76.7	70.8	67304	59680	0.778
Year	1580.0	573.18	15.72	1804.2	1734.1	1514571	1405421	0.779

Αποτελέσματα προσομοίωσης λογισμικού PVsyst με νέα χωροθέτηση και εξοπλισμό



Διάγραμμα απωλειών με την νέα χωροθέτηση

Παρατηρείται ότι με την χρήση του σύγχρονου εξοπλισμού η ετήσια παραγόμενη ενέργεια από κάθε σταθμό αυξάνεται σε σχέση με τον προηγούμενο σχεδιασμό φτάνοντας μία παραγωγή 1.405.421 kWh/έτος από 1.331.300 kWh/έτος. Η αύξηση αυτή οφείλεται αφενός στην υψηλότερη απόδοση των φωτοβολταϊκών πλαισίων αλλά και στην μείωση του απαιτούμενου χώρου εγκατάστασης με αποτέλεσμα να υπάρχει δυνατότητα αύξησης των αποστάσεων των φωτοβολταϊκών πλαισίων και την μείωση των φαινομένων σκίασης. Με βάση τα παραπάνω η παραγωγή του κάθε Φ/Β Σταθμού θα είναι περί τα 1.405.421 kWh/έτος, δηλαδή η ΔΕΥΑΣ θα καλύπτει τις καταναλώσεις της από την παραγωγή των δύο (2) Φ/Β Σταθμών κατά 93.6%.

4.4. Οικονομικό όφελος συμψηφισμού

Στον εικονικό ενεργειακό συμψηφισμό, **συμψηφίζονται οι ανταγωνιστικές χρεώσεις των καταναλώσεων** για κάθε εκκαθαριστικό λογαριασμό που εκδίδεται από τον προμηθευτή ηλεκτρικού ρεύματος. Ο συμψηφισμός διενεργείται στους εκκαθαριστικούς λογαριασμούς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας που εκδίδει ο προμηθευτής για όλες τις συμψηφιζόμενες παροχές, βάσει πραγματικών δεδομένων καταμέτρησης που παρέχονται από τον αρμόδιο

Διαχειριστή του δικτύου. Τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στη διάρκεια μιας χρονική περιόδου (ενός μήνα), μεταφέρεται ως προς συμψηφισμό στην επόμενη χρονική περίοδο.

Η μεταφορά τυχόν πλεονάζουσας ενέργειας από παρελθούσες περιόδους καταμέτρησης συνεχίζεται μέχρι τον πρώτο εκκαθαριστικό λογαριασμό μετά την παρέλευση τριετίας από την ενεργοποίηση του κάθε φωτοβολταϊκού σταθμού, και η διαδικασία επαναλαμβάνεται ανά τριετία μέχρι τη λύση της Σύμβασης Εικονικού Ενεργειακού Συμψηφισμού.

Η ΔΕΥΑΣ στις παροχές ΧΤ τιμολογείται με ΔΕΗ επαγγελματικό Γ22. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει την χρέωση προμήθειας σε ισχύ (από 27/3/2024):

Είδος Τιμολογίου	Ισχύς(€/kW/μήνα)	Ενέργεια(€/kWh)	Πάγιο(€/μήνα)
Γ22	2,2	0,11342	5,00

Η ενέργεια που θα παραχθεί, θα μειώσει την χρέωση προμήθειας κατά **2 X 1.405.421 kWh = 2.810.842 kWh**. Θεωρώντας 6% ΦΠΑ ενέργειας επί του λογαριασμού, η τιμή των 0,11342 €/kWh (Γ22)προσαυξημένη κατά 6%, δίνει ετήσιο συνολικό οικονομικό όφελος για την επιχείρηση περί τα **(2.810.842 kWh x 0.120225) 337.934 €**. Το όφελος αυτό θα προσαυξάνεται όσο ανεβαίνει η τιμή προμήθειας του ρεύματος.

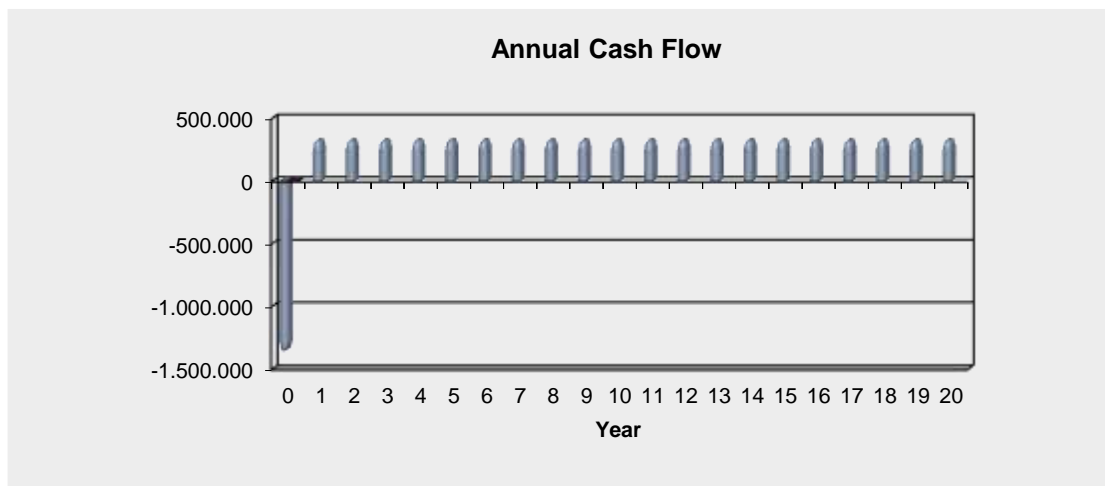
Το κόστος για την κατασκευή των δύο φωτοβολταϊκών σταθμών με τις επί μέρους εργασίες για τον κάθε έναν από αυτούς παρατίθεται στον παρακάτω πίνακα:

A/A	ΕΙΔΟΣ	ΤΙΜΗ
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΙΑΡΟ		
1	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΔΙΠΛΗΣ ΟΨΕΩΣ	211.000€
2	ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΙΣ ΙΣΧΥΟΣ	85.000€
3	ΠΕΡΙΦΡΑΞΗ	15.000€
4	ΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ	76.000€
5	ΗΛΙΑΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ, ΕΡΓΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΛΟΙΠΑ ΕΞΟΔΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	293.000€
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΑΥΡΟΒΟΥΝΙΟ		

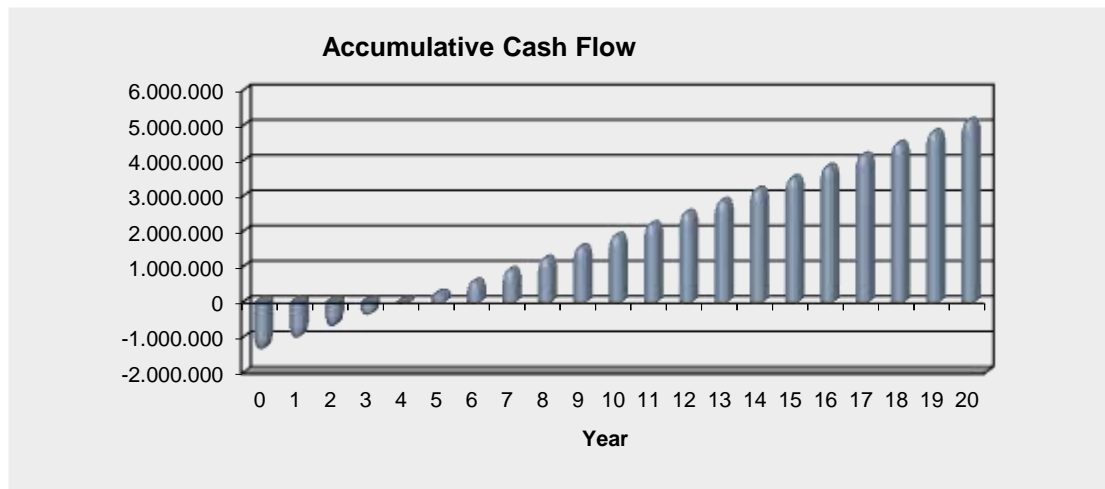
1	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΔΙΠΛΗΣ ΟΨΕΩΣ	211.000€
2	ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΙΣ ΙΣΧΥΟΣ	85.000€
3	ΠΕΡΙΦΡΑΞΗ	15.000€
4	ΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ	76.000€
5	ΗΛΙΑΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ, ΕΡΓΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΛΟΙΠΑ ΕΞΟΔΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	293.000€

Συνεπώς, το κόστος κατασκευής υπολογίζεται ως 1.360.000€ πλέον ΦΠΑ. Χρησιμοποιώντας, την εν λόγω κοστολόγηση αλλά και τον παραπάνω ενεργειακό υπολογισμό δύναται να υπολογιστεί η οικονομική αποδοτικότητα της επένδυσης. Στον εν λόγω υπολογισμό η χρηματοδότηση του έργου θεωρείται ότι γίνεται με ίδια κεφάλαια.

ΑΡΧΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (ΠΛΕΟΝ ΦΠΑ)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ (IRR)	ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ
1.360.000€	23,6%	4,17 έτη



Διάγραμμα ετήσιας χρηματοροής



Διάγραμμα συνολικής χρηματορροής

5. Βασικές αρχές σχεδιασμού Φ/Β Σταθμών

Ο κάθε Φ/Β σταθμός θα εγκατασταθεί εντός της περιοχής εγκατάστασης, οι συντεταγμένες της οποίας παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο 3.

Γενικές απαιτήσεις σχεδιασμού των έργων:

- Ο κάθε Φ/Β σταθμός, ανάλογα με τα πλαίσια που θα επιλεγθούν, θα πρέπει να έχει ισχύ **999kW ≤ Εγκατεστημένη Ισχύς ≤ 999,9kW**
- Η συνολική ονομαστική εγκατεστημένη ισχύς των αντιστροφών θα πρέπει να είναι $\geq 900\text{kW}$
- Η ελάχιστη ισχύς Μ/Σ ΧΤ/ΜΤ ίση ή μεγαλύτερη από τη μέγιστη ισχύ AC των αντιστροφών
- Η εγκατεστημένη ισχύς Φ/Β πλαισίων για κάθε αντιστροφή θα προκύψει από την μελέτη εφαρμογής, βάσει της αποδεκτής διαστασιολόγησης του αντιστροφέα
- Η ονομαστική τάση λειτουργίας στην είσοδο του κάθε αντιστροφέα θα πρέπει να είναι συμβατή με την αναμενόμενη τάση ακροδεκτών των στοιχειοσειρών των Φ/Β πλαισίων υπό όλες τις αναμενόμενες λειτουργικές συνθήκες ακτινοβολίας και θερμοκρασίας.
- Η συνολική απώλεια ενέργειας στα καλώδια DC & AC των Φ/Β σταθμών, θα πρέπει να υπολογιστεί κατά την μελέτη εφαρμογής και να είναι μικρότερη από 2%
- Οι αντιστροφείς θα τοποθετηθούν σε κατάλληλα στέγαστρα, τα οποία θα εξασφαλίζουν προστασία από τις καιρικές συνθήκες και την ηλιακή ακτινοβολία

- Οι Υ/Σ θα περιλαμβάνουν τρεις επισκέψιμους χώρους: 1) Πινάκων και Εξοπλισμού Μέσης Τάσης, 2) Μετασχηματιστή, 3) Πινάκων και Εξοπλισμού Χαμηλής Τάσης. Οι οικίσκοι των Υ/Σ θα τοποθετηθούν επί κατάλληλης ορθογώνιας βάσεων στήριξης
- Τα χαντάκια όδευσης καλωδίων θα έχουν διαστάσεις και χαρακτηριστικά σύμφωνα με τους κανόνες και την πιστοποίηση που προβλέπονται για έργα Φ/Β εγκαταστάσεων
- Όλος ο Η/Μ εξοπλισμός θα πρέπει να είναι σύμφωνος με τις τεχνικές προδιαγραφές που παρουσιάζονται στα αντίστοιχα κεφάλαια

Χωροθέτηση Φ/Β σταθμών:

- Ο Η/Μ εξοπλισμός θα πρέπει να περιφραχτεί (η περιφραγμένη περιοχή θα πρέπει να βρίσκεται εντός των περιοχών εγκατάστασης όπως παρουσιάζονται στο *Κεφάλαιο 3*). Η περίφραξη θα πρέπει να απέχει απόσταση κατ' ελάχιστο 3μ. από τα Φ/Β πλαίσια και τους αντιστροφείς ισχύος.
- Τα Φ/Β πλαίσια θα τοποθετηθούν σε σύστημα σταθερών βάσεων με νότιο προσανατολισμό
- Το ύψος εγκατάστασης των Φ/Β πλαισίων, μετρούμενο από το φυσικό έδαφος, θα προσδιοριστεί από τον ανάδοχο στη μελέτη εφαρμογής. Το εν λόγω ύψος δε θα να είναι μικρότερο από 0,5μ. σε ονομαστικές συνθήκες
- Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ Φ/Β πλαισίων και Υ/Σ ΧΤ/ΜΤ θα είναι 6μ, περιμετρικά αυτών.

6. Φωτοβολταϊκά πλαίσια

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα είναι όλα του ίδιου κατασκευαστή, θα ανήκουν στην ίδια σειρά, όπως προκύπτει από την επίσημη κατηγοριοποίηση του κατασκευαστή, θα είναι της ίδιας ονομαστικής ισχύος και ίδιων ηλεκτρικών χαρακτηριστικών και των ίδιων γεωμετρικών διαστάσεων:

- Ίδιου τύπου και μοντέλου
- Επίπεδου και όχι συγκεντρωτικού τύπου
- Χωρίς χρήση ανακλαστήρων, κατόπτρων
- Τεχνολογίας μονοκρυσταλλικού πυριτίου
- Ίδιος αριθμός Φ/Β κελιών, ιδίων διαστάσεων, σε παρόμοια ηλεκτρολογική συνδεσμολογία μεταξύ τους
- Ίδια ηλεκτρολογικά χαρακτηριστικά (τάση, ρεύμα)

- Κάθε Φ/Β πλαίσιο θα πρέπει να φέρει ευανάγνωστη πινακίδα/ετικέτα η οποία θα είναι τοποθετημένη στην πίσω πλευρά του και η οποία θα αναφέρει τουλάχιστον τα παρακάτω χαρακτηριστικά (και τις σχετικές συνθήκες υπολογισμού, π.χ. STC):
 - Τύπο και κατασκευαστή
 - Μέγιστη ονομαστική ισχύ (PMPP)
 - Τάση στη μέγιστη ονομαστική ισχύ (VMPP)
 - Ρεύμα στη μέγιστη ονομαστική ισχύ (IMPP)
 - Ρεύμα βραχυκύκλωσης (Isc)
 - Τάση ανοικτού κυκλώματος (Voc)
 - Αριθμός σειράς παραγωγής (Serial Number)
- Ο διεθνής οργανισμός και τα πρότυπα βάσει του οποίου γίνεται η πιστοποίηση του προϊόντος
- $P_{MPP} \geq 545 \text{ Wp (STC)}$
- Απόδοση Φ/Β πλαισίου $\geq 20,5\%$
- Μηχανική αντοχή σε φορτίο χιονιού: 5400 Pa, Φορτίο ανέμου: 2400 Pa
- ΡΤΗ Θερμοκρασιακός Συντελεστής Ισχύος [%/οC] $\geq - 0,35 \text{ (%/οC)}$
- Δίοδοι παράκαμψης ≥ 3
- Κουτί διακλάδωσης με προστασία τουλάχιστον IP67
- $NOCT \leq 45 \pm 2 \text{ οC}$

Θα πρέπει επιπλέον να διαθέτουν τις παρακάτω πιστοποιήσεις, καθώς και όλες τις πιστοποιήσεις που αφορούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια (σειρά πιστοποιήσεων IEC):

- ISO 9001:2015
- ISO 14001:2015
- OHSAS18001:2007
- CE

Θα πρέπει να διαθέτουν 12ετή εργοστασιακή εγγύηση προϊόντος, καθώς και εγγύηση απόδοσης για περίοδο τριάντα (30) ετών με επιτρεπόμενη πτώση απόδοσης ισχύος το πολύ έως (επί της αρχικής ονομαστικής ισχύος PMPP, όπως ορίζεται στο τεχνικό φυλλάδιο του κατασκευαστή και στις εγγυήσεις που συνοδεύουν το Φ/Β πλαίσιο):

- 2,5% στο τέλος του 1ου έτους
- 0,50% ανά έτος, στο τέλος κάθε έτους
- Συνολικά 17% στο τέλος του 30ου έτους

Κατά την παράδοσή τους, ή πριν από αυτή, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα συνοδεύονται από Flash Reports όπου θα αναγράφεται η πραγματική ισχύς τους όπως θα καταμετράται για το καθένα χωριστά (σε συνδυασμό με το μοναδικό αριθμό κατασκευαστή – serial number) πριν από την έξοδό τους από το εργοστάσιο κατασκευής τους. Αποδεκτή θα είναι μόνο θετική ανοχή επί της ονομαστικής ισχύος.

7. Βάσεις στήριξης

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα τοποθετηθούν πάνω σε σταθερά συστήματα βάσεων. Οι βάσεις στήριξης θα αποτελούνται από υλικά υψηλών μηχανικών και χημικών ιδιοτήτων και προδιαγραφών (γαλβανισμένα εν θερμώ, συνδεδετικά στοιχεία από ανοξείδωτο χάλυβα) που δεν θα αλλοιώνονται από την επίδραση των καιρικών και περιβαλλοντικών συνθηκών. Τα χρησιμοποιούμενα υλικά των βάσεων στήριξης απαιτείται να συνεργάζονται απόλυτα μεταξύ τους για τις περιπτώσεις μεταβολών της θερμοκρασίας και μηχανικών καταπονήσεων. Επίσης θα υπάρχει πρόβλεψη για την αποφυγή επαφής μετάλλων με διαφορετική ηλεκτροαρνητικότητα για την αποφυγή οξειδώσεων. Η κατασκευή δεν θα φέρει αιχμηρά σημεία ή επικίνδυνες προεξοχές.

Σε περίπτωση χρήσης πασσάλων θεμελίωσης, αυτοί πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις της στατικής μελέτης και της μελέτης θεμελίωσης του Έργου. Επιπλέον, πρέπει να έχουν κατάλληλη αντιδιαβρωτική προστασία, ιδιαίτερα σε περίπτωση τοποθέτησής τους σε έδαφος με υψηλή υγρασία ή/και ισχυρά διαβρωτικό περιβάλλον.

Οι ροπές σύσφιξης θα πρέπει να είναι σύμφωνες με τις τιμές που ορίζει ο Κατασκευαστής των βάσεων Φ/Β.

Θα πρέπει να καλύπτονται οι ακόλουθες εγγυήσεις:

- Για τα ηλεκτρομηχανικά μέρη εργοστασιακή εγγύηση ≥ 2 έτη
- Για τη μεταλλική κατασκευή εργοστασιακή εγγύηση ≥ 10 έτη

8. Αντιστροφείς ισχύος

Οι αντιστροφείς ισχύος (inverters) που προδιαγράφονται θα είναι τοπολογίας στοιχειοσειράς (string inverters) και θα συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του ελληνικού δικτύου ίσης ή υψηλότερης απόδοσης από αυτούς που χρησιμοποιήθηκαν. Συγκεκριμένα, οι αντιστροφείς θα πληρούν:

- Έγχυση DC <0,5%
- Διακύμανση τάσης εξόδου 320-460V ($0,8 \times V_{nom} \leq V_{grid} \leq 1,15 \times V_{nom}$)
- Διακύμανση συχνότητας 49,5-50,5 Hz
- Γρήγορη αποσύνδεση σε περίπτωση υπέρβασης των παραπάνω ορίων (<0,5sec) και επανάζευξη μετά από 180 δευτερόλεπτα (3 minutes)

Επίσης θα πρέπει:

- Να είναι του ιδίου κατασκευαστή
- Το άθροισμα της ονομαστικής AC ισχύος εξόδου του συνόλου των αντιστροφών DC/AC να είναι μεγαλύτερο ή ίσο με 900 kW
- Η ονομαστική ισχύς εξόδου κάθε αντιστροφή να μην υπερβαίνει τα 200kW.
 $P_{NOM} \leq 200kW$
- Κάθε αντιστροφή να έχει τουλάχιστον 6MPPT
- Να διαθέτει όσο το δυνατόν επιπλέον διατάξεις παρακολούθησης και προστασίας της ορθής λειτουργίας του Φ/Β σταθμού
- Κάθε αντιστροφή να είναι τριφασικός, με ονομαστική τάση λειτουργίας 400V AC
- Ο Ευρωπαϊκός βαθμός απόδοσης του κάθε μετατροπέα να μην είναι μικρότερος του 98,2%
- Ο μέγιστος βαθμός απόδοσης του κάθε μετατροπέα να μην είναι μικρότερος του 98,5%.
- Προστασία πολικότητας σε κάθε είσοδο DC
- Προστασία τουλάχιστον IP 66
- Θερμοκρασιακό εύρος λειτουργίας -25...+60°C
- Να υπάρχει εγχειρίδιο σωστής εγκατάστασης και λειτουργίας
- Να διαθέτει δυνατότητα ενσύρματης (θύρες RS232 και/ή RS485 και/ή RJ45 και/ή USB θύρες) και/ή ασύρματης επικοινωνίας
- Να έχει σύστημα προστασίας από νησιδοποίηση, κατά DIN VDE 0126-1-1
- Να διαθέτει πιστοποιήσεις EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683

Οι αντιστροφείς θα πρέπει να διαθέτουν εγγύηση υλικού και προϊόντος για τουλάχιστον πέντε (5) έτη με δυνατότητα επέκτασης αυτής.

9. Καλωδιώσεις - Πίνακες Ελέγχου και Προστασίας AC/DC

9.1. Πίνακες ελέγχου και προστασίας Συνεχούς Ρεύματος (DC)

Τα τμήματα χειρισμού και προστασίας DC θα είναι ενσωματωμένα στους αντιστροφείς τάσης οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι από κατάλληλο υλικό για εξωτερική τοποθέτηση.

9.2. Καλωδιώσεις DC

Για την ηλεκτρολογική σύνδεση των Φ/Β στοιχειοσειρών με τους πίνακες DC τα καλώδια του δικτύου DC θα χρησιμοποιηθούν ειδικά καλώδια τύπου H1Z2Z2-K (EN 50618) ή αντιστοίχου τύπου και πιστοποίησης για Φ/Β συστήματα (solar) με ενσωματωμένες τις επαφές θετικού και αρνητικού πόλου.

Τα καλώδια θα είναι ανθεκτικά σε υπεριώδη (UV) ακτινοβολία καθώς επίσης και στο όζον, θα έχουν βελτιωμένη συμπεριφορά σε περίπτωση φωτιάς και θα διαθέτουν χαμηλές εκπομπές καπνού. Θα λειτουργούν σε εκτεταμένη περιοχή θερμοκρασιών, με βελτιωμένη συμπεριφορά έναντι τριβής, κατασκευασμένα από επικασσιτερωμένο, λεπτοπολύκλωνο αγωγό χαλκού, η μόνωση θα είναι από δικτυωμένο ειδικό ελαστομερές, με ανθεκτικότητα σε θερμότητα και όζον, και ο μανδύας από θερμοανθεκτικό, δικτυωμένο ειδικό ελαστομερές μείγμα, ανθεκτικό στο όζον, στην υπεριώδη (UV) ακτινοβολία, στα ορυκτέλαια και στα χημικά. Τα καλώδια που θα τοποθετηθούν πρέπει να πληρούν τις προδιαγραφές:

- Πιστοποιημένα σύμφωνα με το ενημερωμένο εναρμονισμένο Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 50618 (H1Z2Z2-Ktype)
- Αγωγός από επικασσιτερωμένο χαλκό, κατά VDE 0295 class 5 / IEC 60228 cl. 5
- Μέγιστη επιτρεπτή τάση λειτουργίας 1500 VDC
- Θερμοκρασία αγωγού -40...120 οC (σύμφωνα με το πρότυπο EN 60216-1)
- Βραδύκαυστα κατά IEC 60332
- Ελεύθερα αλογόνων, κατά EN 50268-2 ή EN 50267-2 , IEC 60754-1
- Αντοχή σε καιρικές συνθήκες και ηλιακή ακτινοβολία (UV) κατά HD 605/A1
- Όζον-ανθεκτικά σύμφωνα με το EN 50396
- Διπλή μόνωση (μόνωση αγωγού και εξωτερική μόνωση)
- Προστασία έναντι νερού (X-Linked Water - Proof) βάσει του προτύπου H1Z2Z2-K

Τα καλώδια DC θα οδεύουν κατά μήκος της βάσης στήριξης με κατάλληλη συγκράτηση επί των μεταλλικών ικριωμάτων και σε σημεία όπου απαιτείται η ταφή τους αυτή θα γίνεται εντός κατάλληλου χάνδακα.

9.3. Σύνδεσμοι (Connectors) Φ/Β πλαισίων – strings

Οι connectors που θα χρησιμοποιηθούν για την ηλεκτρική σύνδεση των Φ/Β πλαισίων με τους αντιστροφείς θα είναι προστασίας τουλάχιστον IP65, με αντοχή στην τάση λειτουργίας της καλωδίωσης των Φ/Β πλαισίων και των μετατροπέων. Θα πληρούν το Ευρωπαϊκό πρότυπο IEC 62852:2014 (το πρότυπο EN 50521:2008 έχει αντικατασταθεί από το νεότερο IEC 62852:2014).

9.4. Πίνακες ελέγχου και προστασίας εναλλασσόμενου ρεύματος Χαμηλής Τάσης (AC)

Όπως και στην περίπτωση των πινάκων DC και στους πίνακες ελέγχου και προστασίας Χ.Τ. AC ο πίνακας θα είναι ενσωματωμένος σε κάθε αντιστροφή. Στο ενσωματωμένο τμήμα αυτό του AC πίνακα περιλαμβάνεται απαγωγός κρουστικών υπερτάσεων T2 για την προστασία της εξόδου AC του αντιστροφέα.

Από την έξοδο του AC πίνακα του αντιστροφέα DC/AC καλώδιο κατάλληλης διατομής θα οδηγείται προς τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης (Γ.Π.Χ.Τ.) του Υποσταθμού.

9.5. Δίκτυο διανομής εναλλασσόμενου ρεύματος Χαμηλής Τάσης (AC)

Οι συνδέσεις μεταξύ των εξόδων των μετατροπέων τάσης από τους ενσωματωμένους πίνακες ζεύξης AC έως τον Πίνακα Χ.Τ. του Υ/Σ ανύψωσης του ΦΒ συστήματος, γίνεται με καλώδια H07RN-F ή καλώδια αντίστοιχης ποιότητας ή πιστοποίησης κατάλληλα για εγκατάσταση σε εξωτερικό χώρο.

Το καλώδιο τύπου H07RN-F έχει τις εξής προδιαγραφές:

- Αγωγός από χαλκό, κατά VDE 0295 class 5 / IEC 60228 cl. 5 (HD 383)
- Μόνωση αγωγών από λάστιχο, με πάχος μόνωσης κατά VDE 0282
- Κωδικοποίηση: μέχρι 5 αγωγούς χρωματικός κώδικας σύμφωνα με VDE 0293
- Εξωτερικός μανδύας: από νεοπρένιο, χρώματος μαύρου, πάχος τοιχώματος κατά VDE 0282
- Περιοχή θερμοκρασιών : -10 έως +60 οC
- Αντοχή στο όζον κατά VDE 0472
- Αντοχή στο λάδι κατά EN 60811

- Βραδύκαυστα, κατά IEC 60332-1-3

9.6. Καλωδιώσεις Μέσης Τάσης (MT)

Θα χρησιμοποιηθούν μονοπολικά καλώδια Μέσης Τάσης AL/XLPE/PE/ AL MT τύπου A2XS2Y12/20 KV – IEC, με πολύκλωνο αγωγό αλουμινίου, ημιαγώγιμη θωράκιση του αγωγού, XLPE μόνωση, ημιαγώγιμη θωράκιση της μόνωσης, μεταλλική θωράκιση από σύρματα αλουμινίου, PE εξωτερικό μανδύα, ονομαστικής τάση 12/20 KV. Το πλήθος των καλωδίων M/T που θα εγκατασταθούν θα είναι τρία (3).

9.7. Καλωδιώσεις συστήματος επικοινωνίας

Τα καλώδια θα πρέπει να πληρούν τις απαραίτητες προδιαγραφές και ιδιαίτερα εκείνες που αφορούν σε θέματα Ηλεκτρομαγνητικής Συμβατότητας. Τα καλώδια που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι τύπου LiYCY ή/και Li2YCY, CAN, UTP εξωτ. χώρου. Σε κάθε περίπτωση θα διασφαλίζεται η συμβατότητα των καλωδίων με τον εξοπλισμό, ενώ η όδευση τους θα γίνεται όπως προβλέπουν οι προσασίες των καλωδίων.

9.8. Διαστασιολόγηση καλωδίων

Οι διατομές των καλωδίων θα υπολογιστούν σύμφωνα με ΕΛΟΤ HD384 και σε κάθε περίπτωση η διατομή θα είναι τέτοια ώστε σε πλήρες φορτίο οι ωμικές απώλειες να είναι μικρότερες από 2% τόσο στο AC όσο και στο DC.

10. Αντικεραυνική προστασία, προστασία από υπερτάσεις, γειώσεις, γενική σχεδίαση

Η μελέτη εφαρμογής και ο σχεδιασμός του Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας, της προστασίας από υπερτάσεις και του συστήματος γείωσης θα πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τα ακόλουθα πρότυπα:

- Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 62305 – 1 , “Protection against lightning, Part 1: General Principles”.
- Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 62305 – 2: “Protection against lightning, Part 2: Risk Management”.

- Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 62305 – 3 , “Protection against lightning. Physical damage to structures and life hazard”.
- Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 62305 – 4 , “Protection against Lightning part 4 : Electrical and electronic systems within structures”.
- Διεθνές Πρότυπο IEC 60 664, “Insulation coordination for equipment within low-voltage systems”.
- Διεθνές Πρότυπο IEC 60364 – 4 – 443, “Electrical installations of buildings, Part 4: Protection for safety, Chapter 44: Protection against overvoltages, Section 443: Protection against overvoltages of atmospheric origin due to switching”.
- Διεθνές Πρότυπο IEC 61643 – 12, “Low voltage surge protective devices – Part 12: SPDs connected to low voltage power distribution systems – Selection and application principles”.
- Διεθνές Πρότυπο IEC 61643 – 22, “Low voltage surge protective devices – Part 22: SPDs connected to telecommunication and signaling networks – Selection and application principles”.

Ο σχεδιασμός του Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας (ΣΑΠ) θα πραγματοποιηθεί βάσει της σειράς προτύπων EN 62305. Η στάθμη αντικεραυνικής προστασίας (LightningProtectionLevel - LPL) προσδιορίζεται μετά από ανάλυση κινδύνου (riskassessment) σύμφωνα με το πρότυπο EN 62305.02.

11. Υποσταθμοί 1.000 kVA

Ο υποσταθμός 1.000kVA που θα εγκατασταθεί σε κάθε Φ/Β Σταθμό, διαιρείται σε τρεις επισκέψιμους χώρους:

- Χώρος Μέσης Τάσης 20kV
- Χώρος Μετασχηματιστή
- Χώρος Χαμηλής Τάσης 400V

Ο υποσταθμός περιλαμβάνει:

11.1. Πίνακας Μέσης Τάσης

Ηλεκτρικός πίνακας 24KV, 630A, 16KA X 1sec, με τα εξής χαρακτηριστικά:

Γενικά Χαρακτηριστικά

- Ονομαστική τάση: 24KV

- Τάση λειτουργίας: 20KV
- Ονομαστική ένταση διακοπών: 630A
- Ονομαστική συχνότητα: 50HZ
- Ονομαστική ένταση βραχείας διάρκειας: 16KA / 1sec
- Ένταση κορυφής: 40KA
- Ένταση ζεύξης: 40KA
- Στάθμη μόνωσης, βιομηχανικής συχνότητας (1min): 50KV
- Κρουστική τάση: 125KV
- Οπτική επαλήθευση της θέσης διακοπών – γειωτών μέσω παραθύρου επιθεώρησης.
- Διπλή απομόνωση και μόνωση αέρα με το διακόπτη σε θέση “ανοικτός”
- Δυνατότητα τοποθέτησης κλειδαριών και λουκέτων στους διακόπτες – γειωτές, για πρόσθετη ασφάλεια.
- Συνθήκες Λειτουργίας -5°C έως 40°C
- Εγκατάσταση σε εσωτερικό χώρο
- Προδιαγραφές κατασκευής: IEC 62271-200

Ο πίνακας Μέσης Τάσης θα αποτελείται από 2 κυψέλες (πεδία) η καθεμία εκ των οποίων θα περιλαμβάνει τον παρακάτω εξοπλισμό:

Κυψέλη εισόδου

- Τριπολικές μπάρες χαλκού 630 A
- Αποζεύκτη φορτίου 24kV, 630A 50/125kV,16kA/1sec με χειροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας, σε κοινό κέλυφος με γειωτή
- Τρεις (3) χωρητικούς καταμεριστές παρουσίας τάσης με ενδεικτικές λυχνίες □
Τρεις (3) απαγωγούς υπερτάσεων γραμμής.
- Υποδοχές για τη σύνδεση τριών (3) μονοπολικών καλωδίων

Κυψέλη προστασίας προς τον Μ/Σ 0,4/20KV

- Τριπολικές μπάρες χαλκού 630 A
- Αποζεύκτη 24kV, 630A 50/125kV, 16kA/1sec με χειροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας σε κοινό κέλυφος με γειωτή, πληρωμένο με SF6
- Αυτόματο διακόπτη ισχύος πληρωμένο με SF6 σταθερού τύπου, 630A, 24 KV, 16kA/1sec, με ηλεκτροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας, βοηθητικές επαφές, πηνίο εργασίας 220VAC, πηνίο κλεισίματος 220VAC, και κλειδαριά σε θέση OFF

- Τρεις (3) χωρητικούς καταμεριστές παρουσίας τάσης με ενδεικτικές λυχνίες
- Τρεις (3) μετασχηματιστές ρεύματος διπλού τυλίγματος για προστασία και μέτρηση
- Τρεις (3) μετασχηματιστές τάσης διπλού τυλίγματος για προστασία και μέτρηση
- Γειωτή καλωδίων με ικανότητα ζεύξεως στο βραχυκύκλωμα (Short-Circuit Making Capacity)
- Ψηφιακό Ηλεκτρονόμο (H/N) δευτερογενούς προστασίας για υπερένταση, βραχυκύκλωμα διαρροή ως προς γη, υπόταση, υπέρταση

11.2. Πίνακας Χαμηλής Τάσης

Ο πίνακας θα αποτελείται από τυποποιημένο βιομηχανικό πεδίο, βαθμού προστασίας IP56, ηλεκτροστατικής βαφής RAL 7035.

Στον πίνακα θα περιλαμβάνονται :

- Γενικός Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος 3P, 800A , 50kA.
- Ενδεικτικές λυχνίες παρουσίας τάσης.
- Ψηφιακό πολυόργανο.
- Αυτόματος Διακόπτης Ισχύος 3P, 100-125A , 36kA για την προστασία κάθε μίας από τις εισόδους ΧΤ των μετατροπέων AC. - Ασφάλειες βοηθητικών κυκλωμάτων.

Επίσης περιλαμβάνονται:

- 2 τ.μ.χ. ανεμιστήρες στο χώρο του μετασχηματιστή, εσωτερικός φωτισμός σε όλα τα διαμερίσματα
- Πίνακας μόνιμης αντιστάθμισης Μ/Σ 20KVAR
- Εσωτερικές καλωδιώσεις/γειώσεις οικίσκου

11.3. Μετασχηματιστής Υποσταθμού 1.000kVA, 20/0,4KV

Ο Μετασχηματιστής ισχύος (Μ/Σ) είναι τύπου ελαίου σύμφωνοι με το πρότυπο IEC 60076 όλης της σειράς. Η τάση λειτουργίας του Μ/Σ είναι κατάλληλη για την λειτουργία σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μετατροπέων (400 Vac). Το έλαιο που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι σύμφωνο με το πρότυπο IEC 60296 ή ισοδύναμο.

Τυπικά χαρακτηριστικά λειτουργίας:

- Τριφασικός μετασχηματιστής ελαίου, εσωτερικής εγκατάστασης (υψόμετρο <1000m).
- Ισχύς Μ/Σ : 1.000KVA
- Συνδεσμολογία Dyn11

- Τάση μετασχηματισμού : 20KV/0,4KV
- Ρύθμιση τάσης : +/-2x2,5%
- Συχνότητα λειτουργίας : 50Hz
- Τάση βραχυκύκλωσης : 6%
- Απώλειες κενού φορτίου : 750W
- Απώλειες φορτίου : 10,5KW
- Μηχανισμός προστασίας τύπου DGPT2 ή παρόμοιος.
- Ενσωματωμένη ελαιολεκάνη στο διαμέρισμα του Μ/Σ.

12. Οικίσκοι ελέγχου Φ/Β Σταθμών

Στον κάθε Φ/Β Σταθμό τοποθετείται προπαρασκευασμένος Οικίσκος κατάλληλων διαστάσεων. Η έδραση του γίνεται επί οπλισμένου σκυροδέματος.

Θα υπάρχουν δύο διαμερίσματα με ανεξάρτητη είσοδο. Στο πρώτο θα υπάρχει η δυνατότητα να αποθηκεύονται ανταλλακτικά (spare parts) του εξοπλισμού. Στο δεύτερο υπάρχει θα διαμορφωμένη θέση εργασίας (τύπου γραφείο).

Εντός του κάθε οικίσκου ελέγχου (στο διαμορφωμένο γραφείο) τοποθετείται ο βοηθητικός εξοπλισμός για το σύστημα παρακολούθησης και συλλογής των δεδομένων.

13. Σύστημα παρακολούθησης, εποπτείας, ελέγχου & συλλογής δεδομένων Φ/Β παραγωγής

13.1. Σύστημα καταγραφής απόδοσης και λειτουργίας αντιστροφών

Το σύστημα εποπτείας, ελέγχου και συλλογής μετρήσεων των αντιστροφών AC/DC, θα καταγράφει, αποθηκεύει, μεταδίδει και απεικονίζει τα δεδομένα παραγωγής των αντιστροφών και του κάθε Φ/Β σταθμού συνολικά. Τα δεδομένα αυτά θα είναι ενδείξεις, σημάνσεις και λειτουργικά μεγέθη. Θα πρέπει να είναι δυνατή η παρακολούθηση τους από cloud πλατφόρμα και η εξαγωγή δεδομένων σε μορφή ASCII, CSV ή EXCEL.

Τα μετρούμενα μεγέθη θα είναι τα ακόλουθα:

- Συνολική παραγόμενη ενέργεια από το Φ/Β Σταθμό (kWh) και από τον Μετατροπέα
- Στιγμιαία παραγόμενη ενεργός ισχύς (kW) του Φ/Β Σταθμού και του Μετατροπέα

- Ηλεκτρολογικά μεγέθη (DC και AC) των Μετατροπέων (τάση, ένταση, ισχύς, ενέργεια, κλπ.) για κάθε MPPT
- Τάση στο ζυγό AC (V) των φορτίων

13.2. Μετεωρολογικοί σταθμοί

Εντός των γηπέδων των εγκαταστάσεων, προκειμένου να ενισχυθεί η δυνατότητα παρακολούθησης της απόδοσης του κάθε Φ/Β σταθμού και εξαγωγής ποιοτικών αποτελεσμάτων, θα πρέπει να εγκατασταθεί ένας σταθμός καταγραφής μετεωρολογικών παραμέτρων με τα κατάλληλα αισθητήρια ο οποίος θα καταγράφει τα ακόλουθα μεγέθη:

- Ταχύτητα αέρα (m/s) με ακτίνα κάλυψης 360 μοίρες
- Διεύθυνση αέρα (deg) με ακτίνα κάλυψης 360 μοίρες
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος με εύρος λειτουργίας αισθητήρα από -40° έως 80°C

14. Σύστημα CCTV και σύστημα συναγερμού

Για την ασφάλεια του κάθε Φ/Β σταθμού θα τοποθετηθεί σύστημα συναγερμού για την καταγραφή εισόδου και την ανίχνευση κίνησης στον Υ/Σ μέσω κατάλληλων αισθητήρων (παγίδες συναγερμού). Το σύστημα θα περιλαμβάνει όλα τα παρελκόμενα για την ομαλή λειτουργία (κεντρική μονάδα, τροφοδοτικό, πληκτρολόγιο, σειρήνα, τηλεχειριστήριο, μπαταρίες, καλωδιώσεις κλπ). Επίσης σε περίπτωση ενδεχόμενης παραβίασης ή διακοπής της ηλεκτρικής ισχύος θα πρέπει να έχει την δυνατότητα ειδοποίησης.

Το σύστημα C.C.T.V. θα αποτελείται από σταθερές κάμερες εξωτερικού χώρου και τις καταγραφικές μονάδες (DVR). Οι κάμερες θα πρέπει να τοποθετηθούν σε κατάλληλο σημείο ώστε να επιτηρούν όλες τις εισόδους πρόσβασης του υποσταθμού και θα καταγράφουν σε όλη την διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται τοπικά στους σκληρούς δίσκους των μονάδων καταγραφής, στις οποίες (μονάδες καταγραφής) θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης απομακρυσμένα μέσω διαδικτύου.

15. Περίφραξη χώρων εγκατάστασης

Η περίφραξη θα πρέπει είναι τύπου «NATO», θα έχει ύψος 2,5 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

δύο 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.

16. Καλή Λειτουργία Φ/Β Σταθμών

Παράλληλα μαζί με την έναρξη της περιόδου Καλής Εκτέλεσης τίθεται σε ισχύ και η ανάληψη των καθηκόντων του Αναδόχου αναφορικά με την Εγγύηση Λειτουργίας του κάθε Φ/Β Σταθμού, τα καθήκοντα των οποίων αναλύονται στις παρακάτω παραγράφους. Η διάρκεια της περιόδου καλής λειτουργίας είναι 36 μήνες (3 έτη).

16.1. Λειτουργία Φ/Β σταθμών

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

Για την λειτουργία των Φ/Β Σταθμών προβλέπονται υποχρεώσεις για τον Ανάδοχο για το χρονικό διάστημα των τριών (3) ετών, οι οποίες υποχρεώσεις περιγράφονται στην παρούσα. Οι Δραστηριότητες που εντάσσονται στα πλαίσια των υποχρεώσεων της λειτουργίας του κάθε Φ/Β σταθμού, από την πλευρά του Αναδόχου, είναι οι εξής:

- ✓ Διαρκής τηλε-επιτήρηση της λειτουργίας και απόδοσης & online ανάλυση δεδομένων για την επαλήθευση της απόδοσης του Φ/Β Σταθμού (π.χ. τεχνική και ενεργειακή διαθεσιμότητα, καμπύλη ισχύος κ.α.)
- ✓ Άμεση ενημέρωση με αποστολή SMS και e-mail του/των υπευθύνων, για όλες τις βλάβες που θα εμφανιστούν και τις εργασίες που πρόκειται να εκτελεστούν
- ✓ Περιοδική αναφορά βασικών δεικτών απόδοσης (π.χ. διαθεσιμότητα, μετεωρολογικά δεδομένα, δεδομένα απόδοσης, παραγωγή ενέργειας) και την κατάσταση του Φ/Β Σταθμού
- ✓ Συντονισμός και επέμβαση για αντιμετώπιση προβλημάτων.
- ✓ Βελτιστοποίηση της απόδοσης της εγκατάστασης
- ✓ Δημιουργία μεμονωμένων τεχνικών εκθέσεων σε περίπτωση σφαλμάτων.
- ✓ Διατήρηση αρχείου με το ιστορικό του Φ/Β Σταθμού

- ✓ Επικοινωνία με τις αρχές για θέματα που σχετίζονται με τον Διαχειριστή του Δικτύου ✓
Εποπτεία τεχνικής ασφάλειας
- ✓ Επικοινωνία με τους προμηθευτές για παντός θέματα διαχείρισης των εγγυήσεων του εξοπλισμού.

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

- ✓ να λαμβάνει άμεση γνώση από τον Ανάδοχο για όλες τις βλάβες που εμφανίζονται, καθώς και για τις εργασίες που θα διεκπεραιώνει στα πλαίσια των υποχρεώσεων του (του Αναδόχου) αναφορικά με την λειτουργία του κάθε Φ/Β Σταθμού.

Συγκεκριμένα ο Ανάδοχος θα πρέπει να:

- αποστέλλει παντός τύπου αναφορές (reports) που συνδέονται με την παρακολούθηση της απόδοσης του κάθε Φ/Β σταθμού, τις εργασίες λειτουργίας (τακτικής και διορθωτικής) καθώς και θεμάτων που άπτονται της διαχείρισης της αποθήκης του κάθε Φ/Β σταθμού (spare υλικά)
- ειδοποιεί άμεσα για την παρουσία προσωπικού του στον κάθε Φ/Β σταθμό και για τον λόγο της παρουσίας τους πριν λάβουν χώρα οποιασδήποτε μορφής εργασίες
- ενημερώνει άμεσα για την πορεία και την ολοκλήρωση των εργασιών καθώς και την επιτυχή ή μη έκβαση αυτών.

16.2. Έλεγχος καλής λειτουργίας Φ/Β Σταθμών

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

- ✓ ο περιοδικός (προληπτικός) ή μη έλεγχος
- ✓ οι δοκιμές
- ✓ οι μετρήσεις
- ✓ οι αντικαταστάσεις

- ✓ οι ρυθμίσεις εξαρτημάτων του εξοπλισμού κ.τ.λ.

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

Το προσωπικό λειτουργίας του κάθε Φ/Β σταθμού θα πρέπει να είναι εφοδιασμένο με όλα τα απαραίτητα γενικά και ατομικά μέσα προστασίας (φόρμες εργασίας, γάντια, υποδήματα, κράνη, εργαλεία με τις απαραίτητες μονώσεις για εργασία σε καλώδια και ακροδέκτες υπό τάση κλπ).

Το αντικείμενο των ελέγχων καλής λειτουργίας για τις ανάγκες της παρούσας διακήρυξης διαχωρίζεται Προληπτικούς (Τακτικούς) & Διορθωτικούς (αναγνώριση και επιδιόρθωση βλαβών κατά την λειτουργία).

16.2.1 Προληπτικοί έλεγχοι

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

Οι εργασίες που θα περιλαμβάνονται στις υποχρεώσεις του αναδόχου χωρίζονται σε κατηγορίες αναλόγως με το είδος του εξοπλισμού και εξειδικεύονται στις κάτωθι υποπαραγράφους. Η κάθε επίσκεψη και εργασία τακτικού περιοδικού ελέγχου και καθαρισμού θα καταγράφεται αμέσως στην καρτέλα ελέγχων, την ημέρα και ώρα πραγματοποίησής της. Σ' αυτήν θα καταχωρούνται όλες οι παρατηρήσεις, οι βλάβες που παρουσιάστηκαν και επισκευάστηκαν και τα εξαρτήματα που αντικαταστάθηκαν. Με το πέρας των εργασιών της κάθε περιόδου Προληπτικών Ελέγχων, θα συντάσσεται συνολική αναφορά (report - Δελτίο Τεχνικού Ελέγχου) των εργασιών που πραγματοποιήθηκαν ως σχετική πιστοποίηση, με πληροφορίες για την Ηλεκτρική και Μηχανική κατάσταση του Φ/Β σταθμού, τυχόν ευρήματα, διορθωτικές ενέργειες που εκτελέστηκαν ή δρομολογούνται προς άμεση υλοποίηση εφόσον επηρεάζεται η απόδοση και λειτουργία του κάθε Φ/Β σταθμού ή άπτονται θεμάτων ασφαλείας.

Αναλυτική περιγραφή υποχρεώσεων για την κάθε υποκατηγορία εξοπλισμού:

Φωτοβολταϊκά Πλαίσια:

- Καθαρισμός Φ/Β πλαισίων

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

Κατά ελάχιστο θα πρέπει να τηρούνται οι κάτωθι περιορισμοί:

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

Οι εργασίες καθαρισμού θα πρέπει να εκτελούνται από τον Ανάδοχο κατά τις πρώτες πρωινές ώρες 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 δύο (2) φορές ανά συμβατικό έτος, σύμφωνα με το πρόγραμμα καλής λειτουργίας και τις απαιτήσεις του έργου.

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

- Οπτικός έλεγχος Φ/Β πλαισίων για ελαττώματα

Οπτική επιθεώρηση των Φ/Β πλαισίων για τον εντοπισμό τυχόν ελαττωμάτων/ αλλοιώσεων τόσο στις προστατευτικές επιφάνειες (έμπροσθεν και πίσω όψη – αναλύεται ακολούθως) όσο και εσωτερικά του πλαισίου (κυψέλες, εσωτερικά ηλεκτρικά κυκλώματα, κυτία διασύνδεσης κ.α.). Σε περίπτωση εντοπισμού σφάλματος το οποίο επηρεάζει την απόδοση του Φ/Β πλαισίου ο Ανάδοχος θα πρέπει να αντικαθιστά επιτόπου το Φ/Β πλαίσιο με αντίστοιχο από τα διαθέσιμα στην αποθήκη Φ/Β πλαίσια. Αν δεν υπάρχουν πλέον διαθέσιμα Φ/Β πλαίσια οφείλει να ενημερώσει σχετικά την Αναθέτουσα αρχή για τον λόγο αδυναμίας της αντικατάστασης. Επιπλέον θα πρέπει να επικοινωνεί με τον προμηθευτή των Φ/Β πλαισίων και να κινεί τις σχετικές διαδικασίες για την αντικατάσταση του υλικού εφόσον είναι εντός της περιόδου της προβλεπόμενης εργοστασιακής εγγύησης. Ο οπτικός έλεγχος θα εκτελείται κάθε τρεις (3) μήνες.

Επιθεώρηση της έμπροσθεν όψης των Φ/Β πλαισίων για:

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

Επιθεώρηση της πίσω όψης των Φ/Β πλαισίων για:

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

- Ηλεκτρολογικός έλεγχος Φ/Β πλαισίων

Έλεγχος Καμπύλης I-V. Με την μέτρηση της καμπύλης I-V θα ελέγχεται αρχικά σε επίπεδο στοιχειοσειράς, η απόδοση των Φ/Β γεννητριών αναγόμενη σε κανονικές συνθήκες (STC) ώστε με την παράλληλη μέτρηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας των πάνελ να είναι δυνατό να εξαχθεί η καμπύλη ισχύος σε κανονικές συνθήκες και να συγκριθεί με την

καμπύλη ισχύος που δίνει ο κατασκευαστής. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να διερευνηθεί αν τυχόν μείωση της απόδοσης των Φ/Β πλαισίων είναι δικαιολογημένη λόγω γήρανσης των Φ/Β κυψελών με την πάροδο του χρόνου (aging/degradation) και αν το ποσοστό μείωσης της απόδοσης είναι εντός των εγγυημένων μεγεθών από τον κατασκευαστή. Ο έλεγχος σε επίπεδο στοιχειοσειράς θα γίνεται δειγματοληπτικά κάθε έτος στο 25% του συνόλου των στοιχειοσειρών που θα εγκατασταθούν. Σε βάθος τετραετίας θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί ένας πλήρης κύκλος του συνόλου των στοιχειοσειρών της εγκατάστασης. Σε περίπτωση που τα αποτελέσματα των μετρήσεων I-V υποδεικνύουν παρέκκλιση μεγαλύτερη της προβλεπόμενης, οι μετρήσεις θα επεκτείνονται σε επίπεδο Φ/Β πλαισίων στις συγκεκριμένες στοιχειοσειρές, με στόχο να εντοπιστούν τα Φ/Β πλαίσια που δεν αποδίδουν κατά το αναμενόμενο. Το πρόβλημα αν είναι εφικτό να επιλυθεί επί τόπου με επισκευή του Φ/Β πλαισίου σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευη (π.χ. αποκατάσταση βλάβης σε junction box με την αντικατάσταση διόδου προστασίας) θα πρέπει να λύνεται, ειδάλλως θα συγκεντρώνονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία τεκμηρίωσης της βλάβης (ηλεκτρολογικές μετρήσεις, φωτογραφίες τεκμηρίωσης βλάβης από την πίσω και προς όψη του Φ/Β πλαισίου, θερμική φωτογραφία Φ/Β πλαισίου, φωτογραφία σειριακού αριθμού) προκειμένου να υποβάλλεται αίτημα αντικατάστασης (claim) στον κατασκευαστή και το προβληματικό Φ/Β πλαίσιο θα αντικαθίσταται από τα spare Φ/Β πλαίσια που θα υπάρχουν διαθέσιμα στον Φ/Β σταθμό. Η σχετική εργασία θα εκτελείται σε ετήσια βάση απαρέγκλιτα κάτω υπό κατάλληλες συνθήκες (ηλιοφάνεια άνω των 800W/m², καιρός αίθριος χωρίς νεφώσεις).

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

Έλεγχος με αναλυτή ισχύος. Ο συγκεκριμένος έλεγχος αποτελεί την πλήρη ανάλυση φαινομένων σχετικών με την ποιότητα ισχύος του σταθμού αλλά και του εν γένει δικτύου της περιοχής. Θα γίνει

πλήρης καταγραφή των φαινομένων εκ των οποίων θα δοθεί σχετική αναφορά και ανάλυση που θα καταδεικνύει τυχόν προβλήματα στην εγκατάσταση που χρίζουν επιδιόρθωσης.

- Έλεγχος συστήματος στήριξης Φ/Β πλαισίων

Ο συγκεκριμένος έλεγχος περιλαμβάνει τον δειγματοληπτικό έλεγχο (25% του συνόλου του εξοπλισμού κάθε εξάμηνο, με τον έλεγχο να γίνεται κυλιόμενα) των τεχνικών προδιαγραφών και των παραμέτρων εγκατάστασης σύμφωνα με τις οποίες έγινε η εγκατάσταση του συστήματος στήριξης των Φ/Β πλαισίων. Συγκεκριμένα οι έλεγχοι περιλαμβάνουν κατά ελάχιστο τον έλεγχο της σύσφιξης και σταθερότητας των μερών που απαρτίζουν το σύστημα στήριξης των Φ/Β πλαισίων.

- Αντιστροφείς ισχύος DC/AC

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

- Καλώδια

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

- Οδεύσεις καλωδίων

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

Ηλεκτρολογικός εξοπλισμός

- Έλεγχος της στεγανότητας των πινάκων Χαμηλής Τάσης / κυτίων διασύνδεσης. Σε πιθανή περίπτωση αστοχίας της στεγανότητας ο ανάδοχος ακολουθεί την προβλεπόμενη διαδικασία (καθαρισμός του πίνακα, επαναστεγανοποίηση με σιλικόνη/επισκευή κ.λ.π.).

- Με το πέρας του χρόνου και την συνεχή λειτουργία έχει παρατηρηθεί η χαλάρωση των συνδέσεων στις ηλεκτρικές επαφές, στους πίνακες συνεχούς και εναλλασσομένου ρεύματος. Για το λόγο αυτό κατά τον προληπτικό έλεγχο θα πραγματοποιηθεί σύσφιξη όλων των ηλεκτρικών επαφών και παράλληλα προβλέπεται η αποκατάσταση για τυχόν σφάλματα.
- Θερμογραφικός έλεγχος με χρήση θερμοκάμερας του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού των πινάκων και σχετική παράθεση φωτογραφικού υλικού τεκμηρίωσης της λειτουργίας εντός του εύρους των αποδεκτών θερμοκρασιών ή τυχόν δυσλειτουργίας/σφάλματος. Στην περίπτωση σφάλματος θα πρέπει να γίνεται καταγραφή και επίλυση του αίτιου που προκάλεσε την δυσλειτουργία/σφάλμα.

Οι σχετικοί έλεγχοι θα πραγματοποιούνται κάθε εξάμηνο.

Σύστημα γείωσης & αντικεραυνικής προστασίας

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

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

Μετεωρολογικός εξοπλισμός

Γενικός έλεγχος και καθαρισμός των αισθητήρων και των οργάνων του σταθμού.

Τεχνικός έλεγχος υποσταθμών και πεδίων Μέσης Τάσης

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

A. Γείωση – Μέγιστη Παραγωγή

- Μέτρηση Αντίστασης γείωσης Y/S (Ωm)
- Καταγραφή της μέγιστης παραγωγής (kW)

B. Έλεγχος Πεδίων Μ.Τ

- Λειτουργικές δοκιμές (μηχανικές και ηλεκτρικές δοκιμές διακοπών/γειωτών)
- Λειτουργικές δοκιμές προστασιών ηλεκτρονόμου, καταγραφή των ρυθμίσεων και ιστορικού σφαλμάτων
- Συσφίξεις ακροκιβωτίων καλωδίων ΜΤ και Ζυγών με δυναμόκλειδο
- Έλεγχος και καθαρισμός ακροκιβωτίων, πόλων διακοπών ΜΤ, των Μ/Σ τάσεων και των γειωτών
- Έλεγχος & Λίπανση μηχανικών και κινητών μερών μηχανισμού Αυτόματου Διακόπτη Ισχύος (ΑΔΙ, έλεγχος ελατηρίων, μηχανισμού κourδίσματος του ελατηρίου επανόπλισης του ΑΔΙ, συνδέσεων, καλωδίων βοηθητικών κυκλωμάτων του ΑΔΙ, των Α/Ζ, των γειωτών στις κυψέλες του ΑΔΙ και Μ/Σ τάσης)
- Οπτικοί έλεγχοι και καθαρισμός στο εσωτερικό των πεδίων
- Έλεγχος, καθαρισμός και λίπανση μηχανισμών Α/Ζ και γειωτών (έλεγχος μηχανικών μανδαλώσεων Αποζευκτών – Γειωτών, άνοιγμα πόρτας των κυψελών ΑΔΙ & Μ/Σ τάσης)
- Έλεγχος σωστής λειτουργίας και θέσης των γειωτών με κατάλληλους χειρισμούς παράκαμψης των μανδαλώσεων, λίπανση αρθρώσεων
- Καταγραφή ενδείξεων λειτουργίας ΑΔΙ
- Καθαρισμός Χώρου Πεδίων Μ.Τ. και των κυψελών Μ.Τ. εσωτερικά και εξωτερικά.

Γ. Έλεγχοι Μετασχηματιστών (Μ/Σ) Ισχύος

- Δειγματοληψία ελαίου προκειμένου να γίνει δοκιμή της διηλεκτρικής αντοχής και για έλεγχο υγρασίας στο έλαιο (μία φορά στα δύο έτη)
- Έλεγχος καλής λειτουργίας προστασιών
- Δοκιμές θερμομέτρου του Μ/Σ alarm-trip
- Έλεγχος ενδεικτικού θερμομέτρου Μ/Σ και καταγραφή μέγιστης θερμοκρασίας
- Έλεγχος της θέσης ρύθμισης πίεσης ελαίου (για Μ/Στες ελαίου)
- Έλεγχος ελαιολεκάνης για τυχόν διαρροές (για Μ/Στες ελαίου)
- Έλεγχος λειτουργίας εξαερισμού - λειτουργίας ανεμιστήρων χώρου Μ/Σ
- Έλεγχος και συσφίξεις των ακροκιβωτίων ΜΤ και ακροδεκτών ΧΤ με δυναμόκλειδο
- Θερμογραφικός έλεγχος των ακροκιβωτίων ΜΤ, του σώματος του Μ/Σ και των ακροδεκτών Χ.Τ.
- Μέτρηση στάθμης μονώσεων τυλιγμάτων Μ/Σ (παράθεση Δελτίου Μετρήσεων Μ/Σ)

- Έλεγχοι καλωδίων
- Οπτικός έλεγχος του αφυγραντήρα και αντικατάσταση του silica αν απαιτείται
- Άλλοι οπτικοί έλεγχοι διαρροών ελαίου και στάθμης ελαίου (για Μ/Στες ελαίου)
- Καθαρισμός μονωτήρων και ακροκιβωτίων με κατάλληλο καθαριστικό (τύπου τετραχλωράνθρακα)
- Έλεγχος ρητίνης Μετασχηματιστή και μαγνητικού πυρήνα (για Μ/Στες ξηρού τύπου)
- Καθαρισμός εσωτερικού πηνίων Μετασχηματιστή (για Μ/Στες ξηρού τύπου)
- Έλεγχος λαμπτήρων φωτισμού χώρου Μ/Σ
- Εξωτερικός καθαρισμός του Μετασχηματιστή
- Γενικός καθαρισμός του χώρου του Μετασχηματιστή και περιβάλλοντα χώρου **Δ. Πεδία Χ.Τ.**
- Μέτρηση και καταγραφή τάσης μεταξύ φάσεων και φάσεων – ουδετέρου
- Έλεγχος αερισμού ψύξης χώρου Γενικό Πίνακα ΧΤ (ΓΠΧΤ)
- Έλεγχος για διαπίστωση τυχόν μηχανικών φθορών, υπερθέρμανσης ή διαβρώσεων □
Λειτουργικές δοκιμές
- Έλεγχοι συνδέσεων & συσφίξεις στους ζυγούς και στους συνδέσμους των καλωδίων στον Γενικό Πίνακα ΧΤ
- Έλεγχος σωστής σήμανσης πίνακα και γραμμών
- Έλεγχοι καλωδίων
- Οπτικοί έλεγχοι Πινάκων, Κυρίων και Βοηθητικών για φθορές, διάβρωση κ.λ.π. ελαττώματα
- Καθαρισμοί δωματίου

Γενικές Παρατηρήσεις Σχετικά με τους ελέγχους Υποσταθμών

- Για τις εργασίες επισκευής ή προληπτικών ελέγχων που απαιτείται διακοπή ηλεκτροδότησης θα υπάρχει αναφορά για το χρόνο εκτέλεσης των εργασιών και θα πραγματοποιούνται μετά από συνεννόηση με τον υπεύθυνο του εργοδότη
- Οι εργασίες ελέγχων και οι χειρισμοί των διακοπών μέσης τάσης θα γίνονται από διπλωματούχο μηχανικό κατάλληλης ειδικότητας όπως ορίζει η σχετική νομοθεσία.

Επιθεώρηση Περιβάλλοντος χώρου & Περίφραξης

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

16.2.2 Εργασίες επισκευής βλαβών εκτός προγραμματισμένων ελέγχων

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

Όπως έχει ήδη προδιαγραφεί κατά τα τρία πρώτα έτη της περιόδου Εγγύησης Καλής Λειτουργίας, τα οποία είναι παράλληλα σε ισχύ με την περίοδο Εγγύησης Καλής Εκτέλεσης (Εγγυημένης Λειτουργίας Προμήθειας), ο Ανάδοχος θα είναι υπεύθυνος για την αντικατάσταση εξαρτημάτων και εξοπλισμού του Φ/Β Σταθμού που υπόκεινται σε φθορά, με καινούρια (εκτός της περίπτωσης των αντιστροφών ισχύος AC/DC όπου μπορούν να εγκατασταθούν και ανακατασκευασμένοι από τον κατασκευαστή αντιστροφείς) 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 κάθε Φ/Β Σταθμό συμπεριλαμβανομένων τυχόν ελαττωμάτων του.**

Οι εργασίες επεμβατικών ελέγχων διακρίνονται σε:

1. Δευτερεύουσες βλάβες (καλύπτονται από την Σύμβαση)
2. Κύριες βλάβες (Εργασίες Διορθωτικών Ελέγχων)

Οι δευτερεύουσες εργασίες είναι εργασίες ελάσσονος σημασίας και θα πρέπει να καλύπτονται από τον Ανάδοχο χωρίς καμία επιβάρυνση για τον Φορέα είτε αυτό αφορά εργασία ή μικροϋλικό (π.χ. αντικατάσταση ασφάλειας DC ή AC).

Οι κύριες βλάβες είναι εργασίες μείζονος σημασίας. Ανάλογα με την φύση και την έκταση της κάθε εργασίας προβλέπεται απολογιστικά, κατά αποκοπή αποζημίωση για τον Ανάδοχο το ύψος

της οποίας καθορίζεται στην διακήρυξη. Τα καθήκοντα που θα πρέπει να επιτελέσει ο Ανάδοχος αναφορικά με την κάθε εργασία αναλύονται ως ακολούθως:

- i. Αντικατάσταση αντιστροφέων ισχύος (Inverter) DC/AC ή/και Πινάκων ελέγχου και προστασίας Συνεχούς Ρεύματος (DC) ή/και Πινάκων ελέγχου και προστασίας Εναλλασσόμενου (AC)

Οι εργασίες αφορούν βλάβες στους αντιστροφείς ή σε υποσύστημά τους (πίνακες) εφόσον διαθέτουν ενσωματωμένο πίνακα DC ή/και AC που καθιστούν τον αντιστροφέα μη παραγωγικό και επιβάλλουν την αντικατάστασή του αντιστροφέα είτε στο σύνολό του είτε τμηματικά (εφόσον κατασκευαστικά ο αντιστροφέας αποτελείται από διακριτά υποσυστήματα). Οι εργασίες απεγκατάστασης του προβληματικού του αντιστροφέα, η συσκευασία του καθώς και η εγκατάσταση, σύνδεση και θέση σε λειτουργία του αντιστροφέα αντικατάστασης θα πρέπει να γίνονται σύμφωνα με το εγχειρίδιο καλής λειτουργίας του κατασκευαστή. Ο αντιστροφέας αντικατάστασης θα τοποθετείται στην ίδια επακριβώς θέση και να πληροί όλες τις προδιαγραφές εγκατάστασης & καλής λειτουργίας όπως αυτές έχουν προσδιοριστεί στην κατασκευή.

- ii. Αντικατάσταση Φ/Β Πλαισίων

Η τοποθέτηση των νέων Φ/Β πλαισίων θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές σωστής εγκατάστασης του κατασκευαστή τους, χωρίς καμία απόκλιση από την μέχρι πρότινος ορθή πρακτική εγκατάστασης που είχε ακολουθεί στην κατασκευή του Φ/Β σταθμού.

- iii. Αντικατάσταση Υποσταθμών Ανύψωσης Τάσης 0,4/20kV έως 1.100kVA

Αφορά όλες τις εργασίες που θα πρέπει να συντελεστούν, εφόσον οι υφιστάμενοι Υ/Σ Ανύψωσης Τάσης 0,4/20kV έως 1.100kVA έχουν καταστεί μη λειτουργικοί και επιβάλλεται η αντικατάσταση των εξοπλισμών τους. Συγκεκριμένα περιλαμβάνονται τόσο οι εργασίες αποσύνδεσης της υφιστάμενης καλωδίωσης όσο και επανασύνδεσης μετά την αντικατάσταση των Υ/Σ, τις δοκιμές λειτουργίας και την θέση σε πλήρη λειτουργία των εξοπλισμών των νέων Υ/Σ και οποιοδήποτε άλλου συνοδού εξοπλισμού επηρεάζεται από την αντικατάσταση.

- iv. Αντικατάσταση Υποσταθμών Ανύψωσης Τάσης 0,4/20kV

Ομοίως με το σημείο iii

- v. Αντικατάσταση καλωδίωσης D.C. Χ.Τ.

Σε περίπτωση αστοχίας καλωδίωσης D.C. Χ.Τ. προβλέπεται η αντικατάστασή των προβληματικών καλωδίων από νέα όμοιων τεχνικών χαρακτηριστικών με την εγκατάσταση να ακολουθεί τις προδιαγραφές της αρχικής εγκατάστασης. Συγκεκριμένα, όπου είναι δυνατόν, θα πρέπει να γίνει εκ νέου όδευση των νέων καλωδίων επί των μεταλλικών βάσεων στήριξης των Φ/Β πλαισίων, ενώ όταν αυτό δεν είναι δυνατό θα πρέπει τα καλώδια να τοποθετούνται εντός του εδάφους. Κάθε στοιχειοσειρά θα οδεύει με αποκλειστικό καλώδιο έως τον Πίνακα Ελέγχου DC του εκάστοτε

αντιστροφέα DC/AC στον οποίο και πρόκειται να συνδεθεί, με την πορεία των καλωδίων των δύο πόλων να είναι όσο το δυνατόν παράλληλη. Σε όλες ανεξαιρέτως τις συνδέσεις καλωδιώσεων που θα γίνουν, θα χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλοι ακροδέκτες τύπου MC4. Ακόμη 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. Με το πέρας των εργασιών θα πρέπει να πιστοποιηθεί η άρση της βλάβης και η καλή λειτουργία του αντιστροφέα επί του οποίου εγκαθίσταται η καλωδίωση.

vi. Αντικατάσταση καλωδίωσης A.C. Χ.Τ.

Σε περίπτωση αστοχίας καλωδίωσης A.C. Χαμηλής Τάσης θα πρέπει να γίνει εκσκαφή του σωλήνα που εμπεριέχει το προβληματικό καλώδιο AC που αστόχησε προκειμένου να γίνει η αντικατάστασή του. Η εκσκαφή θα πρέπει να γίνεται προσεχτικά ώστε να μην επηρεαστεί ή τραυματιστεί η υπόλοιπη εγκατάσταση της AC καλωδίωσης. Το νέο καλώδιο θα τοποθετηθεί εκ νέου εντός σωλήνα ιδίων προδιαγραφών με τις απαιτήσεις που τέθηκαν επί της κατασκευής, με προσοχή ώστε να αποφευχθεί οποιαδήποτε φθορά ή τραυματισμός και θα ενταφιαστεί στον υφιστάμενο χάνδακα στο προβλεπόμενο βάθος. Μετά το πέρας των εργασιών και την επιδιόρθωση της βλάβης ο χάνδακας θα πρέπει να επανέλθει στην προγενέστερή κατάσταση και να πληρωθεί σύμφωνα με τον τρόπο που περιγράφεται στην ενότητα που αφορά την εγκατάσταση της A.C. καλωδίωσης. Όπου απαιτούνται συνδέσεις της καλωδίωσης (αντιστροφέας, πίνακες κ.α.) θα πρέπει να γίνονται με τρόπο σταθερό ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία σπινθηρισμών και οποιαδήποτε κακή επαφή, Με το πέρας των εργασιών θα πρέπει να πιστοποιηθεί η άρση της βλάβης και η καλή λειτουργία του αντιστροφέα επί του οποίου εγκαθίσταται η καλωδίωση.

vii. Αντικατάσταση καλωδίωσης A.C.(M.T.)

Στην περίπτωση που καλώδιο της μέσης τάσης χρίζει αντικατάστασης, θα πρέπει όπως και στην περίπτωση της καλωδίωσης A.C. χαμηλής τάσης, να γίνει η αντικατάσταση του με νέο, κατάλληλων προδιαγραφών όπως αυτές τέθηκαν για την φάση της κατασκευής. Το νέο καλώδιο θα οδεύσει επί του ίδιου χάνδακα που όδευσε το προβληματικό καλώδιο συνεπώς θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή τόσο κατά την εκσκαφή όσο και κατά την επίχωση του νέου, τηρώντας τις προδιαγραφές και τις τεχνικές απαιτήσεις όπως έχουν τεθεί για την αρχική εγκατάσταση, Μετά την αντικατάσταση του καλωδίου θα πρέπει να γίνουν δοκιμές στο Υ/Σ επί του οποίου εγκαθίσταται η καλωδίαση, να τεθεί εκ νέου σε λειτουργία, να πιστοποιηθεί η άρση της βλάβης και η καλή λειτουργία του εκ νέου. Σαν εργασίες αντικατάστασης θεωρείται η τιμή ανά κλώνο όχι η διαδρομή.

viii. Επίλυση Προβλημάτων σε ηλεκτρολογικό εξοπλισμό

ix. Επίλυση Προβλημάτων τηλεπικοινωνίας

Τα προβλήματα αυτά αφορούν πιθανή προσωρινή ή μόνιμη βλάβη σε κάποιο μέρος των Υ/Σ ή των αντιστροφέων ή των ενώσεων αυτών και των υποσυστημάτων τους. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να γίνεται τεχνικός έλεγχος του συστήματος που αφορά η βλάβη και να καταβάλλεται προσπάθεια επί τόπου αποκατάστασής της. Με την αποκατάσταση της ορθής λειτουργίας του υπό έλεγχο συστήματος θα πρέπει, πριν την αποχώρηση του τεχνικού από τον χώρο της Φ/Β εγκατάστασης, να επιβεβαιωθεί ότι κάθε μονάδα του επιμέρους εξοπλισμού του εν λόγω συστήματος λειτουργεί απρόσκοπτα.

16.3. Εργασίες επισκευής βλαβών εκτός προγραμματισμένων ελέγχων

Στο τέλος κάθε έτους θα πρέπει ο ανάδοχος να προσκομίζει αναλυτική κατάσταση με τις βλάβες και τις ενέργειες που έχουν γίνει με τους χρόνους καταγραφής από το σύστημα καθώς και τους χρόνους απόκρισης του αναδόχου. Επιπλέον, θα πρέπει να προσκομίσει όλες τις εκθέσεις που θα έχει αποστείλει εντός του έτους συγκεντρωτικά.

Τα ανωτέρω θα πρέπει να έχουν μορφή τεχνικής έκθεσης με ρητή αναφορά στους στόχους και την επίτευξη ή μη αυτών.

ΣΚΥΔΡΑ 02/04/2024
Ο ΣΥΝΤΑΞΑΣΑΝΤΕΣ

ΣΙΔΗΡΟΠΟΥΛΟΣ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Τ.Ε

ΛΙΑΜΠΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Π.Ε.

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ
Η Δ/ΝΤΡΙΑ Τ.Υ.Δ.Σ.

ΚΑΛΑΪΤΖΟΓΛΟΥ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Π.Ε.



Παράρτημα Α – Παραγωγή Φ/Β σταθμών βάσει PVGIS

- Φ/Β Σταθμός - Άνυδρο



PVGIS-5 estimates of solar electricity generation

Provided inputs:

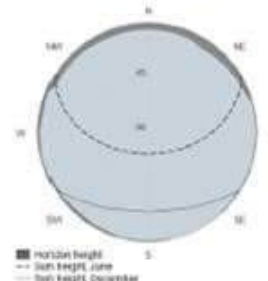
Latitude/Longitude: 40.839, 22.208
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-SARAH
 PV technology: Crystalline silicon
 PV installed: 900 kWp
 System loss: 14 %

Simulation outputs:

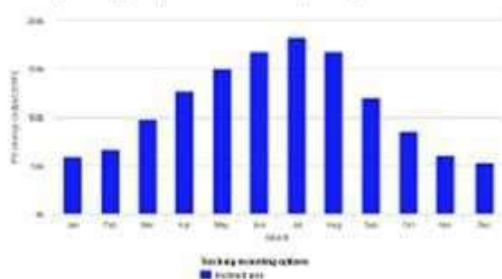
Slope angle [°]: 0
 IA*
 Yearly PV energy production [kWh]: 1341575.02
 Yearly in-plane irradiation [kWh/m²]: 2166.29
 Year-to-year variability [kWh]: 51522.5
 Changes in output due to:
 Angle of incidence [%]: -1.76
 Spectral effects [%]: 0.64
 Temp. and low irradiance [%]: -9.79
 Total loss [%]: -23.3

* IA: inclined axis

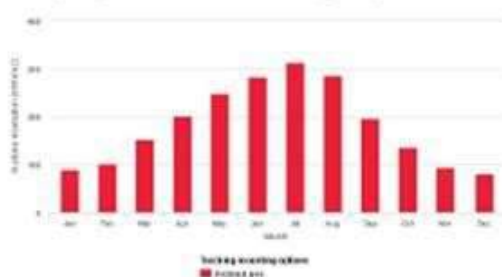
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from tracking PV system:



Monthly in-plane irradiation for tracking PV system:



Month	E _m	H _i	SD _m
January	60057.89	3	9256.0
February	67324.50	1	11959.1
March	99254.35	3	15659.1
April	126137.02	1	16666.7
May	150219.87	7	11138.2
June	167158.03	1	12676.2
July	182915.84	2	9674.0
August	167302.86	3	8448.5
September	119625.87	2	11598.8
October	86586.93	6	12766.8
November	61350.93	5	13125.4
December	53562.50	4	10403.1

E_m: Average monthly electricity production from the given system [kWh]
 H_i: Average monthly sum of global irradiation (per square meter) received by the modules of the given system [kWh/m²]
 SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production (due to year-to-year variation) [kWh]

- Φ/Β Σταθμός – Μαυροβούνι

