

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΝΟΜΟΣ ΛΑΡΙΣΑΣ ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΑΣ Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ, ΠΟΛΕΔΟΜΙΑΣ & ΠΕΡ/ΝΤΟΣ ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ	ΕΡΓΟ: Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ-Φωτοβολταικά) για την βελτίωση της ενεργειακής αυτονομίας των εγκαταστάσεων άρδευσης του Δήμου Αγιάς
	Αρ. Μελέτης : 41/2022

ΕΠΙΚΑΙΡΟΠΟΙΗΜΕΝΗ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ (ΠΑΑ) 2014-2020	
ΜΕΤΡΟ 4	«Επενδύσεις σε υλικά στοιχεία του ενεργητικού»
ΥΠΟΜΕΤΡΟ 4.3	«Στήριξη για επενδύσεις σε υποδομές που συνδέονται με την ανάπτυξη, τον εκσυγχρονισμό ή την προσαρμογή της γεωργίας και της δασοκομίας»
ΔΡΑΣΗ 4.3.1	«Υποδομές εγγείων βελτιώσεων»
ΕΡΓΟ	«Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ-Φωτοβολταικά) για την βελτίωση της ενεργειακής αυτονομίας των εγκαταστάσεων άρδευσης του Δήμου Αγιάς»
<div align="center">  <p>ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ Η Ευρώπη επενδύει στις αγροτικές περιοχές</p> </div>	

Αναλυτική Περιγραφή Φυσικού και Οικονομικού Αντικειμένου της Σύμβασης

ΜΕΡΟΣ Α - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ ΤΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΤΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ

Συνοπτική Περιγραφή των υπηρεσιών και της λειτουργίας του Αναθέτοντα Φορέα : Ο Δήμος Αγιάς είναι δήμος της περιφέρειας Θεσσαλίας με έδρα την Αγιά. Η συνολική έκταση του Δήμου είναι 668,26 τ.χλμ. και ο πληθυσμός του 11.470 κάτοικοι με βάση την απογραφή του 2011. Η σημερινή μορφή του δήμου προέκυψε, με το Πρόγραμμα Καλλικράτης, από την επέκταση του αρχικού δήμου Αγιάς με την συνένωση των προϋπαρχόντων δήμων Λακέρειας, Ευρυμενών και Μελιβοίας.

ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ

Σκοπιμότητα

Στο πλαίσιο της πρόσκλησης του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης με κωδικός πρόσκλησης ΟΠΣΑΑ 4.3.1_2021_Ε.Υ.Ε.Π.Α.Α., ο Δήμος Αγιάς, προτίθεται να δημοπρατήσει την προμήθεια και εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού εντός ορίων του Δήμου. Η εν λόγω προμήθεια αναμένεται να έχει ανταποδοτικά αποτελέσματα για το Δήμο Αγιάς, καθότι αποσκοπεί στην μείωση του κόστους ενέργειας με την ταυτόχρονη μείωση του αποτυπώματος CO₂. Ειδικότερα εξαιτίας της αύξησης της χονδρεμπορικής τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος και κατά συνέπεια της αύξησης του κόστους λειτουργίας των εγκαταστάσεων του Δήμου, η εγκατάσταση μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ηλιακής ενέργειας θα μειώσει σημαντικά τα κόστη λειτουργίας του Δήμου. Στο πλαίσιο αυτό, ο Δήμος πρόκειται να εγκαταστήσει φωτοβολταϊκό σταθμό εντός των ορίων του Δήμου, ο οποίος μέσω του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού, θα συμψηφίζει την παραχθείσα ηλεκτρική ενέργεια με την καταναλισκόμενη των παροχών άρδευσης του Δήμου.

Η κατανάλωση ενέργειας για το 2021, με βάση τους λογαριασμούς ηλεκτρικού ρεύματος για τις παροχές άρδευσης ήταν συνολικά 1.734.974,00 kWh, που αποτελεί περίπου το 39% του συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης του Δήμου με βάση μελέτη του 2019. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του ενεργειακού συμψηφισμού είναι τα ακόλουθα:

- Δραστική μείωση ενεργειακού κόστους
- Συμψηφισμός παραγόμενης ενέργειας με αυτήν που καταναλώνεται από διαφορετικά ρολόγια στην περίπτωση εικονικού συμψηφισμού
- 25ετής Διάρκεια Σύμβασης Εικονικού Ενεργειακού Συμψηφισμού ανεξαρτήτως προμηθευτή
- Δυνατότητα τροποποίησης των παροχών κατανάλωσης κατά τη διάρκεια της σύμβασης, δηλαδή πρόσθεση ή αφαίρεση των παροχών κατανάλωσης στην περίπτωση του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού
- Ενεργειακός συμψηφισμός και όχι λογιστικός. Αυξήσεις στην τιμή του ρεύματος, ευνοούν περαιτέρω την επένδυση

- Μέσος χρόνος ανάκτησης επένδυσης περίπου στα έξι έτη
- Μείωση εκπομπών CO₂, σε πλήρη εναρμόνιση με τους εθνικούς στόχους για την ενέργεια και την προστασία του περιβάλλοντος. Κάλυψη μέρους ηλεκτρικών αναγκών από πράσινη ενέργεια και ανάδειξη του δήμου σε πρότυπο περιβαλλοντικό Δήμο

Η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) και ιδιαίτερα από φωτοβολταϊκά θα συμβάλλει στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Για τον λόγο αυτό ο Δήμος Αγιάς, αξιοποιεί τις δυνατότητες που παρέχει η ισχύουσα νομοθεσία.

Ο προϋπολογισμός του έργου ανέρχεται σε 736.880,00€ (χωρίς να περιλαμβάνεται ΦΠΑ 24%), ήτοι 913.731,20€ συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ 24% (176.851,20€).

Το ΦΒ σύστημα ισχύος 999,90 kWp αναμένεται να έχει ετήσια παραγωγή 1.459 MWh. Η απόδοση αυτή υπολογίστηκε με βάση τον πλέον ενδεδειγμένο τρόπο για την εκτίμηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ενός Φ/Β συστήματος που στηρίζεται σε αξιόπιστη βάση δεδομένων ηλιακής ακτινοβολίας και αξιόπιστη μεθοδολογία υπολογισμού και προσφέρεται δωρεάν από την διαδικτυακή υπηρεσία του Ερευνητικού Κέντρου της Ευρωπαϊκής Ένωσης - JRC Institute for Energy and Transport. (http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP) που έδωσε τα ακόλουθα αποτελέσματα:



Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

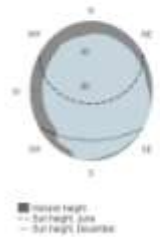
Provided inputs:

Latitude/longitude: 39.727,22.740
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-GARAH2
 PV technology: Crystalline silicon
 PV installed: 999.9 kWp
 System loss: 14 %

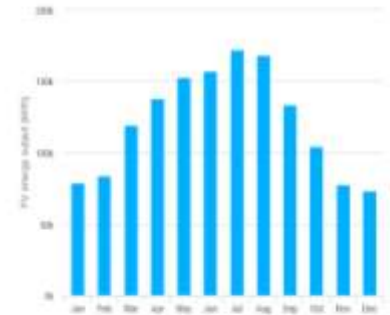
Simulation outputs

Slope angle: 30 °
 Azimuth angle: 0 °
 Yearly PV energy production: 1459043.64 kWh
 Yearly in-plane irradiation: 1674.66 kWh/m²
 Year-to-year variability: 36132.19 kWh
 Changes in output due to:
 Angle of incidence: -3.48 %
 Spectral effects: 0.67 %
 Temperature and low irradiance: -7.61 %
 Total loss: -22.16 %

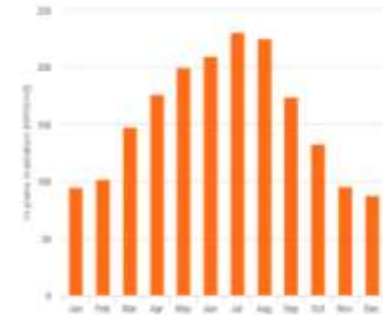
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	79127.994.8	15724.9	
February	83907.4101.7	12536.0	
March	118285.847.7	14568.5	
April	136172.275.9	14171.6	
May	152759.809.2	5553.0	
June	157360.909.7	6942.3	
July	171795.230.2	4367.0	
August	168367.225.3	6212.8	
September	133245.674.0	10061.0	
October	104384.033.0	15115.3	
November	77580.395.5	13281.0	
December	73067.787.8	12962.3	

E_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].
 H(i)_m: 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].

The European Commission is not liable for any damage or loss caused by or as a result of the use of the information contained in this publication. The Commission does not guarantee the accuracy of the data included in this publication. The Commission does not accept any liability for any damage or loss caused by or as a result of the use of the information contained in this publication. The Commission does not accept any liability for any damage or loss caused by or as a result of the use of the information contained in this publication.

PVGIS ©European Union, 2001-2023.
 Reproduction is authorized, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.
 Report generated on 2023/05/31



Ακολουθεί πίνακας ανάλυσης ταμειακών ροών της επένδυσης με συντελεστές από μέσο όρο αυτών που δίνουν διάφοροι κατασκευαστές:

ΕΤΟΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ kWh
0	100%	1.459.000
1	98,00%	1.429.820
2	98,00%	1.429.820
3	97,44%	1.421.650
4	96,88%	1.413.479
5	96,32%	1.405.309
6	95,76%	1.397.138
7	95,20%	1.388.968
8	94,64%	1.380.798
9	94,08%	1.372.627
10	93,52%	1.364.457
11	92,96%	1.356.286
12	92,40%	1.348.116
13	91,84%	1.339.946
14	91,28%	1.331.775
15	90,72%	1.323.605
16	90,16%	1.315.434
17	89,60%	1.307.264
18	89,04%	1.299.094
19	88,48%	1.290.923
20	87,92%	1.282.753
21	87,36%	1.274.582
22	86,80%	1.266.412
23	86,24%	1.258.242
24	85,68%	1.250.071
25	85,12%	1.241.901

Σύντομη περιγραφή του έργου

Η περιγραφόμενη προμήθεια και εγκατάσταση του ΦΒ εξοπλισμού θα υλοποιηθεί στο αγροτεμάχιο στην περιοχή Μεταξοχώρι, Περιφερειακής ενότητας Λάρισας, ιδιοκτησίας του Δήμου Αγιάς. Πρόκειται για έναν (1) Φωτοβολταϊκό (ΦΒ) Σταθμό επί γηπέδου ισχύος 999,9 kWp, που θα συνδεθεί στο δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ κάνοντας χρήση του μηχανισμού Virtual net metering όπως ορίζεται στην Υπουργική Απόφαση ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ.175067 (ΦΕΚ Β' 1547/5-5-2017) και στη συνέχεια από την υπουργική απόφαση ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/15084/382 (ΦΕΚ 759B/5.3.2019). Τέλος, δημοσιεύτηκε ΥΑ ΥΠΕΝ/ΔΕΑΠΕΕΚ/ 74999/3024 (ΦΕΚ 3971/Β/30.08.2021) που αποτελεί τροποποίηση στο

πλαίσιο του ενεργειακού συμψηφισμού από αυτοπαραγωγούς. Με την ρύθμιση αυτή επιτρέπεται ο εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός (virtual net metering) όπου η παραγόμενη ενέργεια από έναν ΦΒ σταθμό, μπορεί να συμψηφιστεί με την καταναλισκόμενη ενέργεια από μία ή περισσότερες εγκαταστάσεις κατανάλωσης ίδιου επιπέδου τάσεως, χωρίς να υφίσταται ο περιορισμός η εγκατάσταση παραγωγής να είναι στον ίδιο (ή όμορο) χώρο με την εγκατάσταση κατανάλωσης και να συνδέεται ηλεκτρικά με αυτή (σύνδεση στο δίκτυο μέσω της αυτής παροχής), όπως συμβαίνει στον κλασικό ενεργειακό συμψηφισμό (Net Metering).

Οι καταναλώσεις που θα συμψηφισθούν με την εν λόγω εγκατάσταση είναι οι εξής:

ΠΟΜΟΝΕΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΔΗΜΟΥ ΑΓΙΑΣ					
A/A	ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΤΟΠΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΤΟΠΩΝΥΜΙΟ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ - ΠΗΓΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ
1	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΑΣΠΡΟΪΑ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	4067052601
2	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΜΑΛΑΤΗ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40650279011
3	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΨΗΛΗ ΡΑΧΗ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40670620021
4	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΓΚΟΥΤΖΙΜΠΟ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	4063924301
5	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΚΟΥΤΣΟΥΠΙΑ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40629177016
6	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΑΓΙΑ ΤΡΙΑΔΑ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	4068047101
7	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΑΝΩ ΣΩΤΗΡΙΤΣΑ	ΞΑΝΟΙΓΜΑ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ/ ΔΕΞΑΜΕΝΗ	40628290011
8	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΑΝΩ ΣΩΤΗΡΙΤΣΑ	ΜΕΤΟΧΙ - ΡΙΖΑΚΗ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40540207024
9	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΑΝΩ ΣΩΤΗΡΙΤΣΑ	ΑΝΤΛΙΟΣΤΑΣΙΟ ΒΙΓΛΑ - ΜΕΤΟΧΙΑ	ΔΕΞΑΜΕΝΗ	40635738010
10	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΑΝΩ ΣΩΤΗΡΙΤΣΑ	ΜΕΤΟΧΙ - ΚΑΡΤΣΑΦΛΕΚΗ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40637778015
11	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΑΝΩ ΣΩΤΗΡΙΤΣΑ	ΜΠΡΑΪΜΙ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40635635017
12	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΑΝΩ ΣΩΤΗΡΙΤΣΑ	ΠΕΥΚΑ - ΜΕΛΙΣΣΙΑ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	4064709201
13	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΣΚΗΤΗΣ	ΙΣΙΩΜΑΤΑ	ΛΙΜΝΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ	40663432017
14	ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	ΣΚΗΤΗΣ	ΜΠΟΥΡΜΠΟΥΛΗΘΡΑ	ΠΗΓΗ	4064039801
15	ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ	ΑΝΑΤΟΛΗ	ΝΤΑΚΟΥΛΑ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40677986018

ΠΟΜΟΝΕΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΔΗΜΟΥ ΑΓΙΑΣ					
Α/Α	ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΤΟΠΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΤΟΠΩΝΥΜΙΟ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ - ΠΗΓΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ
16	ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΙΝΗ	ΓΕΦΥΡΑΚΙΑ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40664631017
17	ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ	ΜΑΡΜΑΡΙΝΗ	ΚΟΖΑΒΛΟ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40589081015
18	ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ	ΔΗΜΗΤΡΑ	ΤΟΕΒ ΧΩΡΙΟ, ΚΑΤΩ ΔΡΟΜΟ	ΛΙΜΝΟ ΔΕΞΑΜΕΝΗ	484200480-011
19	ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ	ΔΗΜΗΤΡΑ	ΟΙΚΙΣΜΟΣ (ΑΡΜΕΝΙΟΝ)	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40618795018
20	ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ	ΑΜΥΓΔΑΛΗ	ΤΣΑΪΡΗ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40589642015
21	ΑΓΙΑΣ	ΑΕΤΟΛΟΦΟΣ	ΑΛΩΝΙΑ - ΓΗΠΕΔΟ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40622007018
22	ΑΓΙΑΣ	ΑΕΤΟΛΟΦΟΣ	ΚΟΚΚΙΝΕΣ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40639622011
23	ΑΓΙΑΣ	ΑΕΤΟΛΟΦΟΣ	ΤΣΑΪΡΙ - ΚΑΡΑΝΙΚΑ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40612153011
24	ΑΓΙΑΣ	ΑΝΑΒΡΑ	ΠΑΛΙΑΜΠΕΛΑ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	4058895301
25	ΑΓΙΑΣ	ΓΕΡΑΚΑΡΙ	ΝΤΙΡΕΣ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	4058895201
26	ΑΓΙΑΣ	ΓΕΡΑΚΑΡΙ	ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40673501010
27	ΑΓΙΑΣ	ΕΛΑΦΟΣ	ΑΜΥΓΔΑΛΙΑ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40603800016
28	ΑΓΙΑΣ	ΕΛΑΦΟΣ	ΓΡΙΒΑ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40624415017
29	ΑΓΙΑΣ	ΜΕΓΑΛΟΒΡΥΣ Ο	ΠΕΤΡΑΛΩΝΑ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40653000013
30	ΑΓΙΑΣ	ΜΕΤΑΞΟΧΩΡΙ	ΧΩΡΑ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40627306015
31	ΑΓΙΑΣ	ΜΕΤΑΞΟΧΩΡΙ	ΜΕΤΟΧΙ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40618715015
32	ΑΓΙΑΣ	ΝΕΡΟΜΥΛΟΙ	ΜΕΤΣΙΤΙ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40589107019
33	ΑΓΙΑΣ	ΠΟΤΑΜΙΑ	ΑΓ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40640703014
34	ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ	ΟΜΟΛΙΟ	ΓΗΠΕΔΟ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	40632407012
35	ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ	ΟΜΟΛΙΟ	ΚΕΡΑΝΗ (ΠΑΛΙΟ)	ΠΟΤΑΜΙ	40663144015
36	ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ	ΟΜΟΛΙΟ	ΚΕΡΑΝΗ (ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΟ)	ΠΟΤΑΜΙ	40680905011
37	ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ	ΟΜΟΛΙΟ	ΑΓΡΙΑΔΕΣ (ΠΑΛΙΟ)	ΠΟΤΑΜΙ	40663156016

ΠΟΜΟΝΕΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΔΗΜΟΥ ΑΓΙΑΣ					
A/A	ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ	ΤΟΠΙΚΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΤΟΠΩΝΥΜΙΟ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ - ΠΗΓΗ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ
38	ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ	ΟΜΟΛΙΟ-ΣΤΟΜΙΟ	ΣΤΑΒΑΡΙ	ΠΟΤΑΜΙ	40650134018
39	ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ	ΟΜΟΛΙΟ	ΠΑΛΙΟΒΟΡΙΑ (ΠΑΛΙΟ)	ΠΟΤΑΜΙ	40663155015
40	ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ	ΟΜΟΛΙΟ	ΠΑΛΙΟΒΟΡΙΑ - ΠΛΑΤΑΝΟΣ (ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΟ)	ΠΟΤΑΜΙ	40680906012

Περιγραφή των αναγκών του Αναθέτοντα Φορέα

Η προμήθεια και εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 999,90 kWp και η λειτουργία αυτών υπό το καθεστώς του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (virtual net-metering), η οποία θα έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του ενεργειακού κόστους των εγκαταστάσεων άρδευσης του Δήμου Αγιάς.

Προκαταρκτικές διαβουλεύσεις της αγοράς- Προηγούμενη εμπλοκή υποψηφίων :

Στοιχεία ωριμότητας της Σύμβασης

Σύμφωνα με το Ν.3851/2010, παράγραφος 12 του άρθρου 2, «εξαιρούνται από την υποχρέωση να λάβουν άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή άλλη διαπιστωτική απόφαση, φυσικά ή νομικά πρόσωπα που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από τις εξής εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α.:

γ) φωτοβολταϊκούς ή ηλιοθερμικούς σταθμούς με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη ή ίση του ενός (1) MWp.

Στον ίδιο νόμο, στο εδάφιο 13 του άρθρου 3 σημειώνεται ότι «οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α. που εξαιρούνται από την έκδοση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με το άρθρο 4, απαλλάσσονται από την υποχρέωση να λάβουν άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας».

Για τον φωτοβολταϊκό σταθμό, ισχύος 999,90 kWp που θα εγκατασταθεί έχει ληφθεί Βεβαίωση Απαλλαγής από την υποχρέωση έκδοσης Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων ή υπαγωγής σε Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις με αριθμ. πρωτ.: [181602/11-05-2022](#) από το Τμήμα Περιβάλλοντος ΠΕ Λάρισας της Δ/σης Περιβάλλοντος & Χωρικού Σχεδιασμού της Περιφέρειας Θεσσαλίας.

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ

Αντικείμενο της σύμβασης είναι η προμήθεια και εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 999,90 kWp. Με αυτόν τον τρόπο και με δεδομένη την ανάγκη για μείωση του ενεργειακού κόστους των εγκαταστάσεων, το σύνολο της ηλεκτρικής ενέργειας που θα παράγεται από τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις θα συμψηφίζεται υπό του καθεστώτος εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (Virtual Net Metering) με εγκαταστάσεις άρδευσης του Δήμου Αγιάς. Ο υπό προμήθεια βασικός Η/Μ εξοπλισμός για την εγκατάσταση και σύνδεση κάθε φωτοβολταϊκού σταθμού με το δίκτυο διανομής του ΔΕΔΔΗΕ αποτελείται

από:

- i. Φωτοβολταϊκά Πλάσια (PV Panels)
- ii. Μεταλλικές Βάσεις Στήριξης Φωτοβολταϊκών Πλαισίων
- iii. Μετατροπείς Ισχύος (Inverter) DC/AC
- iv. Δίκτυο Διανομής Συνεχούς Ρεύματος (DC)
- v. Πίνακες ελέγχου και προστασίας Εναλλασσόμενου Ρεύματος Χαμηλής Τάσης (AC)
- vi. Δίκτυο Διανομής Εναλλασσόμενου Ρεύματος Χαμηλής Τάσης (AC)
- vii. Υποσταθμό ανύψωσης της Χαμηλής Τάσης σε Μέση Τάση
- viii. Σύστημα Γείωσης και Ισοδυναμικής Προστασίας
- ix. Σύστημα παρακολούθησης, εποπτείας, ελέγχου και συλλογής δεδομένων παραγωγής
- x. Μετρητική διάταξη καταγραφής παραγωγής σύμφωνα με το σχετικό αναρτημένο στο διαδίκτυο, σύμφωνα με το ενημερωτικό σημείωμα του ΔΕΔΔΗΕ για φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις αυτοπαραγωγών.

Απαιτήσεις και Τεχνικές Προδιαγραφές ανά τμήμα αντικειμένου

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

- i. Ο τελικός σχεδιασμός των Φ/Β σταθμών σύμφωνα με την προσφορά του
- ii. Η Μεταφορά όλων των υλικών στις θέσεις εγκατάστασης
- iii. Η Τοποθέτηση/εγκατάσταση όλων των υπό προμήθεια ειδών
- iv. Η διαμόρφωση του χώρου σε κάθε αγροτεμάχιο, όπου αυτό απαιτείται για να μπορέσει να εφαρμόσει την προσφορά του. Αναφέρονται ενδεικτικά και όχι περιοριστικά οι παρακάτω εργασίες διαμόρφωσης του χώρου: ισοπέδωση του χώρου, αποψίλωση και απομάκρυνση φυτικής βλάστησης(θάμνοι κλπ.), απομάκρυνση μπάζων από εναπόθεση σκυροδέματος και λοιπών μπάζων
- v. Η δοκιμή και θέση σε λειτουργία του κάθε Φ/Β Σταθμού
- vi. Η σύνδεση του Φ/Β σταθμού – για τον σταθμό ισχύος 999,90 kWp σύμφωνα με τις υποδείξεις του ΔΕΔΔΗΕ (απαραίτητος εξοπλισμός για σύνδεση Φ/Β μέσω virtual net metering)
- vii. Η έκδοση όλων των απαιτούμενων αδειών για την νόμιμη σύνδεση του Φ/Β σταθμού με το δίκτυο (έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας κλπ.)
- viii. Σύνταξη και υποβολή Υπεύθυνης Δήλωσης Ηλεκτρολόγου που θα απαιτηθεί για την σύνδεση του Φ/Β σταθμού όπου απαιτείται
- ix. Η εκπαίδευση του προσωπικού της Τεχνικής Υπηρεσίας του Δήμου Αγιάς

Οι Τεχνικές Προδιαγραφές παρουσιάζονται αναλυτικά στο τεύχος 'Τεχνικών προδιαγραφών' της παρούσας Διακήρυξης σύμβασης της προμήθειας με τίτλο: «Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ - Φωτοβολταϊκά) για την βελτίωση της ενεργειακής αυτονομίας των εγκαταστάσεων άρδευσης του Δήμου Αγιάς». Παρακάτω παρατίθεται η Αναλυτική Περιγραφή του Φυσικού Αντικειμένου της Σύμβασης.

1 Θέσεις Εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών σταθμών

1.1 Αγροτεμάχιο πλησίον Μεταξοχωρίου

Το αγροτεμάχιο ΜΕΤΑΞΟΧΩΡΙ (Π.ΚΤ. 14-17) βρίσκεται στην περιοχή Μεταξοχώρι, του Δήμου Αγιάς, στην Περιφέρεια Θεσσαλίας και συγκεκριμένα στην Π.Ε. Λάρισας.



- Συντεταγμένες : $x=391840$, $y=4397121$
- Θέση : Μεταξοχώρι, Δήμου Αγιάς, Π.Ε. Λάρισας
- Επιφάνεια: 23.275 m^2

Η προτεινόμενη χωροθέτηση του έργου πρόκειται να πραγματοποιηθεί σε ιδιόκτητη έκταση του Δήμου Αγιάς, και θα καλύψει τα $18.827,76 \text{ τ.μ.}$ από μια συνολική έκταση 23.275 τ.μ. (σύμφωνα με επίγεια καταμέτρηση) (Σχ. 1.2), η οποία βρίσκεται εκτός του οριοθετημένου οικισμού Μεταξοχωρίου, στην Κτηματική Περιφέρεια Μεταξοχωρίου, της Τοπικής Κοινότητας Μεταξοχωρίου, της Δημοτικής Ενότητας Αγιάς, του Δήμου Αγιάς, της Περιφέρειας Θεσσαλίας.

2 Σχεδίαση Φωτοβολταϊκών Σταθμών

2.1 Κανονισμοί

Για τη σχεδίαση των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και τη σύνταξη της παρούσας μελέτης λήφθηκαν υπόψιν οι παρακάτω κανονισμοί:

1. Κανονισμός ΕΛΟΤ HD 384 “Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις”.
2. Υπουργική απόφαση με θέμα “Θέματα Ασφάλειας, Ελέγχου, Επανελέγχου και Σύνδεσης με τα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας των Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων” (ΦΕΚ Β’ /1222/05.09.2006).
3. Γερμανικοί κανονισμοί DIN και VDE συμπληρωματικά προς τους ελληνικούς.
4. Ελληνικό / Ευρωπαϊκό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305 – 1: 2006, “Protection against lightning”.
5. Ευρωπαϊκό πρότυπο EN62446 “Grid connected photovoltaic systems – Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection”.

2.2 Προτεινόμενος ενδεικτικός εξοπλισμός για κάθε Φωτοβολταϊκό Σταθμό

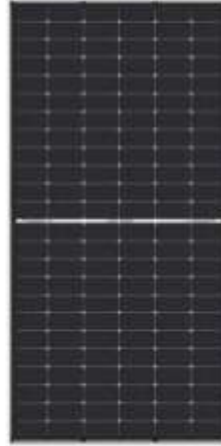
2.2.1 Φωτοβολταϊκά Πλαίσια

Σημειώνεται ότι για το σχεδιασμό των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων και την πραγματοποίηση των υπολογισμών χρησιμοποιήθηκαν τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενδεικτικού εξοπλισμού ο οποίος είναι διαθέσιμος στην ελληνική αγορά. Τα εν λόγω τεχνικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται ακολούθως. **Σημειώνεται ότι τα ακόλουθα φωτοβολταϊκά πλαίσια αλλά και ο υπόλοιπος εξοπλισμός (π.χ. inverters) που χρησιμοποιείται στο παρόν Παράρτημα δεν είναι δεσμευτικός για τον ανάδοχο. Δεσμευτικά είναι τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού όπως αυτά περιγράφονται στο εγκεκριμένο τευχος ‘Τεχνικών Προδιαγραφών’ της διακηρυξης της σύμβασης «Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ - Φωτοβολταϊκά) για την βελτίωση της ενεργειακής αυτονομίας των εγκαταστάσεων άρδευσης του Δήμου Αγιάς».**

Για τον φωτοβολταϊκό σταθμό 999,9 kW_p θεωρήθηκαν 1.818 φωτοβολταϊκά πλαίσια μονοκρυσταλλικού πυριτίου αντίστοιχα, ονομαστικής ισχύος 550 W_p. Για λόγους ευκολίας και πληρότητας της τεχνικής περιγραφής, παρατίθενται στη συνέχεια τα κυριότερα χαρακτηριστικά αυτών:

Tiger Neo N-type 72HL4-BDV 550-570 Watt

BIFACIAL MODULE WITH
DUAL GLASS



N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2014); IEC61730(2014)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

Occupational health and safety management systems

Key Features



SMBB Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



Hot 2.0 Technology

The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETF.



PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.



Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



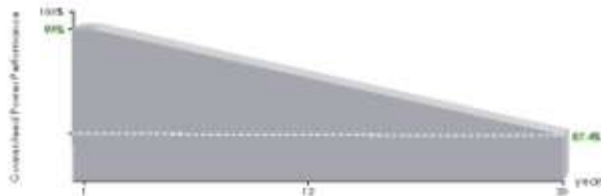
Higher Power Output

Module power increases 5-20% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.



POSITIVE QUALITY™
THE POWER OF TRUST

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY



12 Year Product Warranty

30 Year Linear Power Warranty

0.40% Annual Degradation Over 30 years

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των πλαισίων αναφέρονται στη συνέχεια:

1. Ονομαστική ισχύς φωτοβολταϊκού πλαισίου (Wp) σε συνθήκες STC είναι 550 Wp
2. Τάση ανοικτού κυκλώματος και σημείου μέγιστης ισχύος $V_{oc}=50,27\text{ V}$ & $V_{mp}=41,58\text{ V}$
3. Ρεύμα βραχυκύκλωσης και σημείου μέγιστης ισχύος $I_{sc}=14,01\text{ A}$ & $I_{mp}=13,23\text{ A}$
4. Μέγιστο fuse rating $I_R=30\text{ A}$
5. Μέγιστη επιτρεπτή τάση συστήματος $V_{DC}=1500\text{ V}$
6. Συντελεστής πλήρωσης Φ/Β στοιχείου (Fill Factor). Ο συντελεστής πλήρωσης στο προσφερόμενο ΦΒ πλαίσιο είναι ίσος με 0,801. Υπολογίζεται ως εξής: $FF = (V_{mp} \times I_{mp}) / (V_{oc} \times I_{sc}) = (41,58 \times 13,23) / (50,27 \times 14,01) = 0,781$
7. Βαθμός απόδοσης φωτοβολταϊκού πλαισίου σε STC συνθήκες είναι ίσος με 21,29 %
8. Θερμοκρασιακός συντελεστής ρεύματος βραχυκυκλώσεως (%/°C) ίσος με 0,046%/°C
9. Θερμοκρασιακός συντελεστής Τάσης Ανοικτού Κυκλώματος (%/°C) ίσος με -0,25%/°C
10. Θερμοκρασιακός συντελεστής μέγιστης ισχύος (%/°C) πλαισίου ίσος με -0,30%/°C
11. Βαθμός στεγανότητας από υγρασία και σκόνη (IP) ίση με IP68.
12. Μηχανική αντοχή μεταλλικού πλαισίου ίση με 5400 Pa (Designload)
13. Απόδοση φωτοβολταϊκού πλαισίου εγγυημένη κατά το 25° έτος από την ημερομηνία εγκατάστασης ίση με 85,12 % τουλάχιστον. Το ενδεικτικά αναφερόμενο στην παρούσα έχει 87,4%.
14. Εγγύηση κατασκευής των φωτοβολταϊκών πλαισίων ίση με 12 έτη.
15. Εγγύηση της γραμμικότητας της προβλεπόμενης παραγωγής τουλάχιστον 25 έτη.

Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες θα πρέπει είναι πιστοποιημένες κατά IEC 61215 και, IEC 61730 και να είναι κατάλληλες για διάθεση στην Ευρωπαϊκή Ένωση (CE listed).

Κάθε φωτοβολταϊκή γεννήτρια διαθέτει στεγανό τερματικό κυτίο (IP68). Τα κυτία αυτά περιέχουν τον Θετικό και τον Αρνητικό πόλο εξόδου, που καταλήγουν μέσω καλωδίων σε βύσματα τύπου Multi Contact (MC) και 3 διόδους "by pass" για προστασία από ανάστροφα ρεύματα.

2.2.2 Ηλιακοί αντιστροφέεις (Solar Inverters)

Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης, έγινε πλήθος υπολογισμών και εκτιμήσεων ενεργειακής απόδοσης της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης σε σχέση με την επιλογή εξοπλισμού, μεθόδου εγκατάστασης, χωροθέτησης, συνδεσμολογίας, κ.λπ. Επιλέχθηκαν ενδεικτικοί τύποι εξοπλισμού που οδηγούν στα βέλτιστα αποτελέσματα. Για τους αντιστροφέεις επιλέχθηκαν ως ενδεικτικού τύπου αντιστροφέεις του εμπορίου και κατά τους υπολογισμούς. Για λόγους ανάλυσης των υπολογισμών δίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των αντιστροφέων που χρησιμοποιήθηκαν.

Σημειώνεται ότι οι συγκεκριμένοι αντιστροφέεις που χρησιμοποιούνται στο παρόν τεύχος δεν είναι δεσμευτικοί για τον ανάδοχο. Δεσμευτικά για τον προσφερόμενο είναι τα τεχνικά χαρακτηριστικά των αντιστροφέων όπως αυτά περιγράφονται στο **εγκεκριμένο τεύχος 'Τεχνικών Προδιαγραφών' της διακήρυξης της σύμβασης «Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ - Φωτοβολταϊκά) για την βελτίωση της ενεργειακής αυτονομίας των εγκαταστάσεων άρδευσης του Δήμου Αγιάς».**

Οι Inverters που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα τεχνική περιγραφή είναι μετατροπείς συστοιχίας (smart string inverters), χωρίς μετασχηματιστή απομόνωσης (transformerless) και ονομαστικής ισχύος 200 kW της Solar Huawei. Επίσης είναι σχεδιασμένοι έτσι ώστε να εξυπηρετούν πολλαπλές συστοιχίες (strings) φωτοβολταϊκών πλαισίων ο καθένας, σύμφωνα με τις αντίστοιχες αναλύσεις που δίνονται στις επιμέρους εγκαταστάσεις.

Η χρήση του συγκεκριμένου τύπου αντιστροφέα θα πρέπει να ενδείκνυται τόσο για εσωτερικούς όσο και για εξωτερικούς χώρους, μιας και χαρακτηρίζεται από συμπαγή και ανθεκτική κατασκευή (IP66) με αδιάβροχες υποδοχές συνδέσμων (waterproof connector + OT/DT Terminal) και ένα εκτεταμένο εύρος θερμοκρασιακής αντοχής από τους -25°C έως τους +60 °C, αφού διαθέτει smart air cooling system.

Ο αντιστροφέας είναι εναρμονισμένος με τα Ελληνικά πρότυπα διασύνδεσης με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ και διαθέτει ποικίλες διεπαφές επικοινωνίας (WLAN + APP, USB, MBUS, RS485) με άλλα συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου της απόδοσης και των κρίσιμων παραμέτρων και είναι συμβατός με διαγνωστικά συστήματα.

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην πλήρη εκμετάλλευση του υψηλού βαθμού απόδοσης των αντιστροφέων. Βάσει αυτού του κριτηρίου, έγινε η επιλογή του πλήθους των φωτοβολταϊκών πανέλλων ανά string ώστε να μεγιστοποιηθεί η χρονική περίοδος εντός της οποίας οι inverters θα λειτουργούν σε επίπεδα τάσης μέγιστου βαθμού απόδοσης. Ο συγκεκριμένος αντιστροφέας εμφανίζει μέγιστη απόδοση 99% και European Efficiency 98,80%.

SUN2000-215KTL-H0 Smart String Inverter




9
MPPT Trackers


Max. Efficiency
>99.0%


Smart String-Level
Disconnect

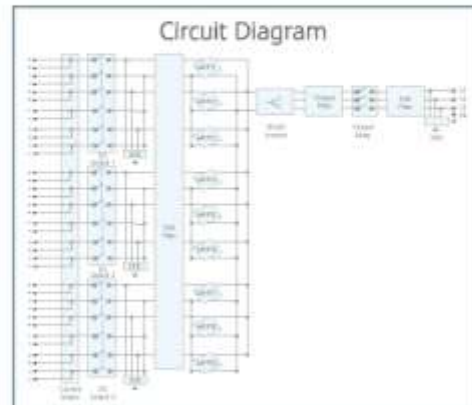

Smart I-V Curve
Diagnosis Supported


MBUS
Supported


Fuse Free
Design


Surge Arresters for
DC & AC


IP66
Protection



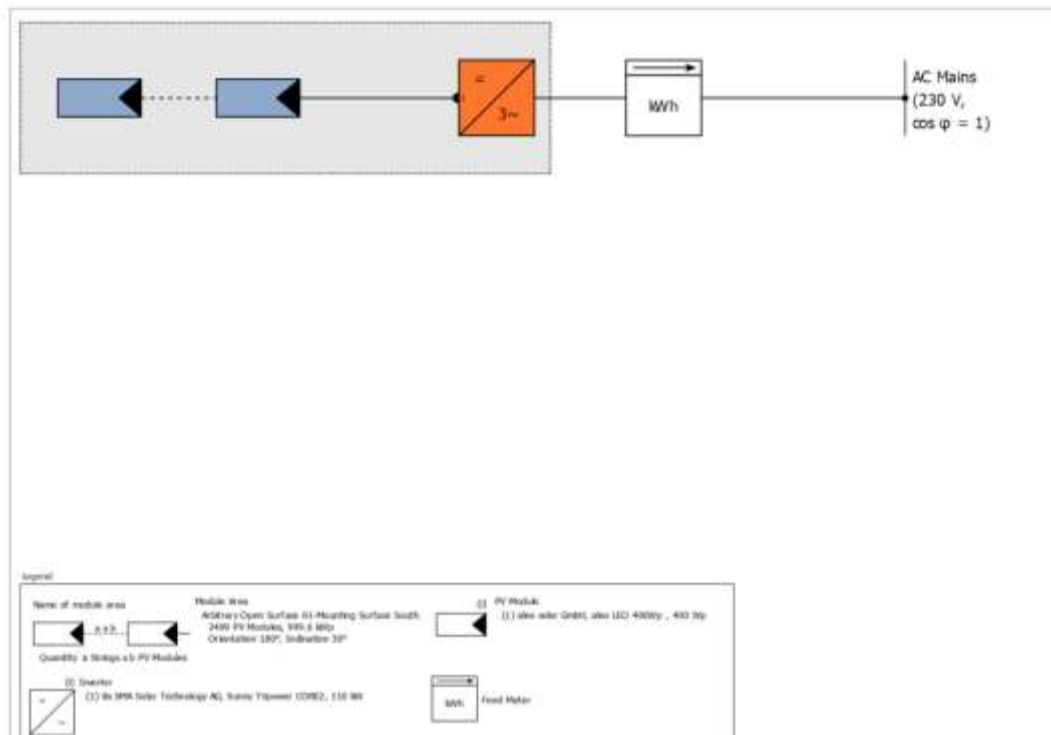
Technical Specifications

Efficiency		
Max. Efficiency		99.00%
European Efficiency		98.80%
Input		
Max. Input Voltage		1,500 V
Max. Current per MPPT		30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT		50 A
Start Voltage		550 V
MPPT Operating Voltage Range		500 V – 1,500 V
Nominal Input Voltage		1,080 V
Number of Inputs		18
Number of MPP Trackers		9
Output		
Nominal AC Active Power		200,000 W
Max. AC Apparent Power		215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)		215,000 W
Nominal Output Voltage		800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency		50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current		144.4 A
Max. Output Current		155.2 A
Adjustable Power Factor Range		0.8 LG – 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion		< 3%
Protection		
Input-side Disconnection Device		Yes
Anti-islanding Protection		Yes
AC Overcurrent Protection		Yes
DC Reverse-polarity Protection		Yes
PV-array String Fault Monitoring		Yes
DC Surge Arrester		Type II
AC Surge Arrester		Type II
DC Insulation Resistance Detection		Yes
Residual Current Monitoring Unit		Yes
Communication		
Display		LED Indicators, WLAN + APP
USB		Yes
MBUS		Yes
RS485		Yes
General		
Dimensions (W x H x D)		1,095 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)		≤26 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range		-25°C – 60°C (-13°F – 140°F)
Cooling Method		Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating		4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity		0 – 100%
DC Connector		Staubli MCA EVO2
AC Connector		Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree		IP66
Topology		Transformerless



SOLAR.HUAWEI.COM

Παρακάτω, απεικονίζεται σχηματικό διάγραμμα της εγκατάστασης:



2.2.3 Συστήματα Στήριξης Φωτοβολταϊκών Πλαισίων

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα τοποθετηθούν σε στηρικτικό σύστημα, η σχεδίαση του οποίου θα επιτρέψει τη γρήγορη και αξιόπιστη εγκατάσταση με εξαρτήματα που συνδυάζονται ευέλικτα και αποτελεσματικά. Οι βάσεις που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι σταθερές.

Το στηρικτικό σύστημα θα είναι πιστοποιημένο κατά Ευρωκώδικα 1 & 3 και ΕΑΚ 2000. Η γωνία κλίσης των panels θα είναι στις 30 μοίρες από τον οριζόντιο άξονα, με τοποθέτηση δύο panels σε διάταξη portrait.

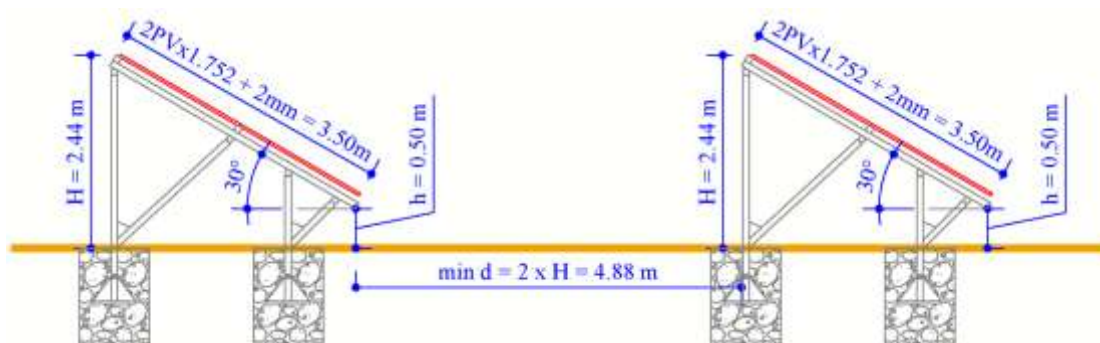
Το υπό εγκατάσταση στηρικτικό σύστημα θα έχει πιστοποιημένη στατική επάρκεια, στο πλαίσιο της οποίας έχουν ληφθεί υπόψιν τα τοπικά δεδομένα ταχύτητας ανέμων (αιολικό φορτίο) και χιονοπτώσεων, καθώς και τυχούσες εδαφικές ιδιομορφίες. Η μελέτη στατικότητας του στηρικτικού συστήματος αποτελεί υποχρέωση του αναδόχου.

Δεδομένου ότι το έδαφος του αγροτεμαχίου χαρακτηρίζεται βραχώδες, ως μέθοδος έδρασης του στηρικτικού συστήματος προκρίνεται η διάνοιξη οπών με τη χρήση ειδικού διατρητικού μηχανήματος (wagon drill) και η έδραση των πασσάλων με τη μέθοδο της μεπτόμπηξης. Επίσης, το σύστημα έδρασης και θεμελίωσης του στηρικτικού θα πρέπει να προσδιορισθεί κατόπιν σχετικής εδαφοτεχνικής και στατικής μελέτης και τεκμηριωμένης υπόδειξης του κατασκευαστή (βλέπε και Τεχνικές Προδιαγραφές).

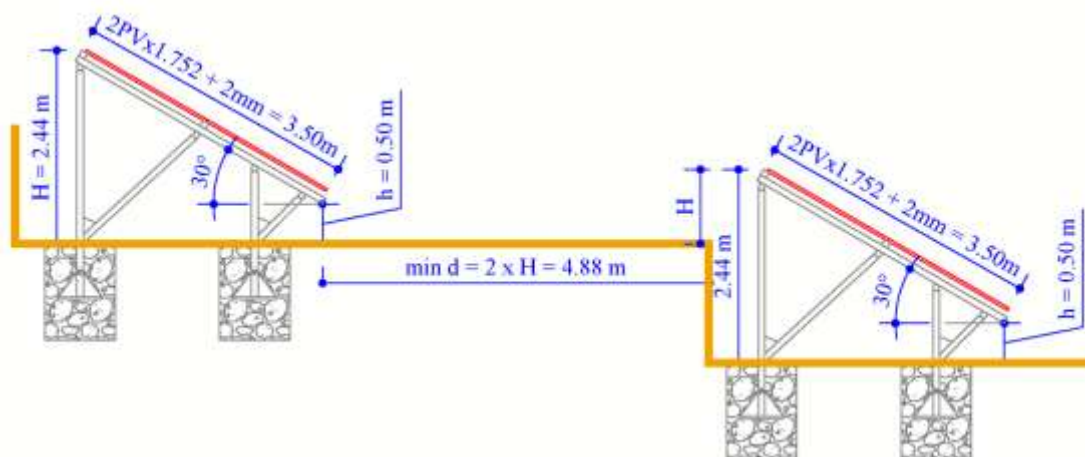
Η κλίση των ΦΒ πλαισίων θα είναι τριάντα μοίρες (30°), με απόλυτο νότιο προσανατολισμό. Η διάταξη των ΦΒ πλαισίων θα είναι κατακόρυφη (portrait), με δύο (2) πλαίσια. Η απόσταση του κατώτατου μέρους του ΦΒ πλαισίου από το έδαφος θα είναι τουλάχιστον 50

cm. Η σύσφιξη του κάθε πλαισίου στις ράγες αλουμινίου θα γίνεται σύμφωνα με το εγχειρίδιο εγκατάστασης των ΦΒ πλαισίων.

Το διάκενο “d” μεταξύ δύο διαδοχικών συστοιχιών σε σχέση με το ύψος “H”, θα είναι σύμφωνα με τη σχέση: $d = 2 \times H$. Και σε κάθε περίπτωση όχι μικρότερο από 4.88 m, όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα για τοποθέτηση σε οριζόντιο έδαφος:



και αντίστοιχα για τοποθέτηση σε επικλινές έδαφος:



Οι μεταλλικές βάσεις θα συνοδεύονται από εγγύηση κατά της διάβρωσης είκοσι (20) ετών τουλάχιστον.

Ο Ανάδοχος θα ακολουθήσει πιστά τα εγχειρίδια εγκατάστασης τόσο των βάσεων όσο και των ΦΒ πλαισίων για την ορθή τοποθέτηση αυτών. Επίσης για την ορθή επιλογή διατομών και βάθος έμπτυξης των πασσάλων, ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να εκπονήσει είτε γεωτεχνική μελέτη είτε pull-out test. Η βάση στήριξης θα συμμορφώνεται με τους Ευρωπαϊκούς περί ανεμοπιέσεων και φορτίου χιονιού. Η εταιρεία κατασκευής των βάσεων θα διαθέτει ISO 9001 και ISO 14001.

Οι μεταλλικές βάσεις στήριξης των Φ/Β πλαισίων θα τοποθετηθούν υπό σταθερή κλίση και θα θεμελιωθούν στο έδαφος με την μέθοδο είτε:

- της πασσαλόμπηξης είτε
- της μπετόμπηξης

Ο τρόπος στήριξης που θα επιλεγεί από τον ανάδοχο, θα τεκμηριώνεται στην προσφορά του με σχετική στατική μελέτη που θα κατατεθεί, λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες του εδάφους μετά την επίσκεψη και αυτοψία. Κατά την φάση της κατασκευής και των δοκιμαστικών ελέγχων πριν την έναρξη των εργασιών και σε περίπτωση αδυναμίας στήριξης σύμφωνα με τον προβλεπόμενο τρόπο που δηλώθηκε ο ανάδοχος θα είναι αποκλειστικός υπεύθυνος αλλαγής του τρόπου στήριξης και σε καμία περίπτωση δεν δύναται να τροποποιηθεί το χρονοδιάγραμμα του έργου και οι ποινικές ρήτρες μη τήρησης αυτού.

2.2.4 Οδεύσεις καλωδιώσεων

Γενικά όλα τα καλώδια της εγκατάστασης θα πρέπει να ακολουθούν τους κανονισμούς του ΕΛΟΤ και να ανταποκρίνονται τόσο σε ακραίες καιρικές συνθήκες (θερμοκρασία περιβάλλοντος, υγρασία, υπεριώδης ακτινοβολία, διάβρωση λόγω του περιβάλλοντος λειτουργίας) όσο και σε ακραίες συνθήκες λειτουργίας (υψηλές θερμοκρασίες, υπερτάσεις). Ακόμη θα πρέπει να παρουσιάζουν αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις (κρούση, κάμψη) και σε προσβολή από τα διάφορα τρωκτικά. Τα καλώδια γείωσης όπου προβλέπονται, θα πρέπει να έχουν τουλάχιστον τις προτεινόμενες από τους ισχύοντες κανονισμούς διατομές.

Τα καλώδια εναλλασσόμενης Μέσης και Χαμηλής Τάσης, θα οδεύουν πάντα υπογείως, προστατευμένα εντός σωληνώσεων. Κάθε σωλήνα θα φέρει ένα (1) και μόνο καλώδιο. Στα σημεία εισόδου και εξόδου από το έδαφος, θα εγκατασταθούν απαραίτητως φρεάτια κατάλληλων διαστάσεων. Το βάθος όδευσης θα είναι 0,7m για τη χαμηλή τάση και 1,0m για τη μέση τάση. Απαραίτητως πάνω από τις σωληνώσεις θα τοποθετηθεί ειδικό πλέγμα σήμανσης ύπαρξης καλωδίων. Η επίχωση των χαντακιών θα γίνει με άμμο στο χώρο περιμετρικά των σωληνώσεων και το υπόλοιπο με τα προϊόντα εκσκαφής. Η εγκατάσταση των καλωδίων θα είναι σύμφωνα με ΕΛΟΤ HD384.

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

1. **Δίκτυο καλωδιώσεων υπό DC τάση:** Αφορά τις καλωδιώσεις που συνδέουν τους inverters με τα φωτοβολταϊκά panels.
2. **Δίκτυο καλωδιώσεων υπό AC τάση:** Αφορά τις καλωδιώσεις μεταξύ των inverters και του πίνακα παραγωγής

Οι σπιράλ σωλήνες που έχουν επιλεγεί για εγκατάσταση στο έργο έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Πρόκειται για σωλήνες διπλού δομημένου τοιχώματος παράγονται από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο (HDPE) με βάση τις απαιτήσεις της LVD και των ευρωπαϊκών προτύπων EN 50086-2-4 & EN 61386-24. Η εξωτερική επιφάνειά τους είναι κυματοειδής

(σπιράλ) και χρώματος ανοικτού γκρι RAL 7035, ενώ η εσωτερική τους επιφάνεια είναι λεία και χρώματος μαύρου RAL 9004.

Τα βασικά χαρακτηριστικά τους είναι:

1. Έχουν εξαιρετικές αντοχές σε συμπίεση (min 500Nt) και κρούση (Normal duty) λόγω της υψηλής ποιότητας των παρθένων πρώτων υλών (HDPE) από τα οποία παράγονται τα δύο τοιχώματα.
2. Ενσωματώνουν ειδικό υλικό (slip) στην εσωτερική λεία επιφάνειά τους που επιτυγχάνει την ευκολότερη όδευση των καλωδίων λόγω της σημαντικής (έως και 50%) μείωσης των τριβών.
3. Δεν καταστρέφονται από τα τρωκτικά λόγω ειδικού οικολογικού αντιτρωκτικού που προστίθεται στο εσωτερικό του σωλήνα.
4. Αντέχουν στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία (>5 χρόνια) λόγω των ειδικών σταθεροποιητών (UV stabilizers).
5. Εξασφαλίζουν υψηλή στεγανότητα IP44 όταν συνδέονται με τις μούφες τους.
6. Διευκολύνουν την ομαλή όδευση του οδηγού των καλωδίων (ατσαλίνας) ή των ίδιων των καλωδίων στο εσωτερικό τους λόγω του προεγκατεστημένου οδηγού, με ελάχιστη αντοχή σε εφελκυσμό 650Nt (65 kg).
7. Διατίθενται με ειδικές τάπες που προστατεύουν το εσωτερικό τους.
8. Είναι πλήρως ανακυκλώσιμοι καθώς παράγονται από ελεύθερα αλογόνων και χαμηλής εκπομπής καπνού υλικά, ενώ συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις της ευρωπαϊκής οδηγίας RoHS και του κανονισμού REACH.
9. Ελέγχονται και φέρουν πιστοποίηση δοκιμών από το ανεξάρτητο ινστιτούτο VDE.

2.2.5 Καλωδιώσεις DC

Για τις ηλεκτρικές συνδέσεις που πρόκειται να πραγματοποιηθούν υπό DC τάση θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου "Solar Type" ειδικά για χρήση σε φωτοβολταϊκά συστήματα. Το σύνολο των καλωδίων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν θα είναι πιστοποιημένα με το διεθνές πρότυπο H1Z2Z2-K.

Ενδεικτικά, τα καλώδια αυτά έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Cores number x section (N° x mm ²)	Approx conductor diameter (mm)	Minimum insulation thickness (mm)	Maximum external diameter (mm)
1 x 6	3.0	0.7	6.9

Approx cable weight (Kg/Km)	Maximum electric resistance 20°C (Ohm/km)	Current carrying 60°C (A)
90.7	3.39	70

Σημειώνεται ότι το μέγιστο ρεύμα των φωτοβολταϊκών panels, όπως προκύπτει από τα τεχνικά φυλλάδια, είναι 14.01 A. Λαμβάνοντας υπόψιν την απαίτηση του προτύπου EN62446 σχετικά με τη σχεδίαση υπό το κριτήριο του $1,25 \times (I_{sc})$, το αντίστοιχο ρεύμα σχεδίασης είναι ίσο με 17,51 A. Ως εκ τούτου, η ικανότητα μεταφοράς ρεύματος 70 A, ακόμη και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 60°C, είναι υπέρ-επαρκής. Το κρίσιμο κριτήριο επιλογής της διατομής των καλωδίων είναι οι απώλειες που με την επιλογή των 6mm² διατηρούνται ιδιαίτερα χαμηλές και επομένως η διαστασιολόγηση των καλωδίων είναι επαρκής.

2.2.6 Καλωδιώσεις AC – Χαμηλής Τάσης

Οι καλωδιώσεις AC Χαμηλής Τάσης χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση του Πίνακα Παραγωγής με το ζυγό Χαμηλής Τάσης και τη σύνδεση των inverters με τον Πίνακα Αυτοπαραγωγού. Οι καλωδιώσεις θα είναι κατά κύριο λόγο υπόγειες με μεταβαλλόμενα μήκη (θέση inverters).

Για τις συνδέσεις μεταξύ των inverters και του Πίνακα Παραγωγής επιλέχθηκαν πενταπολικά καλώδια τύπου J1VV-R ή S.

2.2.7 Αντικεραυνική Προστασία

Για την αντικεραυνική προστασία του φωτοβολταϊκού σταθμού επιλέχθηκε αναζητήθηκε η βέλτιστη λύση βάσει του προτύπου EN62305.

Αρχικά, υπολογίστηκε η ισοδύναμη συλλεκτήρια επιφάνεια, εκτιμήθηκε η αναμενόμενη συχνότητα πληγμάτων από κεραυνό και η ισοδύναμη επιφάνεια κατασκευής. Για το ΣΑΠ επιλέχθηκε η λύση των ακίδων Franklin καθώς εντοπίστηκαν τα εξής πλεονεκτήματα: (i) Λαμβάνοντας υπόψιν το layout του φωτοβολταϊκού σταθμού, απαιτείται η χρήση περισσότερων της μίας ακίδας Early Streamer βάσει των μέγιστων επιτρεπτών ακτινών του προτύπου ή η υιοθέτηση ακτινών προστασίας εκτός προτύπου βάσει μετρήσεων εργαστηρίων, (ii) λόγω μεγάλης έκτασης του σταθμού και της μεθόδου εγκατάστασης των inverters, δεν απαιτείται η εγκατάσταση SPDs κατηγορίας προστασίας I για την προστασία του διανεμημένου εξοπλισμού (εκτός των SPDs που εγκαθίστανται εντός του ΥΣ) και (iii) επιτυγχάνεται η εγκατάσταση αξιόπιστου και εντός προδιαγραφών προτύπου EN62305 συστήματος αντικεραυνικής προστασίας με εύλογο κόστος.

Εγκατάσταση διανεμημένων ακίδων τύπου Franklin

Εξετάσθηκε η εφαρμογή της μεθόδου προστασίας όπως αυτή καθορίζεται στο πρότυπο EN62305 με την εγκατάσταση διανεμημένων ακίδων προστασίας τύπου Franklin. Από τη μελέτη που πραγματοποιήθηκε, διαπιστώθηκε ότι ο φωτοβολταϊκός σταθμός είναι κατηγορίας προστασίας III, σύμφωνα με το πρότυπο.

Βάσει αυτής της κατηγοριοποίησης, η ακτίνα της κυλιόμενης σφαίρας είναι 45 m. Θεωρώντας ύψος ακίδων από το επίπεδο των φωτοβολταϊκών panels 0,6 m, υπολογίζεται ως μέγιστη απόσταση μεταξύ των ακίδων:

$$d = 2 * (R^2 - (R - 0,6)^2)^{1/2} = 14,65 \text{ m}$$

οπότε, τοποθετώντας τις ακίδες σε απόσταση μικρότερη ή ίση των 14,65 m, επιτυγχάνεται πλήρης έλεγχος των φωτοβολταϊκών panels.

Ενδεικτική χωροταξική εγκατάσταση ακίδων επί σταθερών Φ/Β βάσεων:



Ενδεικτική σύνδεση κάτω άκρου Φ/Β βάσης με το σύστημα γείωσης χρησιμοποιώντας τα φυσικά μεταλλικά μέρη της Φ/Β βάσης εφόσον ικανοποιούν το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62561-1:



LPL	Class of LPS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Table 7: Relation between Lightning Protection Level (LPL) and Class of LPS (BS EN/IEC 62305-3 Table 1)

Εγκατάσταση Απαγωγών Κρουστικών Υπερτάσεων

Εκτός του συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας από άμεσο πλήγμα, προβλέπεται η εγκατάσταση απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων για προστασία από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα. Η προστασία περιλαμβάνει την εγκατάσταση απαγωγών σε τρία βασικά επίπεδα της εγκατάστασης, όπως περιγράφεται στη συνέχεια:

- ✓ Εντός του Πίνακα Παραγωγής πρόκειται να εγκατασταθούν απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων T1+T2. Με αυτόν τον τρόπο πρόκειται να επιτευχθεί προστασία έναντι των κρουστικών υπερτάσεων που προέρχονται από το δίκτυο MT της ΔΕΗ.
- ✓ Ο επιλεγμένος ενδεικτικός Inverter έχει εγκατεστημένους απαγωγούς κρουστικών υπερτάσεων κατηγορίας T2. Αν επιλεγθεί από τον ανάδοχο διαφορετικός inverter, θα

πρέπει, αν απουσιάζουν, να τοποθετηθούν μέσα προστασίας από κρουστικές υπερτάσεις.

2.2.8 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.

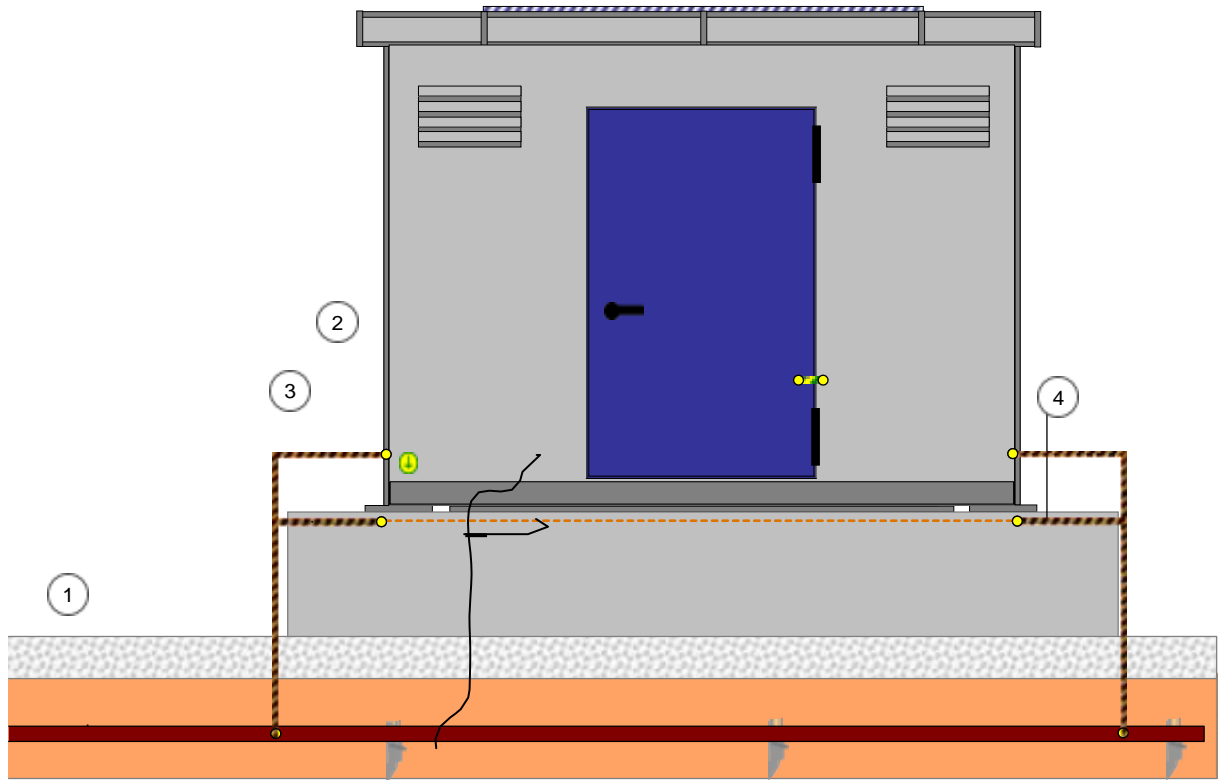
Στην περίπτωση πασσαλόμπηξης, οι γειωτές θα είναι St/tZn, ενώ στην περίπτωση μπετόμπηξης θα είναι χάλκινος ή επιχαλωμένος χάλυβας. Οι γειωτές θα οδεύουν σε βάθος με επαρκή υγρασία.

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. Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν θα πληρούν τις προϋποθέσεις των προτύπων του ΕΛΟΤ, που αναφέρονται παραπάνω. Ο Ανάδοχος θα προσκομίσει τα Δελτία Αποτελεσμάτων Εργαστηριακών Δοκιμών των υλικών, τα οποία έχουν ολοκληρώσει επιτυχώς τις δοκιμές.

Το κύριο σύστημα γείωσης θα αποτελείται από :

- Την περιμετρική γείωση του ΦΒ σταθμού που θα δημιουργεί βρόγχους και θα συνδέει άμεσα όλες τις σειρές του στηρικτικού μέσω κατάλληλων προδιαγραφόμενων ειδικών τεμαχίων, και
- Τη θεμελιακή γείωση του υποσταθμού ΜΤ/ΧΤ, η οποία θα εγκατασταθεί εντός της τσιμεντένιας βάσης αυτού.

Τα δύο αυτά συστήματα θα ενώνονται στην μπάρα γείωσης του υποσταθμού, στην οποία θα συνδέονται επίσης ο αγωγός ΡΕ, οι μπάρες ισοδυναμικών συνδέσεων του Υποσταθμού, το σασί του ΜΣ και των πεδίων Μέσης Τάσης.



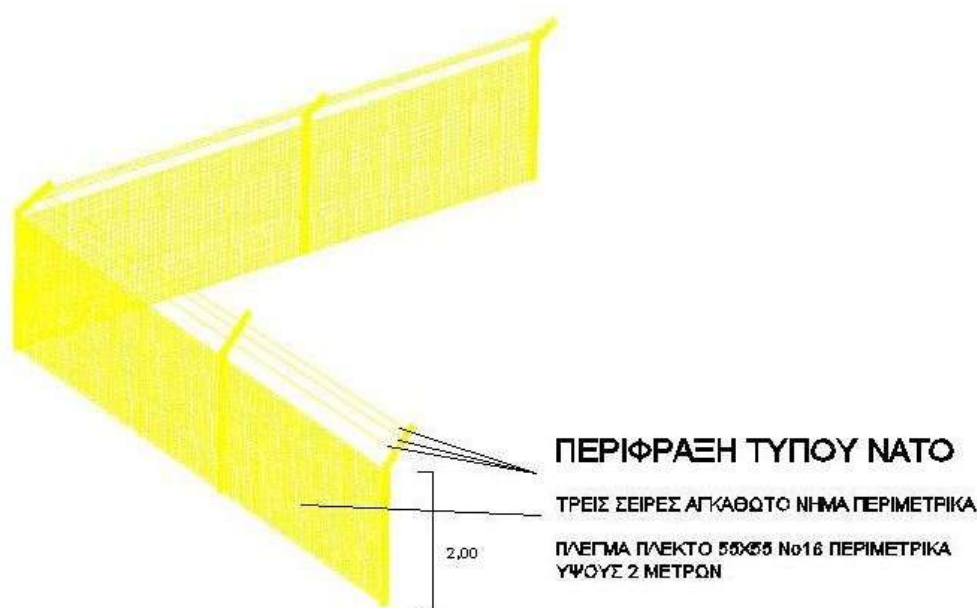
1	Πλέγμα γείωσης Φ/Β πάρκου
2	Αναμονή για γείωση οικίσκου και εσωτερικού περιμετρικού ζυγού
3	Αναμονή για γείωση ισοδυναμικού πλέγματος οικίσκου Υ/Σ
4	Ισοδυναμικό πλέγμα βρόχου 5x5cm

Η περιμετρική γείωση του φωτοβολταϊκού σταθμού, σε περίπτωση που η έδραση των πασσάλων γίνει με την μέθοδο της μετόμπτηξης, θα υλοποιηθεί με την εγκατάσταση χάλκινου(Cu) ή χαλύβδινου επιχαλκωμένου(St/eCu) στρόγγυλου αγωγού Φ8mm. Όλες οι μεταλλικές βάσεις θα ενωθούν μεταξύ τους με την εγκατάσταση πολύκλωνων εύκαμπτων ταινιών ισοδυναμικής σύνδεσης Cu/eSn.

Όλα τα υλικά γείωσης θα είναι πιστοποιημένα κατά EN 50164 ή κατά IEC/EN/ΕΛΟΤ 52561-2, προμήθειας αξιόπιστου κατασκευαστικού οίκου. Η επιτυχία του συστήματος γείωσης θα επιβεβαιωθεί μέσω της πραγματοποίησης μετρήσεων της αντίστασης γείωσης που θα γίνουν από τον Ανάδοχο. Σε περίπτωση που δεν επιτευχθεί η απαιτούμενη αντίσταση γείωσης, όπως αυτή θα προκύψει από τις μετρήσεις, θα πραγματοποιηθεί ενίσχυση του συστήματος με επιπλέον γειωτές.

2.2.9 Περίφραξη

Η περίφραξη θα είναι από συρματόπλεγμα και θα έχει 1 πόρτα, συρόμενη ή ανοιγόμενη, διπλού ανοίγματος, συνολικού μήκους 5 m. Οι μεταλλικοί πάσσαλοι (ορθοστάτες) θα είναι γαλβανισμένοι και θα τοποθετούνται σε απόσταση 2,5 m μεταξύ τους σε υποδοχές εντός του εδάφους που θα πληρώνονται με σκυρόδεμα.



2.2.10 Σύστημα Ασφαλείας

1. Σύστημα Περιμετρικής Ανίχνευσης παραβίασης περίφραξης:

Για την ασφάλεια του σταθμού θα τοποθετηθεί σύστημα συναγερμού το οποίο θα αποτελείται από ανιχνευτές δέσμης με laser beams που θα αποτρέπει στην είσοδο του σταθμού σε οποιοδήποτε εισβολέα. Σε περίπτωση παραβίασης ή βλαβών θα ειδοποιείται με μήνυμα ο ιδιοκτήτης αλλά και πρόσωπα ή εταιρείες που θα μας υποδείξει ο φορέας του έργου.

2. Σύστημα Παρακολούθησης Κλειστού Κυκλώματος Τηλεόρασης CCTV:

Αποτελείται από σταθερές κάμερες εξωτερικού χώρου διατεταγμένες στην περίμετρο της εγκατάστασης. Οι κάμερες θα τοποθετηθούν σε ιστούς γαλβανισμένους εν θερμώ. Οι κάμερες θα επιτηρούν τον χώρο 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 θα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης απομακρυσμένα μέσω διαδικτύου.

3. Φωτισμός:

Επί των ιστών των καμερών θα τοποθετηθούν φωτιστικά τεχνολογίας LED χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης.

3 Χωροθετήσεις και δομή των Φωτοβολταϊκών Σταθμών

3.1 Αγροτεμάχιο πλησίον Μεταξοχωρίου

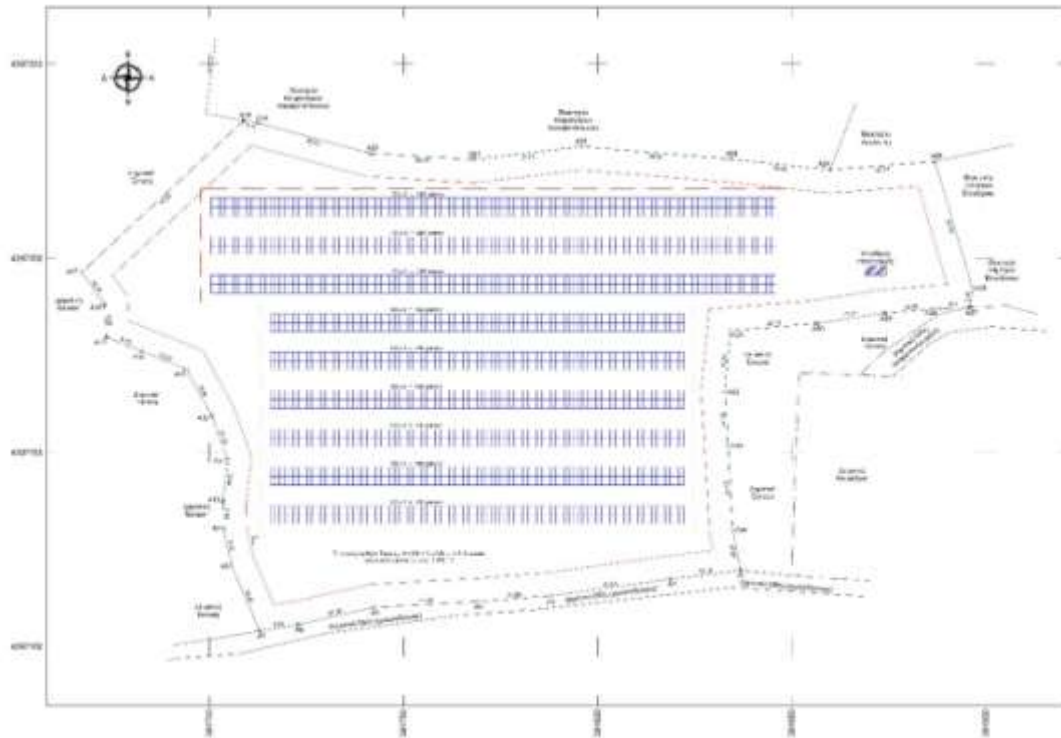
Η φωτοβολταϊκή εγκατάσταση ισχύος έως **999,9 kWp** θα κατασκευαστεί στο αγροτεμάχιο ΜΕΤΑΞΟΧΩΡΙ (Π.ΚΤ. 14-17).

Παρακάτω παρουσιάζεται ενδεικτική φωτογραφία του αγροτεμαχίου:



3.1.1 Χωροθέτηση εγκατάστασης

Στη συνέχεια παρατίθεται το σχέδιο χωροθέτησης του φωτοβολταϊκού σταθμού, με τον ενδεικτικό εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης.



Σχέδιο Χωροθέτησης

Τα φωτοβολταϊκά panels είναι προσανατολισμένα **προς το Νότο με κλίση 30°** και με τέτοιες αποστάσεις ώστε να ελαχιστοποιούνται οι σκιάσεις μεταξύ τους.

Ανάλογα με το σημείο τοποθέτησης των panels επιλέχθηκε η κατάλληλη απόσταση μεταξύ τους ώστε να αποφευχθούν σημαντικές απώλειες λόγω σκιάσεων. Η απόσταση μεταξύ των σειρών ορίστηκε ίση με 2*ύψος της σειράς, δηλαδή περίπου 4.88 m.

Με αυτή τη σχεδίαση επιτυγχάνεται η μέγιστη αποδοτικότητα σε συνδυασμό με την εκμετάλλευση της επιφάνειας του οικοπέδου.

3.1.2 Δομή – Συνδεσμολογία Φωτοβολταϊκού σταθμού

Η εγκατεστημένη ισχύς της εγκατάστασης θα είναι 999,9 kWp. Ο ενδεικτικός εξοπλισμός που έχει επιλεγεί προς εγκατάσταση είναι:

- ✓ Φωτοβολταϊκά panels: 1818 τεμάχια ονομαστικής ισχύος 550 Wp
- ✓ Inverters: 5 τεμάχια ονομαστικής ισχύος 200 kW
- ✓ Ακίδες Αντικεραυνικής Προστασίας

Για να εφαρμοσθεί ασφαλής συνδεσμολογία εξετάσθηκαν τα κριτήρια επιλογής βάσει της βιβλιογραφίας, όπως φαίνεται στην ανάλυση που ακολουθεί. Σημειώνεται ότι επιλέχθηκε ως ελάχιστη θερμοκρασία λειτουργίας των φωτοβολταϊκών panels υπό συνθήκες πλήρους

ηλιοφάνειας ίση με 1000 W/m^2 , στους -10°C .

Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων, προκύπτει ότι η τάση ανοικτού κυκλώματος σε Standard Testing Conditions είναι $V_{oc}=50,27 \text{ V}$. Λόγω της επίδρασης της θερμοκρασίας στην τάση:

$$\begin{aligned} -0,26\%/^\circ\text{C} \rightarrow V_{oc}(-10^\circ\text{C}) &= \left(1 - (25^\circ\text{C} - (-10^\circ\text{C})) \cdot \frac{\Delta V}{100}\right) \cdot V_{oc}(STC) \\ &= 1,091 \cdot V_{oc}(STC) = 54,85 \text{ V} \end{aligned}$$

- Η τάση στη χειρότερη περίπτωση είναι ίση με $V_{oc}(-10^\circ\text{C}) = 54,85 \text{ V}$
- Η μέγιστη τάση εισόδου των inverter είναι $V_{maxDC} = 1500 \text{ V}$

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

$$\frac{1500}{54,85} = 27,35 = 27 \text{ panels}$$

Μέγιστος αριθμός string ανά MPPT

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

Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων, προκύπτει ότι το ρεύμα βραχυκύκλωσης σε Standard Testing Conditions είναι $I_{sc}(STC)=14,01 \text{ A}$. Λόγω της επίδρασης της θερμοκρασίας στο ρεύμα:

$$\begin{aligned} 0,03\%/^\circ\text{C} \rightarrow I_{sc}(70^\circ\text{C}) &= \left(1 + (70^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) \cdot \frac{\Delta V}{100}\right) \cdot I_{sc}(STC) = 1,0135 \cdot I_{sc}(STC) \\ &= 14,20 \text{ A} \end{aligned}$$

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα εισόδου για κάθε MPPT: $I_{max,DC} = 30 \text{ A}$

Ως εκ τούτου το **μέγιστο επιτρεπτό πλήθος των strings ανά είσοδο MPPT** για τα υπό εξέταση πλαίσια, είναι:

$$\frac{30}{14,20} = 2,11 = 2 \text{ strings}$$

Σημειώνεται ότι οι – ενδεικτικού τύπου – αντιστροφεείς με ισχύ 200 kW έχουν number of

inputs 18 και number of MPP Trackers 9.

Εκτός από τα άνω όρια για την τάση και το ρεύμα, η σωστή λειτουργία του inverter απαιτεί την ύπαρξη επαρκούς τάσης στην είσοδο του, έτσι ώστε να ξεκινήσει να λειτουργεί ο αντιστροφέας. Προκύπτει έτσι ένα ελάχιστο όριο στον αριθμό των πλαισίων, κάτω από το οποίο το σύστημα δυσλειτουργεί. Η επιλογή του ελάχιστου πλήθους πλαισίων ανά string, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου της τάσης του inverter για βέλτιστη απόδοση σε υψηλή θερμοκρασία, έχει ως εξής:

Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων, προκύπτει ότι η τάση σημείου μέγιστης ισχύος σε Standard Testing Conditions είναι $V_{MPP}(STC) = 41.58 V$.

Εάν η τάση λειτουργίας πέσει κάτω από την ελάχιστη τάση $V_{mpp,min}$ ο αντιστροφέας δεν θα μπορεί να αποδώσει μέγιστη ισχύ και στο χειρότερο σενάριο θα βγει εκτός λειτουργίας. Για το λόγο αυτό το σύστημα πρέπει να διαστασιολογηθεί ως εξής:

$$\begin{aligned} -0,26\%/^{\circ}\text{C} \rightarrow V_{MPP}(70^{\circ}\text{C}) &= \left(1 + (25^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}) \cdot \frac{\Delta V}{100}\right) \cdot V_{MPP}(STC) \\ &= 0,883 \cdot V_{MPP}(STC) = 36,72 V \end{aligned}$$

Η **ελάχιστη τιμή** του εύρους τάσεων εντός του οποίου μπορούν οι inverters να πραγματοποιήσουν maximum power point tracking είναι $V_{mpp,min}=500 V$. Οπότε ο **ελάχιστος αριθμός πλαισίων ανά string** ώστε να μπορεί να πραγματοποιηθεί MPP tracking από τους inverters είναι:

$$\frac{500}{36,72} = 13,62 = 14 \text{ panels}$$

Όπως προκύπτει από το διάγραμμα βαθμού απόδοσης του Inverter, μέγιστη απόδοση επιτυγχάνεται όταν η τάση στα DC κυκλώματα είναι μεταξύ 930 και 1300 V. Ως εκ τούτου, σαν γενικό κριτήριο μέγιστης ισχύος ακολουθήθηκε το παρακάτω:

$$\frac{930}{36,72} = 25,33 \text{ έως } \frac{1300}{36,72} = 35,40 \text{ ή από } 25 \text{ έως } 35 \text{ panels}$$

Βάσει των παραπάνω υπολογισμών και σύμφωνα με το εύρος συνδεσμολογίας που προέκυψε αλλά και την χωροθέτηση των πλαισίων, σε συνδυασμό με το online tool της Huawei, **επιλέχθηκε η εξής συνδεσμολογία** για το φωτοβολταϊκό σταθμό:

Πέντε (5) αντιστροφέας στους οποίους συνδέονται τα 1818 πλαίσια ως ακολούθως:

Project Name : PV Plant_Agia
Project No. :

Location : Europe/Greece/Larisa
Grid Voltage : 800V(462V/800V)

System Overview

1818 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV(PV Array1)
Azimuth : 180°, Tilt : 27°, Peak Power : 999.9kWp

2 × SUN2000-215KTL-H0

2 × SUN2000-215KTL-H0

1 × SUN2000-215KTL-H0


Technical Specifications

Total Number of PV Modules:	1818	Annual Energy Yield (Approx.):	1112.23MWh
Peak Power:	999.9kWp	Number of Inverters:	5
Performance Ratio (Approx.):	87.29%	Rated AC Power:	1.0MW
Specific Energy(Approx.):	1112.35kWh/kWp/year	DC/AC:	1.0

Design evaluation

Group1

2XSUN2000-215KTL-H0

Peak Power:	400.4kWp	
Total Number of PV Modules:	728	
Number of Inverters:	2	
Max. AC active power(cosφ=1):	215.0kW	
Grid Voltage:	800V(462V/800V)	
DC/AC:	1.0	

SUN2000-215KTL-H0

Input MPPT A : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT B : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT C : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT D : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT E : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT F : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT G : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

	MPPT A	MPPT B	MPPT C	MPPT D	MPPT E
Number of PV Strings:	2	2	2	2	2
PV Modules per String:	26	26	26	26	26
PV String Peak Power (input):	28.6kWp	28.6kWp	28.6kWp	28.6kWp	28.6kWp
Normal PV String Voltage:	1081.1V	1081.1V	1081.1V	1081.1V	1081.1V
PV String Startup Voltage:	✔ 550.0V	✔ 550.0V	✔ 550.0V	✔ 550.0V	✔ 550.0V
Inverter Startup Voltage:	550.0V	550.0V	550.0V	550.0V	550.0V
Max. PV String Voltage:	✔ 1444.3V	✔ 1444.3V	✔ 1444.3V	✔ 1444.3V	✔ 1444.3V
Max. DC Voltage:	1500.0V	1500.0V	1500.0V	1500.0V	1500.0V
Max. PV String Current:	✔ 26.46A	✔ 26.46A	✔ 26.46A	✔ 26.46A	✔ 26.46A
Max. Inverter DC Current:	30.0A	30.0A	30.0A	30.0A	30.0A
	MPPT F	MPPT G			
Number of PV Strings:	2	2			
PV Modules per String:	26	26			
PV String Peak Power (input):	28.6kWp	28.6kWp			
Normal PV String Voltage:	1081.1V	1081.1V			
PV String Startup Voltage:	✔ 550.0V	✔ 550.0V			
Inverter Startup Voltage:	550.0V	550.0V			
Max. PV String Voltage:	✔ 1444.3V	✔ 1444.3V			
Max. DC Voltage:	1500.0V	1500.0V			
Max. PV String Current:	✔ 26.46A	✔ 26.46A			
Max. Inverter DC Current:	30.0A	30.0A			

Group2

2XSUN2000-215KTL-H0

Peak Power:	401.5kWp
Total Number of PV Modules:	730
Number of Inverters:	2
Max. AC active power($\cos\phi=1$):	215.0kW
Grid Voltage:	800V(462V/800V)
DC/AC:	1.0



SUN2000-215KTL-H0

Input MPPT A : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-8DV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT B : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-8DV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT C : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-8DV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT D : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-8DV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT E : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-8DV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT F : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-8DV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT G : PV Array1

27 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-8DV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT H : PV Array1

26 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-8DV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

	MPPT A	MPPT B	MPPT C	MPPT D	MPPT E
Number of PV Strings:	2	2	2	2	2
PV Modules per String:	26	26	26	26	26
PV String Peak Power (input):	28.6kWp	28.6kWp	28.6kWp	28.6kWp	28.6kWp
Normal PV String Voltage:	1081.1V	1081.1V	1081.1V	1081.1V	1081.1V
PV String Startup Voltage:	✔ 550.0V	✔ 550.0V	✔ 550.0V	✔ 550.0V	✔ 550.0V
Inverter Startup Voltage:	550.0V	550.0V	550.0V	550.0V	550.0V
Max. PV String Voltage:	✔ 1444.3V	✔ 1444.3V	✔ 1444.3V	✔ 1444.3V	✔ 1444.3V
Max. DC Voltage:	1500.0V	1500.0V	1500.0V	1500.0V	1500.0V
Max. PV String Current:	✔ 26.46A	✔ 26.46A	✔ 26.46A	✔ 26.46A	✔ 26.46A
Max. Inverter DC Current:	30.0A	30.0A	30.0A	30.0A	30.0A
	MPPT F	MPPT G	MPPT H		
Number of PV Strings:	2	1	1		
PV Modules per String:	26	27	26		
PV String Peak Power (input):	28.6kWp	14.85kWp	14.3kWp		
Normal PV String Voltage:	1081.1V	1122.7V	1081.1V		
PV String Startup Voltage:	✔ 550.0V	✔ 550.0V	✔ 550.0V		
Inverter Startup Voltage:	550.0V	550.0V	550.0V		
Max. PV String Voltage:	✔ 1444.3V	✔ 1499.8V	✔ 1444.3V		
Max. DC Voltage:	1500.0V	1500.0V	1500.0V		
Max. PV String Current:	✔ 26.46A	✔ 13.23A	✔ 13.23A		
Max. Inverter DC Current:	30.0A	30.0A	30.0A		

Group3

1XSUN2000-215KTL-H0

Peak Power:	198.0kWp
Total Number of PV Modules:	360
Number of Inverters:	1
Max. AC active power(cosφ=1):	215.0kW
Grid Voltage:	800V(462V/800V)
DC/AC:	0.99



SUN2000-215KTL-H0

Input MPPT A : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT B : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT C : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT D : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT E : PV Array1

52 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT F : PV Array1

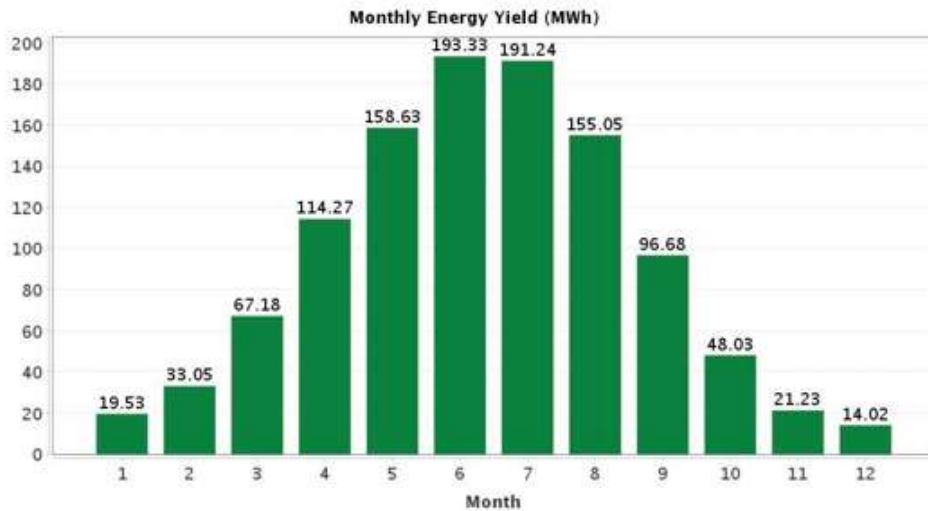
50 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

Input MPPT G : PV Array1

50 × JinkoSolar JKM550N-72HL4-BDV, Azimuth : 180°, Tilt : 27°

	MPPT A	MPPT B	MPPT C	MPPT D	MPPT E
Number of PV Strings:	2	2	2	2	2
PV Modules per String:	26	26	26	26	26
PV String Peak Power (Input):	28.6kWp	28.6kWp	28.6kWp	28.6kWp	28.6kWp
Normal PV String Voltage:	1081.1V	1081.1V	1081.1V	1081.1V	1081.1V
PV String Startup Voltage:	✓ 550.0V	✓ 550.0V	✓ 550.0V	✓ 550.0V	✓ 550.0V
Inverter Startup Voltage:	550.0V	550.0V	550.0V	550.0V	550.0V
Max. PV String Voltage:	✓ 1444.3V	✓ 1444.3V	✓ 1444.3V	✓ 1444.3V	✓ 1444.3V
Max. DC Voltage:	1500.0V	1500.0V	1500.0V	1500.0V	1500.0V
Max. PV String Current:	✓ 26.46A	✓ 26.46A	✓ 26.46A	✓ 26.46A	✓ 26.46A
Max. Inverter DC Current:	30.0A	30.0A	30.0A	30.0A	30.0A
	MPPT F	MPPT G			
Number of PV Strings:	2	2			
PV Modules per String:	25	25			
PV String Peak Power (Input):	27.5kWp	27.5kWp			
Normal PV String Voltage:	1039.5V	1039.5V			
PV String Startup Voltage:	✓ 550.0V	✓ 550.0V			
Inverter Startup Voltage:	550.0V	550.0V			
Max. PV String Voltage:	✓ 1388.7V	✓ 1388.7V			
Max. DC Voltage:	1500.0V	1500.0V			
Max. PV String Current:	✓ 26.46A	✓ 26.46A			
Max. Inverter DC Current:	30.0A	30.0A			

Details



	Number of PV Inverters	PV Inverter Rated AC Power	Total Number of PV Modules	Peak Power
PV Plant_Agia	5	1000.0 kW	1818	999.9 kWp
Power Generation Unit	5	1000.0 kW	1818	999.9 kWp
Group1	2	400.0 kW	728	400.4 kWp
Group2	2	400.0 kW	730	401.5 kWp
Group3	1	200.0 kW	360	198.0 kWp

	DC Power Cable	AC Power Cable	Total
Power Loss under Rated Conditions	1072.08W	227.88W	1299.95W
Relative Power Loss at Rated Voltage	0.11 %	0.02 %	0.13 %
Cable Cross-sectional Area/Length	4mm ² /220.0 m	240mm ² /30.0 m	

Σημειώνεται ότι τα φωτοβολταϊκά Panels έχουν απόλυτα νότιο προσανατολισμό και δυσμενέστερη ως προς τα υπολογιζόμενα μεγέθη κλίση (27°).

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

3.2.1 Υποσταθμός 20/0.4 kV

Ο φωτοβολταϊκός σταθμός θα συνδέεται στο δίκτυο Μέσης Τάσης μέσω ενός Υποσταθμού 20/0,8 kV.

Ο υποσταθμός και τα πεδία μέσης και χαμηλής τάσης καθώς και το διακοπτικό υλικό θα είναι σύμφωνο με τις προδιαγραφές, όπως αυτές ορίζονται στο τεύχος τεχνικών προδιαγραφών.

Ο εξοπλισμός του Υ/Σ θα εγκατασταθεί εντός οικίσκου ο οποίος θα είναι διαμερισματοποιημένος σε τρεις (3) υποχώρους: 1) εξοπλισμού/πίνακα μέσης τάσης, 2) χώρο του μετασχηματιστή ισχύος, 3) χώρο εξοπλισμού Χ.Τ. Κάθε ένας από αυτούς θα είναι ανεξάρτητα επισκέψιμος με πόρτες που φέρουν κλειδαριές. Ο σκελετός και η βάση του

οικίσκου θα είναι κατασκευασμένα από προφίλ γαλβανισμένης λαμαρίνας πάχους 3mm επί των οποίων θα τοποθετηθούν πάνελ πολυουρεθάνης πλαγιοκάλυψης και οροφής πάχους 50 mm (πυκνότητα πολυουρεθάνης 42kg/m³). Η εξωτερική και εσωτερική λαμαρίνα των πάνελ θα είναι γαλβανισμένη πάχους 0,5mm και βαμμένη με πολυεστερική βαφή λευκής απόχρωσης (RAL 9002). Η βάση θα είναι σχεδιασμένη ώστε να παραλαμβάνει με ασφάλεια το βάρος του εξοπλισμού. Εξωτερικά θα τοποθετηθεί κλωβός Faraday από θερμογαλβανισμένο αγωγό Φ10mm. Η κατασκευή οικίσκου θα είναι επίσης σύμφωνη με τα παρακάτω:

Στα διαμερίσματα Μέσης και Χαμηλής τάσης θα υπάρχουν ανοίγματα με περσίδες για τη φυσική κυκλοφορία του αέρα, με κατάλληλη προστασία για την αποφυγή εισόδου εντόμων (πχ. σίτα κατάλληλης πλέξης).

Στο διαμέρισμα του Μ/Σ θα εγκατασταθεί σύστημα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας αέρα που θα ενεργοποιείται από θερμοστάτη χώρου. Η ικανότητα παροχής αέρα του ανεμιστήρα θα είναι κατάλληλη και σύμφωνα με τις προδιαγραφές για τη ψύξη του Μ/Σ. Η είσοδος του αέρα θα γίνεται από κατάλληλων διαστάσεων ανοίγματα με περσίδες, με κατάλληλη προστασία για την αποφυγή εισόδου εντόμων (πχ. σίτα κατάλληλης πλέξης).

Στο δάπεδο θα έχουν προβλεφθεί κατάλληλα ανοίγματα για την είσοδο των καλωδίων. Η έδραση του Υ/Σ θα γίνει σε βάση από σκυρόδεμα σύμφωνα με τις απαιτήσεις των κανονισμών.

Όλα τα μεταλλικά μέρη του περιβλήματος θα συνδέονται αγωγίμα μεταξύ τους με χάλκινο πολύκλωνο καλώδιο διατομής 35 mm². Επιπλέον εσωτερικά θα υπάρχει μία κεντρική χάλκινη μπάρα γείωσης διατομής 120 mm² όπου συνδέονται όλες οι μονάδες του εξοπλισμού. Περιμετρικά και εξωτερικά θα υπάρχουν τέσσερις ακροδέκτες γείωσης, ισοκατανεμημένοι περιφερειακά για σύνδεση σε ισοδυναμικό βρόχο.

Πεδία Μέσης Τάσης

Στον υποσταθμό θα υπάρχουν τρεις κυψέλες. Η πρώτη κυψέλη είναι η Κυψέλη Εισόδου που αποτελεί το πεδίο άφιξης του καλωδίου από την κολώνα του ΔΕΔΔΗΕ. Στη δεύτερη κυψέλη βρίσκονται τα μετρητικά όργανα και ο ηλεκτρονόμος δευτερογενούς προστασίας. Στην τρίτη κυψέλη βρίσκεται η αναχώρηση προς το μετασχηματιστή και ένας Αυτόματος Διακόπτης 630 A, 24 kV με ρύθμιση στα 16 kA.

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

Χαρακτηριστικά Μετασχηματιστή 1000 kVA

Το φωτοβολταϊκό σύστημα προβλέπεται να συνδεθεί σε νέο μετασχηματιστή ισχύος 1000 kVA, ο οποίος θα τοποθετηθεί εντός οικίσκου και θα τροφοδοτείται μέσω νέου πεδίου μέσης τάσης, με τα εξής χαρακτηριστικά:

- 1000 kVA
- 20/0,8 kV
- Dyn11
- Ελαίου
- Χαμηλών απωλειών
- Τάση βραχυκύκλωσης $u_k = 6\%$

Στο δάπεδο του μετασχηματιστή προβλέπεται δημιουργία κατάλληλης ελαιολεκάνης. Σημειώνεται ότι το σύστημα γείωσης του υποσταθμού θα είναι TN-S με την ουδετερογείωση να εφαρμόζεται απευθείας στον ουδέτερο κόμβο του μετασχηματιστή. Ο ουδέτερος κόμβος θα γειώνεται απευθείας στη μπάρα γείωσης του συστήματος θεμελιακής γείωσης εντός του χώρου της μέσης τάσης. Επιπρόσθετα, η μπάρα του ουδέτερου του γενικού πίνακα χαμηλής τάσης (ΓΠΧΤ) του υποσταθμού θα γειώνεται απευθείας με τον κόμβο γείωσης του μετασχηματιστή.

Βάση υποσταθμού

Για την εγκατάσταση του οικίσκου πρόκειται να εγκατασταθεί τσιμεντένια βάση που θα ακολουθεί τις εξωτερικές διαστάσεις του οικίσκου.

Πίνακας Μέσης Τάσης Υ/Σ 1000 kVA

Τα πεδία Μέσης Τάσης θα έχουν ονομαστική τάση λειτουργίας 24kV, ονομαστική ένταση ζυγών 630A, μέγιστο ρεύμα βραχυκυκλώματος 16kA/1sec, δοκιμή αντοχής εσωτερικού τόξου 12,5kA, τάση βοηθητικών κυκλωμάτων 220 Vac και θα αποτελούνται από:

- Πεδίο Άφιξης
- Πεδίο Μέτρησης Τάσης
- Πεδίο Προστασίας Μετασχηματιστή

4 Έλεγχος Φωτοβολταϊκού Συστήματος

Η λειτουργία και η απόδοση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του φωτοβολταϊκού σταθμού θα πρέπει να ελέγχεται και να παρακολουθείται σε πραγματικό χρόνο τόσο επιτόπου, όσο και απομακρυσμένα μέσω διαδικτύου με τις σύγχρονες μεθόδους τηλεμετρίας. Ο έλεγχος και η επιτήρηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του

φωτοβολταϊκού συστήματος θα πραγματοποιείται τόσο σε επίπεδο μετατροπέα όσο και σε επίπεδο ολόκληρης της μονάδας. Επιπλέον, θα παρακολουθούνται και θα καταγράφονται κρίσιμες παράμετροι, όπως η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου, η θερμοκρασία πάνω στην επιφάνεια των φωτοβολταϊκών πλαισίων, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στο χώρο της εγκατάστασης.

Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι απαιτείται μία ισχυρή και ευέλικτη διαδικτυακή πύλη και μία πλατφόρμα η οποία να παρέχει δυνατότητες αποθήκευσης δεδομένων, αναπαράστασης και παρουσίασης της εγκατάστασης, καθώς και αυτόματης επεξεργασίας και μεμονωμένης οπτικοποίησης των συλλεγόμενων δεδομένων από ποικίλες καταγραφικές συσκευές. Η συμβατότητα και η συνεργασία της πύλης με τους αντιστροφείς είναι απαραίτητη ώστε να επεκτείνει τις δυνατότητες παρουσίασης αλλά και ελέγχου της απόδοσης και των κρίσιμων παραμέτρων του φωτοβολταϊκού συστήματος με ασφαλή πρόσβαση από οποιοδήποτε σημείο σε παγκόσμια κλίμακα.

ΑΓΙΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2023

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

1. ΝΤΟΥΛΟΥΛΗ ΕΥΜΟΡΦΙΑ

(ΠΕ ΠΟΛ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ)

2. ΜΠΑΡΤΖΩΚΑ ΑΘΑΝΑΣΙΑ

(ΠΕ ΤΟΠ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ)

ΜΠΑΡΤΖΩΚΑ ΑΘΑΝΑΣΙΑ

(ΠΕ ΤΟΠ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ)