



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΓΕΝΙΚΗ Δ/ΝΣΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ & ΥΠΟΔΟΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

ΤΟΠΟΣ: ΔΗΜΟΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ -ΝΟΜΟΣ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΕΡΓΟ: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ
ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ (Π.Ε.Α.Κ.Ι.)

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ: ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΜΠΑΚΟΣ

1.ΤΕΥΧΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ 1

(Ομάδα 1 : Προμήθεια και Εγκατάσταση Εξοπλισμού)

ΙΟΥΛΙΟΣ 2020

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	
2. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	
2.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	
2.3 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ	
2.4 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	
2.5 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΗΣ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑΣ.....	
2.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΩΝ	
3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΥΜΨΗΦΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ Φ/Β (NET-METERING)	
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	
3.2 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	
3.3 ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΣΥΜΨΗΦΙΣΜΟΥ (VIRTUAL NET-METERING)	
3.4 ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	
3.4.1 Φ/Β Πλαίσια.....	
3.4.2 Μετατροπείς.....	
3.4.3 Στηρικτικό Σύστημα	
3.4.4 Σύστημα Παρακολούθησης – Τηλεμετρίας	
3.4.5 Γειώσεις - Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας.....	
3.4.6 Καλωδιώσεις DC – AC – Μ.Τ.....	
3.4.7 Περίφραξη.....	
3.4.8 Σύστημα συναγερμού – καμερών - Φωτισμού.....	
3.4.9 Υποσταθμός – Κιόσκι 500kVA.....	
3.4.10 Περιγραφή των Εργασιών της Εγκατάστασης – Υποχρεώσεις αναδόχου	
3.4.11 Χωροθέτηση – Περιγραφή Οδύσεων.....	
3.4.12 Μονογραμμικό Σχέδιο - Προστασία	
3.4.13 Ενεργειακό Όφελος	
4. ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ	
4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	
4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΙΝΑΚΑ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΓΕΝΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ.....	
4.2.1 Υπολογισμός αέργου ισχύος υφιστάμενης κατάστασης.....	
4.2.2 Υπολογισμός αέργου ισχύος τελικής κατάστασης.....	
5. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ	
6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ (BUILDING ENERGY MANAGEMENT SYSTEM – BEMS)	
6.1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	
6.2 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ	
6.3 ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
6.3.1 Λογισμικό Διαχείρισης.....	
6.3.2 Λοιπός Εξοπλισμός – Παρελκόμενα	
6.3.3 Μετρητικά ηλεκτρικών μεγεθών	
6.3.4 Θερμιδομετρητές	
6.3.5 Μετρητές στάθμης δεξαμενών πετρελαίου	
7. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	

7.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
7.2	ΑΡΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	
7.3	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	
7.4	ΔΙΑΡΦΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	
7.5	ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	
7.6	ΘΕΡΜΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	
7.7	ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ ΚΑΛΥΨΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	
7.8	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ & ΕΛΕΓΧΟΥ.....	
7.9	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....	
8.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ.....	
8.1	ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ DIALUX	
8.2	ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ PVSYSΤ.....	
8.2.1	Κριτήριο αξιολόγησης Φ/Β σταθμού – <i>PerformanceRatio</i>	
8.2.2	Μετεωρολογικά δεδομένα	
8.2.3	Γεωμετρικά και ηλεκτρικά χαρακτηριστικά εγκατάστασης (<i>Orientation & System</i>)	
8.2.4	Χαρακτηριστικά <i>Detailed Losses</i>	
8.3	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ.....	

1. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

1.1 Γενικά

Στην παρούσα μελέτη εξετάζονται παρεμβάσεις με στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση του κλειστού κολυμβητηρίου των Ιωαννίνων.

Οι παρεμβάσεις που προτείνονται είναι οι εξής:

- Αντικατάσταση συστήματος φωτισμού.
- Εγκατάσταση συστήματος φωτοβολταϊκού με το καθεστώς virtual net-metering.
- Βελτίωση του συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης.
- Αντικατάσταση ανεμιστήρων εξαερισμού.
- Εγκατάσταση αντλιών θερμότητας.

2. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

2.1 Εισαγωγή

Στα πλαίσια της μελέτης, γίνεται αξιολόγηση του υφιστάμενου συστήματος φωτισμού του κτηρίου και προτείνονται όλα τα σχετικά μέτρα που επιτυγχάνουν ταυτόχρονα βελτίωση όλων των παραμέτρων φωτεινής στάθμης του κτηρίου και αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Αυτή η ανάλυση ακολουθεί τα λογικά βήματα που περιγράφονται στη συνέχεια.

Αρχικά, περιγράφεται το υφιστάμενο σύστημα φωτισμού και καταγράφονται τα αποτελέσματα της αυτοψίας των φωτιστικών σωμάτων κάθε χώρου του κτηρίου. Ακολούθως, υπολογίζεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την υφιστάμενη κατάσταση βάσει της ρεαλιστικής θεώρησης για τις ώρες λειτουργίας.

Η βελτίωση του συστήματος εντοπίζεται σε δύο κύριες κατευθύνσεις: την αντικατάσταση με φωτιστικά υψηλής ενεργειακής απόδοσης και την εγκατάσταση συστημάτων ευφυούς ελέγχου.

Οι επεμβάσεις επιλύονται υπό τη μορφή διαφορετικών σεναρίων. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών των σεναρίων που εξετάστηκαν, παρουσιάζονται ως προτεινόμενες επεμβάσεις στο σύστημα. Οι τελευταίες, στηρίζονται στις απαιτήσεις του διεθνούς προτύπου EN12464-01 για φωτεινή στάθμη, ομοιομορφία και θάμβωση.

Το σύνολο των προτεινόμενων επεμβάσεων αξιολογούνται μέσω της οικονομικής τους απόδοσης και ειδικότερα μέσω της ποσοτικοποίησης της εξοικονόμησης ενέργειας ως αποτέλεσμα της χρήσης του προτεινόμενου συστήματος φωτισμού.

2.2 Περιγραφή της Υφιστάμενης Κατάστασης Φωτισμού

Ο φωτισμός στους χώρους εντός του κτηρίου πραγματοποιείται στις μεν κολυμβητικές δεξαμενές με τη χρήση προβολέων ΗQI ενώ, στην πλειονότητα των υπόλοιπων χώρων, με χρήση φωτιστικών φθορισμού και πυρακτώσεως ή οικονομίας. Οι χώροι εκτός του κτηρίου φωτίζονται με προβολείς τύπου ΗQI και με λάμπες οικονομίας.

Από την αποτύπωση προκύπτει ότι για το σύνολο των χώρων, η ενέργεια που καταναλώνεται είναι σημαντική καθώς το σύστημα εμφανίζει ιδιαίτερα χαμηλή απόδοση. Επιπροσθέτως, από το αποτέλεσμα της αυτοψίας και βάσει εμπειρίας, συνάγεται το συμπέρασμα ότι πολλοί χώροι του κτηρίου είναι υποφωτισμένοι. Ως εκ τούτου, δεν επιτυγχάνονται οι τιμές της φωτεινής στάθμης (lux) και της φωτεινής ομοιομορφίας, όπως ορίζονται από τα διεθνή πρότυπα. Ακολουθεί η αναλυτική περιγραφή των φωτιστικών σωμάτων που έχουν τοποθετηθεί σε κάθε επίπεδο του κτηρίου και αναλυτικοί πίνακες με τις ηλεκτρικές καταναλώσεις των χώρων.

Συγκεκριμένα, ο χώρος της **μεγάλης πισίνας** φωταγωγείται με προβολείς ΗQI των **1000W** και **250W**. Ο χώρος της **μικρής πισίνας** φωταγωγείται με προβολείς των **400W** και **250W**. Όλα τα **αποδυτήρια**, το **γυμναστήριο** όπως και η **αίθουσα αναμονής** φωταγωγούνται με λαμπτήρες φθορισμού ισχύος **2x36W** και **1x36W** ανά φωτιστικό ενώ υπάρχουν διάσπαρτες και κάποιες λάμπες οικονομίας των **8W** και κάποιες πυράκτωσης των **60W**. Ο **διάδρομος** ανάμεσα από τα αποδυτήρια φωτίζεται με λάμπες οικονομίας των **7W**. Στον **εξωτερικό χώρο** του κολυμβητηρίου υπάρχουν προβολείς τύπου ΗQI και υδραργύρου των **150W** και λάμπες οικονομίας των **11W**.

Κατά την αυτοψία που πραγματοποιήθηκε αποτυπώθηκαν τα φωτιστικά φθορισμού και πυρακτώσεως, όπως κωδικοποιούνται στους πίνακες που ακολουθούν:

Κλειστό κολυμβητήριο			
Χώρος	Αριθμός Φ.Σ.	Τύπος Φ.Σ.	Συνολική Ισχύς (kW)
Μεγάλη πισίνα	14	1000W	14
	18	250W	4,5
Διάδρομος	10	7W	0,07
Μικρή πισίνα	4	250W	1
	4	400W	1,6
Αποδυτήρια	23	2x36W	1,656
	2	8W	0,016
	5	60W	0,3
Γυμναστήριο	6	2x36W	0,432
Αίθουσα αναμονής	24	2x36W	1,728
	6	1x36W	0,216
Εξωτερικός φωτισμός	12	11W	0,132
	8	150W	1,2
Σύνολο	136		26,85

Στις φωτογραφίες που ακολουθούν, δίνονται χαρακτηριστικά υφιστάμενα φωτιστικά.



Εικόνα 6.1. Λαμπτήρες φθορισμού 1x36W
(Αίθουσα αναμονής)



Εικόνα 6.2. Λαμπτήρες φθορισμού 2x36W
(Αποδυτήρια)



Εικόνα 6.3. Προβολείς εξωτερικού φωτισμού 150W



Εικόνα 6.4. Προβολείς πισίνας 250W

2.3 Προτεινόμενες επεμβάσεις στο φωτισμό

Όπως περιγράφεται παραπάνω, το μεγαλύτερο ποσοστό του κολυμβητηρίου φωταγωγείται από προβολείς μεγάλης ισχύος και από λαμπτήρες φθορισμού με στραγγαλιστικά πηνία. Βασικό κριτήριο για την πρόταση συγκεκριμένων επεμβάσεων της παρούσας μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση μεγάλης κλίμακας επεμβάσεων στο υπό εξέταση κτήριο καθώς και ο ικανοποιητικός χρόνος απόσβεσης της κόστους των παρεμβάσεων. Για το λόγο αυτό, προτείνεται η αντικατάσταση των υφιστάμενων φωτιστικών σωμάτων με νέα υψηλής απόδοσης που οδηγούν σε ελάχιστη επιβάρυνση αλλά έχουν ιδιαίτερα σημαντικά οφέλη, όπως υπολογίζονται κατωτέρω. Συγκεκριμένα, όσον αφορά στους προβολείς προτείνεται η αντικατάσταση τους με νέους, στεγανούς, τεχνολογίας LED οι οποίοι θα τοποθετηθούν στις ίδιες θέσεις που βρίσκονται οι παλιοί. Τα δε φωτιστικά φθορισμού, καθώς φαίνεται ότι δεν έχουν υποστεί μεγάλες φθορές και είναι στεγανά, προτείνεται να μην αλλαχτούν αλλά να αντικατασταθούν μόνο οι λάμπες φθορισμού με αντίστοιχες τύπου LED ίδιων διαστάσεων.

Η επιλογή της ισχύος του φωτιστικού έγινε με βάση το μέγεθος και τη χρήση του εκάστοτε χώρου ώστε τα φωτοτεχνικά αποτελέσματα της στάθμης lux και φωτεινής ομοιομορφίας να εναρμονίζονται με τις τιμές που ορίζουν τα διεθνή πρότυπα.

Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως θα αντικατασταθούν απευθείας με λαμπτήρες LED E27. Ακόμη, αναφέρεται ότι, για τους λαμπτήρες οικονομίας, οι οποίοι υπάρχουν ήδη τοποθετημένοι, δεν πρόκειται να υπάρξει κάποια επέμβαση.

Ακολουθεί πίνακας, στον οποίο κωδικοποιούνται τα φωτιστικά σώματα που προτείνονται. Χάρην ευκολίας, τα φωτιστικά που δεν θα αλλαχτούν αλλά θα αντικατασταθούν μόνο οι λάμπες led που θα αντικαταστήσουν τις λάμπες φθορισμού θα αποκαλούνται φωτιστικά σώματα.

Η επιλογή της ισχύος και της διάταξης των φωτιστικών σωμάτων αποτελεί το συγκερασμό τριών παραγόντων: της προσπάθειας διατήρησης των υφιστάμενης διάταξης των φωτιστικών σωμάτων, της ικανοποίησης των απαιτήσεων του προτύπου EN 12464-01 με παράλληλη επίτευξη οπτικής άνεσης και της ελαχιστοποίησης της ενεργειακής κατανάλωσης.

Προτεινόμενα Φωτιστικά Σώματα του νέου κτηρίου				
ΙΣΟΓΕΙΟ				
Χώρος	Αριθμός Φ.Σ.	Τύπος Φ.Σ.		Ισχύς [kW]
Μεγάλη πισίνα	14	LED	350,0W	4,9000
	18	LED	125,0W	2,2500
Διάδρομος	-	-		-
Μικρή πισίνα	8	LED	125,0W	1,0000
Αποδυτήρια	23	LED	32,4W	0,7452
	5	LED	5,0W	0,0250
Γυμναστήριο	6	LED	32,4W	0,1944
Εξωτερικός φωτισμός	8	LED	75,0W	0,6000
Αίθουσα αναμονής	24	LED	32,4W	0,7776
	6	LED	16,2W	0,0972
Σύνολο	112			10,5894

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, και βάσει των αποτελεσμάτων του πλήθους των σεναρίων που εξετάστηκαν, **προτείνεται η αντικατάσταση και προσθήκη φωτιστικών** ώστε ο συνολικός αριθμός να ανέρχεται στα **112 φωτιστικά** συνολικής ισχύος **10,5894kW**.

Αξίζει να επισημανθεί ότι, σχεδόν στο σύνολο των χώρων που θα γίνει αντικατάσταση των φωτιστικών δεν θα αλλάξει η θέση τους. Έτσι, ελαχιστοποιούνται οι απαιτούμενες ώρες εργασίας για την αντικατάσταση, με αποτέλεσμα να μειώνεται αντίστοιχα και το κόστος της επέμβασης. Για το σκοπό αυτό ελήφθη πρόνοια κατά τους υπολογισμούς της μελέτης να τηρηθούν οι υφιστάμενες θέσεις των φωτιστικών. Με τους υπολογισμούς που παρατίθενται στη μελέτη επαληθεύεται ότι διατηρώντας τις υφιστάμενες θέσεις, με την εγκατάσταση των νέων φωτιστικών, επιτυγχάνεται όχι απλώς αισθητά καλύτερο αποτέλεσμα αλλά πληρούνται οι απαιτήσεις των σχετικών προτύπων.

Η μειωμένη ισχύς των νέων φωτιστικών σωμάτων διασφαλίζει την επάρκεια των υφιστάμενων καλωδιώσεων. Εφόσον, με την υφιστάμενη κατάσταση τα φωτιστικά σώματα τροφοδοτούνται επαρκώς, και με τη νέα κατάσταση δεν κρίνεται ότι θα υπάρχει η απαίτηση για ενίσχυση κυκλωμάτων, διατομών και μεθόδων ελέγχου. Εκ των πραγμάτων θεωρείται ότι τα κυκλώματα τροφοδότησης θα ελεγχθούν στα πλαίσια υλοποίησης των ελέγχων της Υπεύθυνης Δήλωσης Εγκαταστάτη.

2.4 Παραδοχές κατά την υλοποίηση της φωτοτεχνικής μελέτης

Στο Παράρτημα της παρούσας μελέτης δίνονται τα αποτελέσματα των φωτοτεχνικών υπολογισμών. Στην παρούσα παράγραφο δίνονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία της μελέτης φωτισμού των χώρων. Για την επίτευξη της εξοικονόμησης ενέργειας στους κύριους χώρους του κτηρίου, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των χώρων και των υφιστάμενων φωτιστικών. Το σύνολο των παραμέτρων λειτουργίας ενσωματώθηκε στο λογισμικό υπολογισμού DiaLUX, με τη χρήση του οποίου έγινε ο υπολογισμός της στάθμης φωτισμού. Συγκεκριμένα:

- ✓ Η στάθμη φωτισμού υπολογίστηκε για τους υπό εξέταση χώρους και αξιολογήθηκε εάν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του προτύπου EN12464-01 και EN12193:2007.
- ✓ Εν συνεχεία, έγιναν πολλαπλές αναλύσεις με την επιλογή πλήθους φωτιστικών σωμάτων τύπου led ώστε να αξιολογηθεί εάν με τη διατήρηση των υφιστάμενων θέσεων των φωτιστικών σωμάτων,

μπορεί να επιτευχθεί το ίδιο ή καλύτερο αποτέλεσμα φωτισμού με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας.

- ✓ Βάσει της θεώρησης και της κατηγοριοποίησης της χρήσης του χώρου έγινε η εκτίμηση των απαιτήσεων στάθμης φωτισμού. Οι απαιτήσεις αυτές προδιαγράφονται στους πίνακες 1.2, 5.1 του προτύπου EN12464-01 και στους πίνακες 5.1 του προτύπου EN12193:2007.
- ✓ Ως περιφερειακή ζώνη της μελέτης, ελήφθησαν τα 0,5m στους περισσότερους χώρους για λειτουργικούς λόγους της μελέτης.
- ✓ Ως συντελεστής ανάκλασης του δαπέδου έχει ληφθεί η τιμή 70% και της οροφής 50% σε όλες σχεδόν τις φωτοτεχνίες.

Table 5.5 — Places of public assembly

5.1 General areas					
Ref. no.	Type of interior, task or activity	\bar{E}_m lx	UGR _L	R _a	Remarks
5.1.1	Entrance halls	100	22	80	UGR only if applicable.
5.1.2	Cloakrooms	200	25	80	
5.1.3	Lounges	200	22	80	
5.1.4	Ticket offices	300	22	80	

Table 3 – Selection of the lighting class

Level of competition	Lighting class		
	I	II	III
International and National	*		
Regional	*	*	
Local	*	*	*
Training		*	*
Recreational/School sports (Physical education)			*

Table A.6

Indoor			Reference Area		Number of grid points	
			Length m	Width m	Length	Width
Swimming (see NOTE 1)	Diving	PA:	15	10,5	11	7
	Racing (see NOTE 2)	PA	25 to 50	15 to 22	13 to 17	7
	Polo (see NOTE 2)	PA	20 to 30	15 to 20	13 to 15	9 to 11
	Synchronised	PA	25	15	13	7
Class	Horizontal illuminance		Diving-Additional requirement			R _a
	\bar{E}_m lx	E_{min}/\bar{E}_m	$E_{h\ ave}/E_{v\ ave}$			
	I	500	0,7	0,8		60
	II	300	0,7	0,5		60
	III	200	0,5	0,5		20

NOTE 1 The above are general requirements only. Special requirements can be needed for individual pools.
NOTE 2 No underwater lighting should be used.

Σύμφωνα με τα παραπάνω πρότυπα, οι στάθμες φωτισμού για τη μεγάλη πισίνα είναι 500Lux, για τη μικρή πισίνα 200Lux, για τα αποδυτήρια και την αίθουσα αναμονής 200Lux και για τον εξωτερικό χώρο 200Lux.

2.5 Προτεινόμενα Φωτιστικά Σώματα που χρησιμοποιήθηκαν για τις ανάγκες της Φωτοτεχνίας.

Εν συνεχεία, έγιναν υπολογισμοί και θεωρήσεις με την εγκατάσταση των προτεινόμενων φωτιστικών. Ως αποτέλεσμα αυτών των υπολογισμών, προτείνονται οι αλλαγές που περιγράφονται κατωτέρω.

Στους χώρους όπου τα φωτιστικά είναι τύπου φθορισμού 2Χ36W ή 1Χ36W, όπως αναφέρθηκε, θα αντικατασταθούν μόνο οι λαμπτήρες με τύπου LED ισχύος 16,2W, έκαστος.

Η επιλογή της ισχύος και του πλήθους των φωτιστικών κάθε χώρου, έγκειται στην απαίτηση για φωτεινή στάθμη και ομοιομορφία, που ορίζεται από το πρότυπο EN12464-01, αλλά και στην προσπάθεια διατήρησης των υφιστάμενων θέσεων ει δυνατόν.

Εν τέλει, στους χώρους των αποδυτηρίων, του γυμναστηρίου και της αίθουσας αναμονής, όπου υπήρχαν φωτιστικά φθορισμού, αντικαταστάθηκαν οι λάμπες με LED και αφαιρέθηκε το μαγνητικό τους μπάλαστ. Η ισχύς τους από 79,2W στη νέα κατάσταση θα είναι 32,4W και από 39,6W αντιστοίχως 16,2W. Στους παραπάνω χώρους τηρήθηκαν οι ίδιες θέσεις φωτιστικών.

Στους χώρους που φωταγωγούνται από προβολείς, όπως οι χώροι της πισίνας και οι εξωτερικοί χώροι, θα γίνει αντικατάσταση των προβολέων HQI με αντίστοιχου τύπου LED. Η επιλογή της ισχύος και του πλήθους των φωτιστικών κάθε χώρο, έγκειται στην απαίτηση για φωτεινή στάθμη και ομοιομορφία, που ορίζεται από το πρότυπο EN12193, αλλά και στην προσπάθεια διατήρησης των υφιστάμενων θέσεων ει δυνατόν.

Τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν, χάριν της πραγματοποίησης της μελέτης, θεωρούνται ενδεικτικά. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν φωτιστικά με παρόμοια χαρακτηριστικά τα οποία θα αποδίδουν τα ίδια αποτελέσματα των υπολογισμών, αρκεί ο ανάδοχος να προσκομήσει αντίστοιχους φωτοτεχνικούς υπολογισμούς με τις ίδιες παραδοχές.

Διατηρώντας τις θέσεις των υφιστάμενων φωτιστικών, έγιναν φωτοτεχνικές μελέτες με την ενσωμάτωση των προτεινόμενων φωτιστικών. Βασικός άξονας της μελέτης είναι η διατήρηση των θέσεων των υφιστάμενων φωτιστικών ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι επεμβάσεις στο κτήριο και κατ' επέκταση το κόστος εργατικών και υλικών. Με την επίτευξη αυτής της παραμέτρου, επιλύθηκαν οι φωτοτεχνικοί υπολογισμοί στους χώρους και διαπιστώθηκε ότι με το προτεινόμενο φωτιστικό επιτυγχάνονται καλύτερα αποτελέσματα σε όλες τις αντίστοιχες παραμέτρους.

2.6 Αποτελέσματα φωτοτεχνιών

Τα αποτελέσματα των φωτοτεχνικών υπολογισμών ορισμένων ενδεικτικών χώρων, καταδεικνύουν αυτά που περιγράφονται ανωτέρω. Το σύνολο των αναλυτικών αποτελεσμάτων όλων των χώρων που μελετήθηκαν εμπεριέχονται στο Παράρτημα Υπολογισμών.

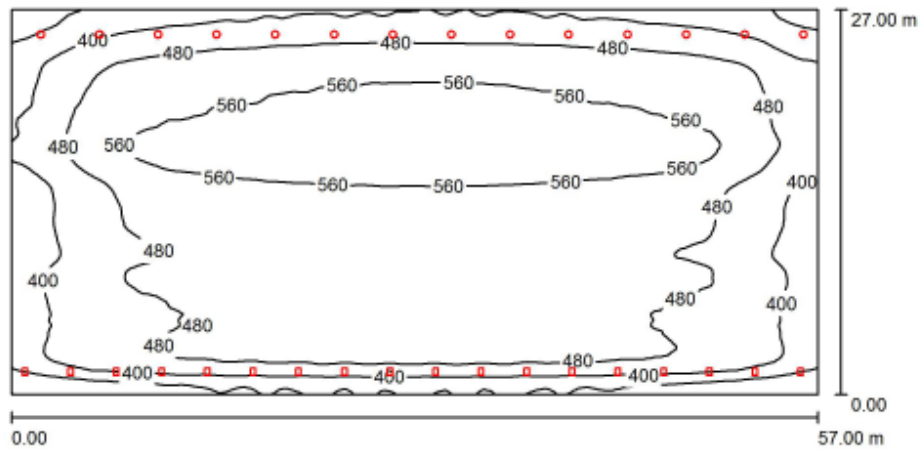
Κολυμβητήριο Ιωαννίνων

DIALux

03.04.2018

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Μεγάλη πισίνα / Summary

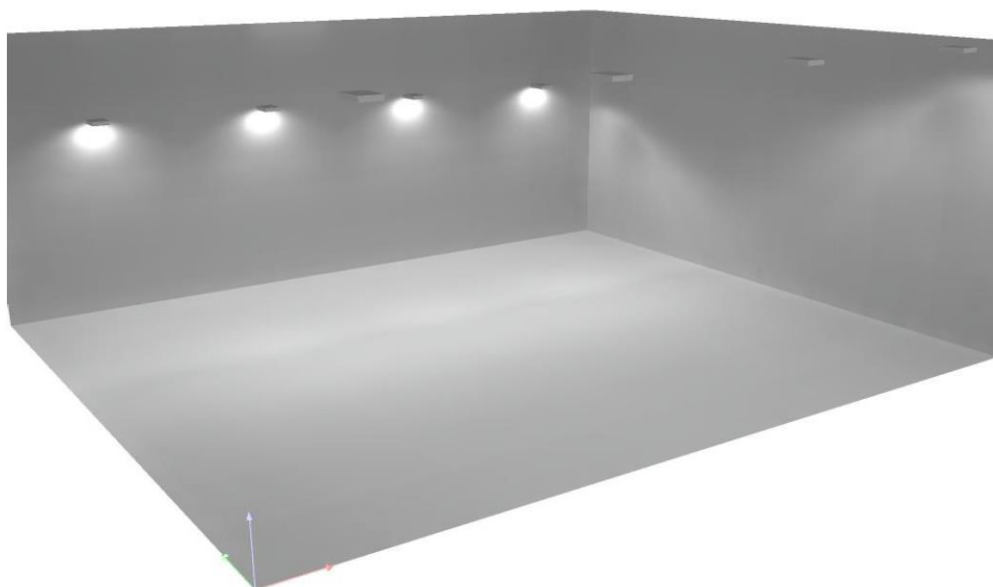


Height of Room: 9.580 m, Light loss factor: 0.90

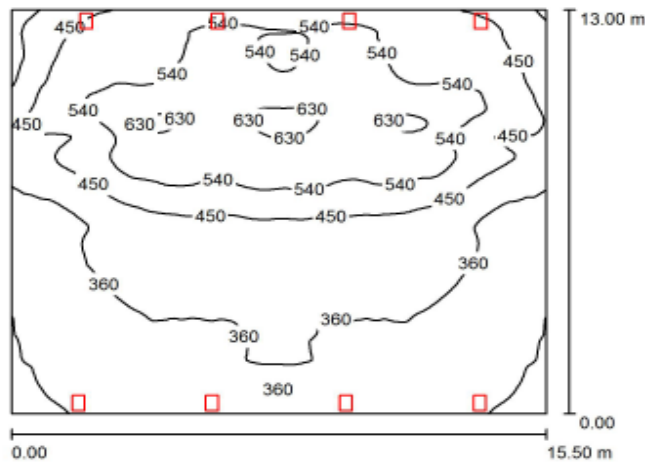
Values in Lux, Scale 1:408

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$u0$
Workplane	/	486	240	625	0.493
Floor	64	477	251	616	0.527
Ceiling	70	255	149	379	0.585
Walls (4)	50	329	151	3445	/

Εικόνα 6.5. Μεγάλη πισίνα – Αποτελέσματα DialUX



Μικρή πισίνα / Summary

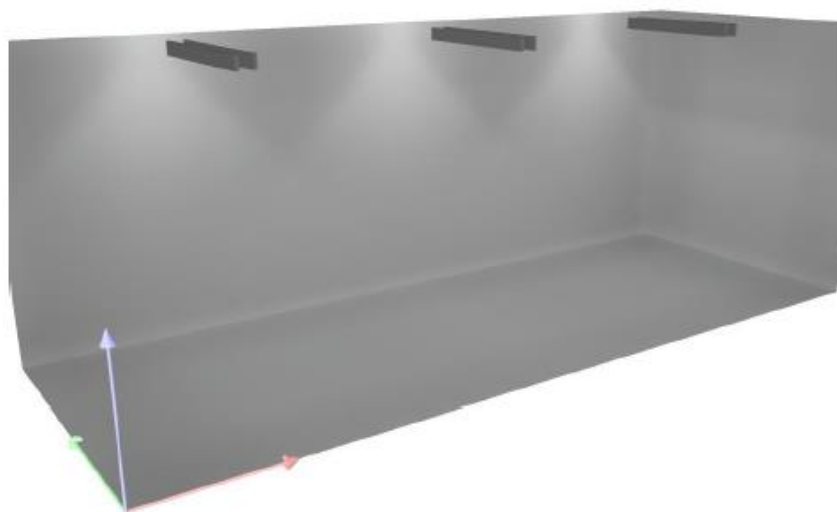


Height of Room: 6.000 m, Light loss factor: 0.90

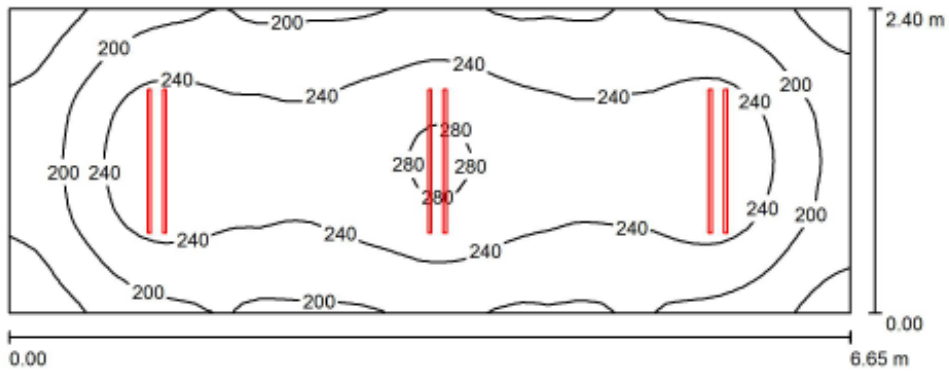
Values in Lux, Scale 1:167

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$u0$
Workplane	/	436	245	670	0.561
Floor	66	418	229	632	0.549
Ceiling	70	201	145	328	0.719
Walls (4)	50	268	131	5303	/

Εικόνα 6.6. Μικρή πισίνα – Αποτελέσματα DialUX



Αποδυτήρια-Αίθουσα αναμονής / Summary



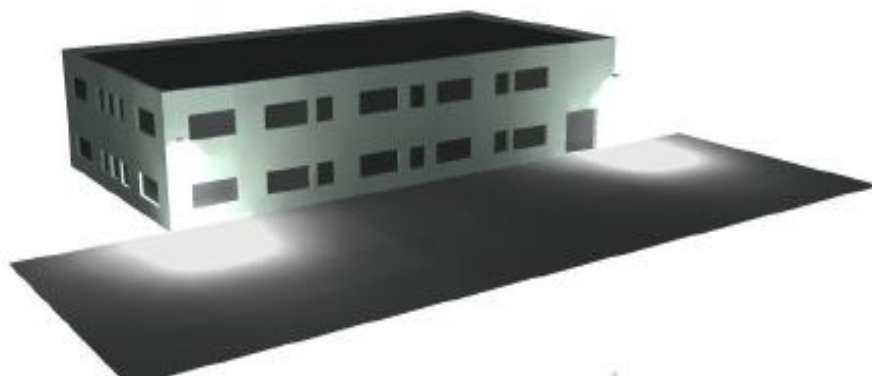
Height of Room: 2.400 m, Mounting Height: 2.400 m, Light loss factor: 0.90

Values in Lux, Scale 1:48

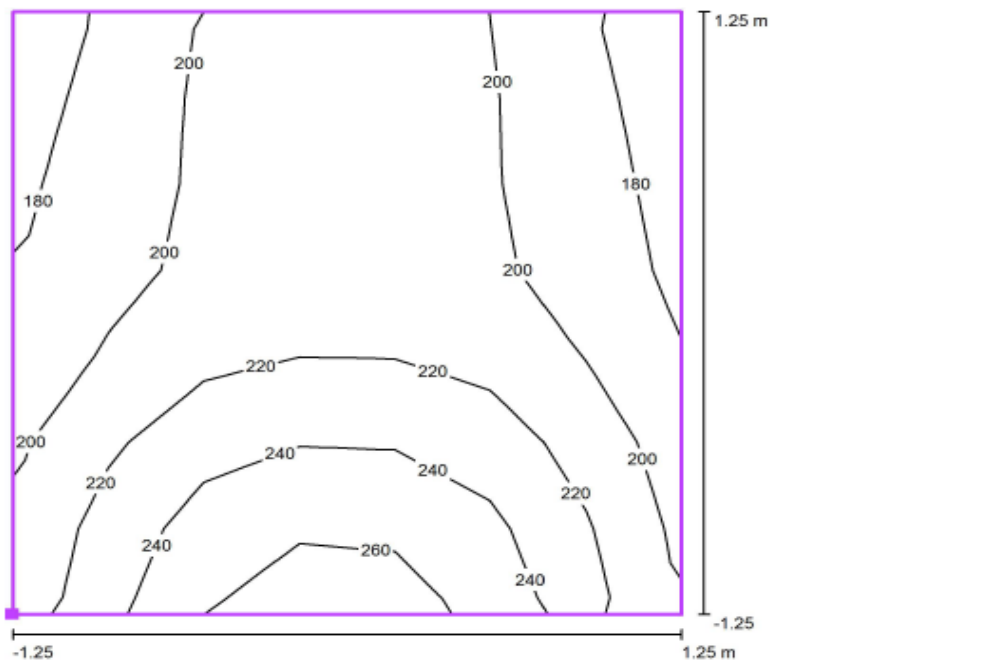
Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$u0$
Workplane	/	225	133	290	0.592
Floor	83	175	120	208	0.683
Ceiling	70	107	65	187	0.607
Walls (4)	50	183	107	447	/

... . .

Εικόνα 6.7. Αποδυτήρια - Αίθουσα αναμονής - Αποτελέσματα DiaLUX



Εξωτερικός χώρος / Calculation Grid 1 / Isolines (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 21

Position of surface in external scene:
Marked point: (0.215 m, 28.650 m,
0.000 m)



Grid: 7 x 7 Points

E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u_0	E_{min} / E_{max}
212	174	266	0.82	0.66

Εικόνα 6.8. Εξωτερικός χώρος - Αποτελέσματα DialUX

Όπως γίνεται φανερό, από τα προοπτικά σχέδια τριών διαστάσεων, αλλά και από τις καμπύλες lux κάποιων ενδεικτικών χώρων, οι τελευταίοι είναι ομοιόμορφα φωτισμένοι σε όλη την έκτασή τους, και επιτυγχάνεται η απαιτούμενη, από τα αντίστοιχα πρότυπα, φωτεινή στάθμη σε lux.

Το σύνολο των υπολογισμών με τους προτεινόμενους τύπους φωτιστικών για όλους τους χώρους παρατίθεται στο Παράρτημα υπολογισμών.

3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΥΜΨΗΦΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ Φ/Β (NET-METERING)

3.1 Γενικά

Η παρούσα μελέτη έχει ως αντικείμενο την εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού συστήματος, που περιγράφεται παρακάτω και σχεδιάζεται ώστε να λειτουργεί υπό το καθεστώς Virtual Net-Metering.

Η συνολική ισχύς του Φ/Β σταθμού υπολογίζεται στα 396,9kW_p. Τα Φ/Β panels πρόκειται να τοποθετηθούν επί εδάφους. Τα υλικά που αναφέρονται στα πλαίσια της παρούσας μελέτης μπορούν να θεωρηθούν ενδεικτικού τύπου και έχουν επιλεγεί ώστε να πληρούν τις απαιτήσεις του συγκεκριμένου Φ/Β συστήματος από την πλευρά της ασφάλειας.

Σημειώνεται ότι, αντικείμενο της παρούσας μελέτης αποτελούν τα ηλεκτρομηχανολογικά θέματα της εγκατάστασης. Δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας μελέτης η στατική επίλυση οποιουδήποτε σημείου. Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης λαμβάνεται ως ενδεικτικού τύπου ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός. Αυτή η θεώρηση ενδεικτικού τύπου είναι απαραίτητη για την επίλυση της μελέτης. **Είναι σαφές ότι ο ανάδοχος μπορεί να επιλέξει οποιονδήποτε εξοπλισμό ικανοποιεί κατ' ελάχιστον τα τεχνικά χαρακτηριστικά που προδιαγράφονται. Έτσι μπορεί να αλλάξει και ο αριθμός των πάνελ και των μετατροπέων (inverter) ώστε η τελική μέγιστη ισχύς του φωτοβολταϊκού να μην υπερβαίνει τα 396,9 kW_p και να μην είναι μικρότερη από 388,96 kW_p.**

3.2 Παραδοχές

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης και για να επιλεγθεί ο εξοπλισμός και η βέλτιστη συνδεσμολογία μεταξύ των Φ/Β Panels και των Μετατροπέα (inverter), πραγματοποιήθηκε προσομοίωση της εγκατάστασης με τη χρήση εξειδικευμένου λογισμικού. Στα πλαίσια της προσομοίωσης, ελήφθησαν υπ' όψιν όλα τα χωροταξικά, κατασκευαστικά και ηλεκτρολογικά δεδομένα της εγκατάστασης.

Η επιλογή του εξοπλισμού και η διαστασιολόγηση του φωτοβολταϊκού σταθμού έγινε βάσει των παρακάτω παραδοχών:

- I. Η συμπεφωνημένη ηλεκτρική ισχύς του κλειστού κολυμβητηρίου ΠΕΑΚΙ είναι ίση με 400kVA. Βάσει της νομοθεσίας, η μέγιστη ονομαστική ισχύς του Φ/Β σταθμού μπορεί να είναι μέχρι το μισό της συμπεφωνημένης, δηλαδή μέχρι 200kW_p. Ειδικά για νομικά πρόσωπα, δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, που επιδιώκουν κοινωφελείς ή άλλους δημόσιου ενδιαφέροντος σκοπούς, γενικής ή τοπικής εμβέλειας, η ανώτατη ισχύς κάθε φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί να ανέρχεται έως και στο 100% της συμφωνημένης ισχύος κατανάλωσης, δηλαδή μέχρι 400kW_p. Με αυτό το δεδομένο πραγματοποιήθηκε ανάλυση, η οποία ακολουθεί σε επόμενη παράγραφο, βάσει της οποίας αποδεικνύεται τεχνοοικονομικά ότι η εγκατάσταση Φ/Β σταθμού ισχύος 400kW_p αποτελεί τη βέλτιστη εφικτή λύση.
- II. Προκειμένου να επιτευχθεί τιμή ισχύος πλησίον της ανωτέρω τιμής, κρίθηκε απαραίτητη η τοποθέτηση Φ/Β πλαισίων επί εδάφους συνολικής μέγιστης ισχύος 396,9kW_p.
- III. Για τη βέλτιστη σχεδίαση του σταθμού, ελήφθησαν τα πραγματικά δεδομένα του χώρου εγκατάστασης, εκπονήθηκαν οι σχετικές χωροθετήσεις και υπολογίσθηκαν, βάσει αυτών, οι

σχετικές εκτιμήσεις ηλεκτρικής παραγωγής. Σε όλες τις περιπτώσεις ελήφθησαν επαρκείς αποστάσεις μεταξύ των σειρών για ελαχιστοποίηση των σκιάσεων, θεωρήθηκε Νότιος προσανατολισμός και τοποθέτησης των Φ/Β panels υπό κλίση 30°.

- IV. Τα δεδομένα του προτεινόμενου εξοπλισμού και τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής εισήχθησαν σε εξειδικευμένο λογισμικό (PVSystem) για τη βελτιστοποίηση της σχεδίασης. Έπειτα από την επίλυση πλήθους σεναρίων, επιλέχθηκε ο τελικός συνδυασμός του εξοπλισμού.
- V. Κατά την εισαγωγή των μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής στο λογισμικό PVSystem, ως κατώτερη θερμοκρασία για την περιοχή των Ιωαννίνων ορίστηκε αυτή των -10 °C. Η θεώρηση αυτή είναι προς την πλευρά της ασφάλειας, καθώς βάσει των ποικίλων μετεωρολογικών αναλύσεων που προηγήθηκαν, μπορεί να ειπωθεί ότι, ακόμη και αυτή η θερμοκρασία, θεωρείται αρκετά αυστηρή για την περιοχή. Με αυτό τον τρόπο, επετεύχθη η τοποθέτηση των panels ανά στοιχειοσειρά (string) κατά το βέλτιστο τρόπο.
- VI. Ο χώρος εγκατάστασης των μετατροπών προβλέφθηκε να είναι στο στηρικτικό σύστημα κάτω από τα πάνελ. Από το σημείο εγκατάστασης των Μετατροπών (inverters) θα γίνει υπόγεια όδευση των ac καλωδίων, εντός σωλήνων, μέχρι και τον ηλεκτρικό πίνακα του Φ/Β σταθμού, ο οποίος θα τοποθετηθεί στον κίосκι του υποσταθμού. Οι παραπάνω οδεύσεις φαίνονται στα αντίστοιχα σχέδια.
- VII. Η παρούσα μελέτη αφορά στη σύνδεση του Φ/Β σταθμού στο δίκτυο μέσω νέας παροχής, ακολουθώντας τη μεθοδολογία του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού. Η μεθοδολογία σύνδεσης είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές και τα τεχνικά εγχειρίδια που έχει εκδώσει ο Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε.
- VIII. Στο πρόγραμμα προσομοίωσης της Φ/Β εγκατάστασης, έχει ληφθεί υπ' όψιν η ύπαρξη προβληματικών σκιάσεων, μέσω της προσομοίωσης της χωροθέτησης. Υπάρχει επαρκής χώρος και, σύμφωνα με την προβλεπόμενη χωροθέτηση του έργου, υπάρχουν διάδρομοι για την οπτική επιθεώρηση, τη συντήρηση και τον καθαρισμό των Φ/Β panels.

3.3 Καθεστώς Εικονικού Ενεργειακού Συμψηφισμού (Virtual Net-Metering)

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης και για να αξιολογηθεί τεχνοοικονομικά η εγκατάσταση, έγινε ανάλυση της κάλυψης της καταναλωθείσας ηλεκτρικής ενέργειας από την παραγόμενη. Για το σκοπό αυτό, έγινε υπολογισμός των ηλεκτρικών καταναλώσεων του κτηρίου λαμβάνοντας υπ' όψιν και την επαύξηση της κατανάλωσης H/E λόγω του φορτίου των αντλιών που πρόκειται να εγκατασταθούν στο κτήριο, στα πλαίσια της επέμβασης ενεργειακής εξοικονόμησης του κτηρίου. Βάσει των ανωτέρω υπολογισμών, προκύπτει ότι η κατανάλωση, σύμφωνα με την εκτιμώμενη κατάσταση, αντιστοιχεί σε Φ/Β μεγαλύτερης ισχύος από τα 396,9kWp. Ως εκ τούτου, η εγκατάσταση του προσφερόμενου Φ/Β, εξασφαλίζει ότι το σύνολο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας θα συμψηφίζεται λογιστικά και ως εκ τούτου η εγκατάσταση θα προσφέρει τα μέγιστα οφέλη, όπως αυτά ορίζονται από το καθεστώς του Εικονικού Ενεργειακού Συμψηφισμού (Virtual Net-Metering).

Ως εικονικός ενεργειακός συμψηφισμός νοείται ο συμψηφισμός της παραχθείσας από το φωτοβολταϊκό σταθμό ενέργειας με την καταναλωθείσα ενέργεια στις εγκαταστάσεις κατανάλωσης του αυτοπαραγωγού, εκ των οποίων τουλάχιστον η μία είτε δεν βρίσκεται στον ίδιο ή όμορο χώρο με το φωτοβολταϊκό σταθμό ή βρίσκεται στον ίδιο ή όμορο χώρο αλλά δεν συνδέεται με την εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού σταθμού (δεν συνδέεται ηλεκτρικά), δηλαδή ο

φωτοβολταϊκός σταθμός και η εγκατάσταση κατανάλωσης τροφοδοτούνται από διαφορετικές παροχές. Πρακτικά, η ενέργεια που παράγεται από το Φ/Β σταθμό αφαιρείται από την ενέργεια που καταναλώθηκε και επί της διαφοράς των δύο ενεργειών εφαρμόζεται η χρέωση από τη Δ.Ε.Η. Σε όλες τις περιπτώσεις ο ενεργειακός συμψηφισμός διενεργείται σε βάση τριετίας.

Με τις προβλέψεις της νομοθεσίας, δίνεται η δυνατότητα στους καταναλωτές να μειώσουν σημαντικά τα έξοδα προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας. Ο συμψηφισμός παραγόμενης/ καταναλισκόμενης ενέργειας αφορά στη διαφορά μεταξύ καταναλισκόμενης και παραγόμενης ενέργειας σε μία ορισμένη χρονική περίοδο, που ορίζεται ως ο κύκλος καταμέτρησης και τιμολόγησης της καταναλισκόμενης ενέργειας.

3.4 Τεχνική Περιγραφή του Εξοπλισμού

3.4.1 Φ/Β Πλαίσια

Στο Φ/Β σταθμό προτείνονται Φ/Β πλαίσια ονομαστικής ισχύος 300W_p.

Για την παρούσα εγκατάσταση, το συνολικό πλήθος των Φ/Β πλαισίων είναι 1323 τεμάχια, συνολικής ισχύος: **1323 x 300W_p = 396,9kW_p**

Για λόγους μεγιστοποίησης της παραγόμενης ισχύος του Φ/Β σταθμού θα πρέπει να εφαρμοσθεί ομαδοποίηση (sorting) των Φ/Β Panels βάσει του ρεύματος μέγιστης ισχύος (I_{mp}) – όπως αυτό θα δίνεται από τον κατασκευαστή των πλαισίων. Με αυτό τον τρόπο περιορίζονται οι απώλειες λόγω ηλεκτρικής ανομοιομορφίας και μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια ίση μέχρι και 2% (σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία) σε σχέση με την περίπτωση στοχαστικής ομαδοποίησης σε strings.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα διαθέτουν πιστοποιήσεις και εγγυήσεις σύμφωνα με όσα περιγράφονται στο Τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών.

3.4.2 Μετατροπείς

Οι τριφασικοί μετατροπείς θα έχουν μέγιστη ισχύ εξόδου AC~50kW. Θα είναι μετατροπείς συστοιχίας (string-inverter) χωρίς μετασχηματιστή απομόνωσης (transformer-less) και σχεδιασμένοι ώστε να εξυπηρετούν έως και (12) συστοιχίες (strings) φωτοβολταϊκών πλαισίων ο καθένας κατανεμημένες σε 6 MPP trackers. Οι μετατροπείς θα παρουσιάζουν υψηλό βαθμό απόδοσης κατά τα Ευρωπαϊκά πρότυπα και συγκεκριμένα η τιμή του Ευρωπαϊκού βαθμού απόδοσης θα είναι ≥97,8%.

Η χρήση τους θα ενδείκνυται τόσο για εσωτερικούς όσο και για εξωτερικούς χώρους, μιας και χαρακτηρίζεται από συμπαγή και ανθεκτική κατασκευή, με αδιάβροχες υποδοχές συνδέσμων και ένα εκτεταμένο εύρος θερμοκρασιακής αντοχής από τους -25 °C έως τους +60 °C. Ο κάθε μετατροπέας θα είναι εξοπλισμένος με έναν ευφυή μηχανισμό ελέγχου της θερμοκρασίας, ώστε να έχει τη δυνατότητα της απρόσκοπτης λειτουργίας σε πλήρη ισχύ υπό συνεχή θερμοκρασία περιβάλλοντος στους 40 °C. Ο μετατροπέας θα είναι εναρμονισμένος με τα Ελληνικά πρότυπα διασύνδεσης με το δίκτυο του Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε. και θα παρέχει τεκμηριωμένους μηχανισμούς αποφυγής του φαινομένου της νησιδοποίησης κατά το πρότυπο DIN VDE 0126-1-1. Θα διαθέτει ποικίλες διεπαφές επικοινωνίας (RS232, RS485, Ethernet) με άλλα συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου της απόδοσης και των κρίσιμων παραμέτρων και θα είναι συμβατός με τα ποικίλα διαγνωστικά συστήματα των κατασκευαστικών οίκων.

Όπως προκύπτει, από τα διαγράμματα του βαθμού απόδοσης των Μετατροπέων (inverters), η μέγιστη απόδοση επιτυγχάνεται για τάσεις λειτουργίας στο μέσο των δυνατών τιμών. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε η δημιουργία strings αποτελούμενα από **21 panels** που, όπως αποδείχθηκε από τους υπολογισμούς, οδηγούν σε καλύτερα αποτελέσματα παραγωγής. Επιπρόσθετα, επιτυγχάνεται ομοιογένεια του σταθμού, καθώς το σύνολο των strings είναι όμοια και καθίστανται ευκολότερες οι εργασίες ελέγχου, συντήρησης και μετρήσεων επαλήθευσης.

Ειδικότερα, η βέλτιστη συνδεσμολογία της εγκατάστασης προκύπτει ως εξής:

$$7 \text{ Inv (8 strings x 21 PV)} + 1 \text{ Inv (7 strings x 21 PV)} = 1323 \text{ PV x } 300\text{W}_p = 396,9\text{kW}_p.$$

Το Performance Ratio της εγκατάστασης με αυτή τη συνδεσμολογία και για τις συγκεκριμένες συνθήκες έργου, κατά την έναρξη λειτουργίας της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης (έτος 0) υπολογίσθηκε 0,804.

Η συνολική ονομαστική ισχύς της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης δεν θα είναι μεγαλύτερη από 396,9 kW_p και μικρότερη από 388,96 kW_p.

3.4.3 Στηρικτικό Σύστημα

Τα Φ/Β πλαίσια τοποθετούνται σε στηρικτικά συστήματα η σχεδίαση των οποίων, επιτρέπει την γρήγορη και αξιόπιστη εγκατάσταση, με εξαρτήματα που συνδυάζονται ευέλικτα και αποτελεσματικά. Το στηρικτικό σύστημα θα είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο.

Για τις απαιτήσεις του συγκεκριμένου έργου, πραγματοποιείται εξατομικευμένη προσαρμογή των προδιαγραφών του στηρικτικού συστήματος από τον κατασκευαστή. Επιπλέον, λαμβάνονται υπ' όψιν οι διαστάσεις των χρησιμοποιούμενων Φ/Β πλαισίων, τα τοπικά δεδομένα της ταχύτητας ανέμων (αιολικό φορτίο/δυναμικό) και των χιονοπτώσεων, καθώς και τυχόν ιδιομορφίες του δώματος.

Η εγκατάσταση των Φ/Β πλαισίων θα γίνει επί πιστοποιημένων συστημάτων σταθερής στήριξης 2 πασσάλων. Η έδραση των προφίλ αλουμινίου γίνεται πάνω στο στηρικτικό σύστημα που εξασφαλίζει μέγιστη στήριξη από τις ανεμοπιέσεις/ανεμοπτώσεις. Η κλίση που θα έχουν τα φωτοβολταϊκά πάνελ σε σχέση με το έδαφος θα είναι 30 μοίρες.

Δεν αποτελεί αντικείμενο της παρούσας μελέτης η αξιολόγηση της στατικής επάρκειας του στηρικτικού συστήματος με το οποίο θα γίνει η εγκατάσταση του Φ/Β σταθμού. Επίσης, δεν αποτελεί αντικείμενο η μέθοδος έδρασης του στηρικτικού συστήματος.

3.4.4 Σύστημα Παρακολούθησης – Τηλεμετρίας

Η λειτουργία και η απόδοση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του προτεινόμενου φωτοβολταϊκού συστήματος ελέγχεται και παρακολουθείται σε πραγματικό χρόνο τόσο επιτόπου, όσο και απομακρυσμένα μέσω διαδικτύου, με τις πλέον σύγχρονες μεθόδους τηλεμετρίας. Ο έλεγχος και η επιτήρηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του φωτοβολταϊκού συστήματος πραγματοποιείται κατ' ελάχιστο σε επίπεδο μετατροπέα. Η παρακολούθηση των ηλεκτρικών μεγεθών των Μετατροπέων (inverters) επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση καλωδίου utp είτε για κάθε μετατροπέα (inverter) χωριστά είτε από μετατροπέα (inverter) σε μετατροπέα (inverter), το οποίο επικοινωνεί με την κατάλληλη συσκευή τηλεμετρίας μεταφέροντας όλες τις πληροφορίες στη συσκευή αυτή και η οποία, με τη σειρά της, επικοινωνώντας με το ρούτερ, στέλνει όλα τα δεδομένα στη συσκευή.

3.4.5 Γειώσεις - Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας

Γενικά

Η ανάγκη εγκατάστασης Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας (Σ.Α.Π.) και η επιλογή της κατάλληλης Στάθμης Προστασίας για το σχεδιασμό του, γίνεται βάσει του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN 62305-2 όπου, λαμβάνοντας υπ' όψιν διάφορες παραμέτρους (χρήση της κατασκευής, διαστάσεις, γεωγραφική θέση κ.λπ.), η κατασκευή κατατάσσεται σε κάποια Στάθμη Προστασίας, από την πιο αυστηρή I έως την πιο χαλαρή IV. Στην περίπτωση ανάγκης εγκατάστασης Σ.Α.Π., προβαίνουμε στο σχεδιασμό της Αντικεραυνικής Προστασίας σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305-3 και στην υλοποίησή της με υλικά που πρέπει να ικανοποιούν τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα EN 62561 – 1 και EN 62561–2. Σύμφωνα με τα ανωτέρω πρότυπα, το Σ.Α.Π. περιλαμβάνει το εξωτερικό και το εσωτερικό σύστημα.

Εξωτερικό σύστημα

Το εξωτερικό αντικεραυνικό σύστημα αποτελείται από:

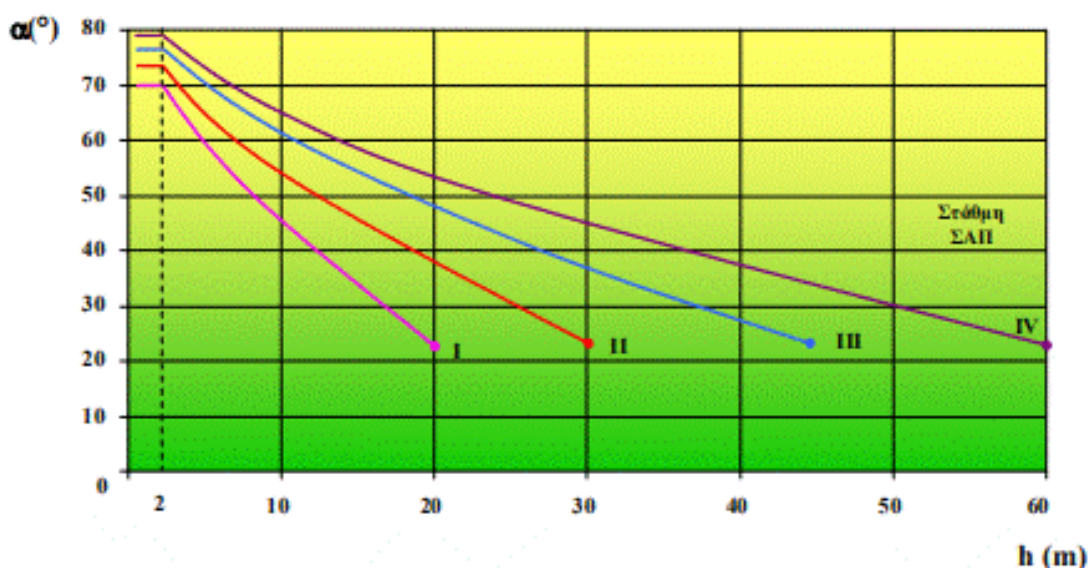
Το συλλεκτήριο σύστημα, που σκοπό έχει να συλλέξει το κεραυνικό ρεύμα και να το διοχετεύσει, μέσω των αγωγών καθόδου, στο σύστημα γείωσης με ασφάλεια. Αποτελείται από ράβδους (ακίδες), τεταμένα σύρματα, πλέγμα αγωγών (βρόχοι), μεμονωμένα ή σε συνδυασμό.

Τους αγωγούς καθόδου, που σκοπό έχουν να οδηγήσουν το κεραυνικό ρεύμα από το συλλεκτήριο, με ασφάλεια στο σύστημα γείωσης. Αποτελείται από αγωγούς διατεταγμένους συνήθως περιμετρικά της κατασκευής ορατούς ή μη.

Το σύστημα γείωσης που σκοπός του είναι να επιτευχθεί η διάχυση του κεραυνικού ρεύματος μέσα στη γη, με ασφάλεια χωρίς να δημιουργούνται επικίνδυνες υπερτάσεις. Αποτελείται από οριζόντια ή κατακόρυφα ηλεκτρόδια γείωσης, τοποθετημένα είτε εντός του εδάφους είτε εγκιβωτισμένα σε σκυρόδεμα.

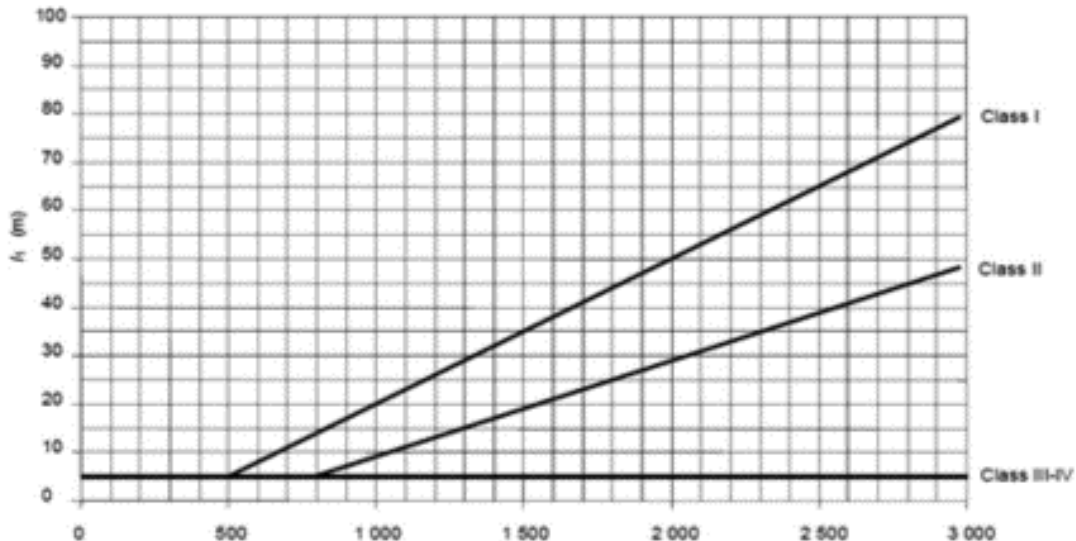
Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305-3:

α. Ανάλογα της απαιτούμενης στάθμης προστασίας, οι διαστάσεις των βρόχων του συλλεκτηρίου συστήματος, η γωνία προστασίας ακίδος (α), που πιθανόν να περιέχεται σε αυτό, καθώς επίσης η μέση απόσταση των αγωγών καθόδου, ορίζονται στο διάγραμμα και στον πίνακα που ακολουθούν.



ΣΤΑΘΜΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΒΡΟΧΩΝ (m)	ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΘΟΔΟΥ (m)
I	5x5	10
II	10x10	10
III	15x15	15
IV	20x20	20

β. Ο σχεδιασμός του συστήματος γείωσης, σε σχέση με την απαιτούμενη στάθμη προστασίας, απαιτεί ελάχιστα μήκη ηλεκτροδίων που φαίνονται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Τα ελάχιστα μήκη μπορούν να μη ληφθούν υπ' όψιν με την προϋπόθεση ότι έχει επιτευχθεί μία αντίσταση γείωσης μικρότερη από 10Ω.

Εσωτερικό σύστημα

Το εσωτερικό σύστημα αποτελείται από:

Τις ισοδυναμικές συνδέσεις, που σκοπό έχουν την προστασία ατόμων από τάσεις επαφής και την αποτροπή ανάπτυξης επικίνδυνων τόξων εντός της προστατευόμενης κατασκευής.

Τους απαγωγούς κρουστικών υπερτάσεων, που σκοπό έχουν τη μείωση επαγόμενων κρουστικών τάσεων σε ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά συστήματα. Η αντικεραυνική προστασία από τις υπερτάσεις, στην DC μεριά του φωτοβολταϊκού σταθμού, εξασφαλίζεται με την τοποθέτηση συστήματος ηλεκτρικής στο σημείο εισόδου DC του κάθε μετατροπέα (inverter) που καταλήγουν τα ηλιακά panels. Το σύστημα αυτό τοποθετείται εντός του μετατροπέα (inverter) και ασφαλίζει όλες τις εισόδους του. Τα στοιχεία προστασίας αυτά προστατεύουν από υπερτάσεις που εμφανίζονται ταυτόχρονα στους αγωγούς DC ως προς τη γείωση και που οφείλονται σε κεραυνικά πλήγματα ή σε ενδογενείς κρουστικές υπερτάσεις. Κάθε στοιχείο μπορεί να διαχειριστεί κρουστικά ρεύματα έντασης τουλάχιστον 140kA (κυματομορφή 8/20μs) ή κεραυνικά ρεύματα έντασης έως 7,5kA (κυματομορφή 10/350μs). Εντός του γενικού πίνακα του φωτοβολταϊκού, εγκαθίσταται αντικεραυνική προστασία T1+T2 προκειμένου να προστατεύεται η AC πλευρά των μετατροπέων (inverters) από εξωτερικές και εσωτερικές κρουστικές υπερτάσεις.

Η σχεδίαση του εσωτερικού συστήματος πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τα πρότυπα εφαρμογής EN/IEC 62305-4, EN/IEC 61643-12, EN/IEC 61643-22 ενώ παράλληλα οι απαγωγοί κρουστικών πρέπει να ικανοποιούν τα πρότυπα δοκιμών EN/IEC 61643-11 και EN/IEC 61643-21, ανάλογα με τον τύπο του απαγωγού.

Εξωτερική αντικεραυνική προστασία

Εξετάζοντας την ανάγκη εγκατάστασης Σ.Α.Π. και την επιλογή της Στάθμης Προστασίας στη συγκεκριμένη κατασκευή, σύμφωνα με τα ανωτέρω, προκύπτει ότι: Απαιτείται αντικεραυνική προστασία και η απαιτούμενη Στάθμη είναι IV.

Σαν συλλεκτήριο σύστημα τοποθετούνται ακίδες Φ15 σε αποστάσεις σύμφωνα με την απαιτούμενη στάθμη προστασίας. Η στήριξη τους πραγματοποιείται με ειδικούς σφιγκτήρες – γεφυρωτές πάνω στις βάσεις των Φ/Β.

Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62305 – 3 (§ 5.1.3, 5.2.5 & 5.3.5), τα μεταλλικά στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φυσικοί αγωγοί καθόδου, εφ' όσον πληρούν τις κάτωθι προϋποθέσεις:

- Η ηλεκτρική συνέχεια μεταξύ των διαφόρων τμημάτων τους είναι αξιόπιστη.
- Οι διαστάσεις τους είναι τουλάχιστον ίσες με αυτές που καθορίζονται για τους τυποποιημένους συλλεκτήριους αγωγούς και τους αγωγούς καθόδου.

Στο άνω και κάτω άκρο κάθε δοκού, μέσω ειδικών εξαρτημάτων κατά EN 62561-1, συνδέονται το συλλεκτήριο σύστημα και το σύστημα γείωσης.

Το σύστημα γείωσης κατασκευάζεται με ταινία, σύμφωνα με τα EN 62561-2, σε μορφή κλειστού δακτυλίου περιμετρικά της κατασκευής, σε απόσταση περίπου 2m, εντός χάνδακος και σε διαμήκη τμήματα. Η ταινία τοποθετείται επί ορθοστατών ανά 2m περίπου με τη μεγάλη της επιφάνεια κάθετη. Η γείωση συνδέεται με τις καθόδους με σφιγκτήρες κατά EN 62561-1 (100kA, 10/350μs).

Η γεφύρωση όλων των μεταλλικών μερών με το συλλεκτήριο και τον αγωγό καθόδου όπου δεν τηρείται η απόσταση ασφαλείας, πραγματοποιείται μέσω κατάλληλων ακροδεκτών, για επίπεδες επιφάνειες (π.χ. κουπαστές, αεραγωγούς, κλιματιστικές μονάδες, στόμια απαγωγής, πλαίσια παραθύρων κ.λπ.), ή μέσω περιλαίμιων για τις σωληνώσεις υδρορροές κ.λπ.. Όλοι οι σφιγκτήρες, ακροδέκτες, περιλαίμια κ.τ.λ., ικανοποιούν τα EN 62561-1 (50kA, 10/350μs).

3.4.6 Καλωδιώσεις DC – AC – Μ.Τ.

Οι καλωδιώσεις των κυκλωμάτων υπό DC τάση θα πραγματοποιηθούν με εξειδικευμένα καλώδια ειδικά για χρήση σε Φ/Β σταθμούς και με ρητά γραμμένα στα τεχνικά φυλλάδια του ικανότητα απ' ευθείας ταφής στο έδαφος. Το σύνολο των καλωδίων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν θα είναι πιστοποιημένα με το διεθνές πρότυπο EN.

Η επιλογή της διατομής των καλωδίσεων που θα εγκατασταθούν εξαρτώνται από τις απώλειες που αναπτύσσονται σε κάθε περίπτωση. Οι διατομές που θα εγκατασταθούν θα είναι αυτές των **6mm²**, ώστε **οι απώλειες στα κυκλώματα υπό DC τάση να μην ξεπεράσουν το 1,5%**. Οι οδεύσεις των καλωδίσεων DC θα γίνονται εντός σπινάλ κατάλληλων για υπόγεια ταφή εντός εδάφους με αντιτρωκτική προστασία.

Οι καλωδιώσεις AC Χαμηλής Τάσης χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των Μετατροπέων (inverters) με τις αντίστοιχες αναχωρήσεις στο Γ.Π.Χ.Τ. του Υποσταθμού και είναι κατά κύριο λόγο υπόγειες. Για την επιλογή της διατομής των καλωδίσεων που θα εγκατασταθούν εξετάστηκαν οι απώλειες που αναπτύσσονται σε κάθε περίπτωση. Οι διατομές που θα εγκατασταθούν θα είναι NY 3X35+16+16mm². Για τον υπολογισμό της διατομής των καλωδίσεων πραγματοποιήθηκε αναλυτικός υπολογισμός σε επίπεδο μετατροπέα (inverter). Σε όλες τις περιπτώσεις οι αντιστάσεις των καλωδίων και η ονομαστική ικανότητας μεταφοράς ρεύματος θεωρήθηκαν σύμφωνα με τις παραμέτρους του κατασκευαστή, ενώ η

πτώση τάσης δεν θα ξεπερνάει το 3%. Σημειώνεται ότι, τα καλώδια που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να είναι κατάλληλα για υπόγεια εγκατάσταση και να λειτουργούν σε θερμοκρασίες μέχρι 70°C.

Οι καλωδιώσεις AC Μέσης Τάσης χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των πεδίων Μέσης Τάσης του Υποσταθμού με το σημείο σύνδεσης της Δ.Ε.Η. Τα καλώδια που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν είναι τύπου N2XS_Y 1x50/16mm². Πρόκειται να εγκατασταθούν συνολικά τέσσερα (4) καλώδια Μέσης Τάσης (3 για τις τρεις φάσεις και 1 εφεδρικό). Η όδευση των καλωδιώσεων περιγράφεται στο αντίστοιχο σχέδιο της παρούσας μελέτης. Η όδευση των καλωδίων Μέσης Τάσης μεταξύ των πεδίων του Υποσταθμού και του σημείου σύνδεσης με το δίκτυο Μέσης Τάσης της Δ.Ε.Η. πρόκειται να πραγματοποιηθεί υπογείως εντός των πλαστικών σωληνώσεων Φ90mm. Η όδευση θα γίνει εντός στρώματος άμμου πάχους 30cm. Πάνω από το στρώμα άμμου θα τοποθετηθούν πλάκες πεζοδρομίου για μηχανική προστασία από κάθετες μηχανικές καταπονήσεις και πλέγμα προειδοποίησης.

Η όδευση των καλωδίων επί της κολώνας Μέσης Τάσης πρόκειται να πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Δ.Ε.Η. Οι διατομές των καλωδιώσεων Μέσης Τάσης θα είναι χαλκού N2XS_Y 1x50/16mm². Η διαστασιολόγηση γίνεται στη συνέχεια.

Γενικώς, τα κριτήρια επιλογής διατομής καλωδίων Μέσης Τάσης είναι τρία:

- (i) η ικανότητα αντοχής σε ρεύμα υπό βραχυκύκλωμα,
- (ii) η ικανότητα μεταφοράς ρεύματος και
- (iii) η αναπτυσσόμενη πτώση τάσης κατά μήκος του καλωδίου.

Για καλώδια Μέσης Τάσης και για ισχύ σύμφωνα με την περίπτωση που εξετάζεται:

- (i) Το κρίσιμο κριτήριο που καθορίζει τη διατομή των καλωδίων είναι η αντοχή σε βραχυκύκλωμα. Για το λόγο αυτό, εξετάζεται πρώτα αυτό το κριτήριο.
- (ii) Εν συνεχεία, εξετάζεται η συμφωνία του αποτελέσματος με την ικανότητα μεταφοράς ρεύματος.
- (iii) Το κριτήριο της πτώσης τάσης δεν εξετάζεται, λόγω του μικρού μήκους δικτύου.

Η διατομή ενός καλωδίου Μέσης Τάσης για να μεταφέρει ρεύμα βραχυκυκλώματος δίνεται από τον τύπο: $A = (I_k \times \sqrt{t})/k$

Όπου: A είναι η διατομή του αγωγού του καλωδίου Μέσης Τάσης σε mm², I_k είναι το ρεύμα βραχυκύκλωσης που αναμένεται, t είναι η διάρκεια του βραχυκυκλώματος μέχρι να ενεργοποιηθεί το μέσο προστασίας και k είναι ο χαρακτηριστικό συντελεστής του καλωδίου ίσος με 170.

Το ρεύμα βραχυκύκλωσης είναι: $I_k = 250\text{MVA} / (\sqrt{3} \times 20\text{kV}) = 7,217\text{kA}$.

Ο χρόνος ενεργοποίησης του μέσου προστασίας θεωρείται: t = 1sec.

Ως εκ τούτου, η διατομή του καλωδίου Μέσης Τάσης λαμβάνεται μεγαλύτερη ή ίση με 42,4mm², που οδηγεί σε διατομή ίση με 50mm².

Η ικανότητα μεταφοράς ρεύματος ενός καλωδίου N2XS_Y 1x50/16mm², σύμφωνα με τα τεχνικά φυλλάδια του κατασκευαστή, είναι ίση με 225A σε θερμοκρασία 20°C. Θεωρώντας θερμοκρασία εδάφους 30°C, ορίζεται συντελεστής απομείωσης 0,89. Ως εκ τούτου, το ρεύμα υπολογισμού είναι ίσο με 225x0,89 = 200,25A.

Το ρεύμα που αναμένεται κατά την ονομαστική λειτουργία του Φ/Β σταθμού θα είναι ίσο με 400kW / ($\sqrt{3}$ x 20kV) = 11,55A. Διαπιστώνεται ότι, το υπό εξέταση καλώδιο υπερκαλύπτει τις απαιτήσεις μεταφοράς ρεύματος.

3.4.7 Περίφραξη

Θα χρησιμοποιηθούν πάσσαλοι διατομής 1,5 ιντσών, γαλβανισμένοι, ύψους 2,50m. Για την σωστή και ασφαλή στερέωση τους θα διανοίγονται στο έδαφος οπές διαμέτρου 15cm, βάθους 0,40m, ανά 2,50m, και μετά την κατακορύφωση των πασσάλων οι οπές πληρώνονται με άοπλο σκυρόδεμα. Στο πάνω μέρος, κατά μήκος της περίφραξης τοποθετείται αγκαθωτό σύρμα σε δύο σειρές, για επιπλέον προστασία. Στο εναπομείναν ελεύθερο τμήμα του πασσάλου, ύψους 2,00m τοποθετείται σύρμα ύψους 1,80m, οπής 5cmx5cm, στερεωμένη σε ούγια ανά 0,50m. Σε κάθε γωνία του γηπέδου τοποθετούνται αντηρίδες με γαλβανισμένους πασσάλους διατομής 1 ίντσας. Αντηρίδες τοποθετούνται και στα ευθύγραμμα τμήματα της περίφραξης, εφόσον το μήκος υπερβαίνει τα 25,00m. Προτείνεται γαλβανιζέ δίφυλλη ανοιγόμενη θύρα, μήκους 4,00m. Στα άκρα θα κατασκευασθούν κολώνες από άοπλο σκυρόδεμα, διατομής 20cmx20cm. Για προστασία από άγρια ζώα και τρωκτικά προτείνεται η κατασκευή περιμετρικού σενάζ από άοπλο σκυρόδεμα πλάτους 0,15cm και ύψους 0,30cm, εκ των οποίων τα 10cm θα είναι μέσα στο έδαφος.

Διευκρινίζεται ότι αν το φωτοβολταϊκό σύστημα εκτείνεται σε τμήματα τα οποία δεν είναι ένας ενιαίος χώρος θα πρέπει να περιφραχτούν όλοι οι χώροι και κάθε ένας να έχει δική του πόρτα.

3.4.8 Σύστημα συναγερμού – καμερών - Φωτισμού

Περιμετρικά του φωτοβολταϊκού πάρκου και εντός της περίφραξης θα τοποθετηθεί σύστημα συναγερμού και κλειστό κύκλωμα παρακολούθησης. Συγκεκριμένα, το πάρκο θα χωριστεί σε ζώνες από beams, οι οποίες θα προστατεύουν από παραβιάσεις εσωτερικά της περίφραξης σε όσους χώρους τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά συστήματα. Θα τοποθετηθούν ζεύγη beams, σε όσες κολώνες χρειαστούν, προκειμένου να καλύπτεται όλη η περίμετρος που περιλαμβάνει τη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση. Οι κολώνες θα έχουν ύψος τουλάχιστον 2,5m (εκτός εδάφους), ώστε στις ίδιες κολώνες να τοποθετηθούν τόσο οι κάμερες όσο και τα φωτιστικά του περιμετρικού φωτισμού. Οι κάμερες ασφαλείας θα πρέπει να τοποθετηθούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε στο σύνολο τους να καλύπτουν όλες τις ζώνες της περιμέτρου περίφραξης. Επιπλέον, στον οικίσκο θα τοποθετηθούν δύο (2) κάμερες που θα καταγράφουν περιμετρικά αυτού, καθώς και παγίδες συναγερμού σε κάθε πόρτα εισόδου του. Οι κάμερες θα παρακολουθούνται από καταγραφικό που θα περιέχει σκληρό δίσκο αποθήκευσης δεδομένων. Το καταγραφικό, ο συναγερμός με το πληκτρολόγιο του και τη μονάδα gsm που θα πραγματοποιεί κλήσεις, όταν το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση συναγερμού, θα βρίσκονται εντός του υποσταθμού. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού παρατίθενται στο τεύχος τεχνικών προδιαγραφών και είναι ενδεικτικά. Για τον φωτισμό θα χρησιμοποιηθούν προβολείς LED ισχύος κατ' ελάχιστο 30W ο καθένας, συμμετρικής δέσμης, με ελάχιστη απαίτηση μέσης στάθμης φωτισμού 5Lux, σε μία ζώνη 19m περιμετρικά του χώρου εγκατάστασης.

3.4.9 Υποσταθμός – Κιόσκι 500kVA

Περιγραφή

Η παρούσα τεχνική περιγραφή αφορά τον νέο Υποσταθμό με τον οποίο θα συνδεθεί το Φωτοβολταϊκό ισχύος 396,9kW στο δίκτυο της Μέσης Τάσης υπό καθεστώς Virtual Net-Metering. Η εγκατεστημένη ισχύς του Υποσταθμού θα είναι 500kVA και θα αποτελείται από ένα μετασχηματιστή ελαίου 500kVA. Στην παρούσα περιγραφή γίνεται εκτενής ανάλυση του εξοπλισμού από τον οποίο θα αποτελείται.

Πεδία Μέσης Τάσης

Τα πεδία Μέσης Τάσης θα αποτελούνται από τρία (3) πεδία.

Το σύνολο των 3 πεδίων έχουν θα ενσωματωμένο ενδεικτικό μιμικό διάγραμμα με ακριβή θέση των διακοπτικών μέσων, καθώς επίσης και δυνατότητα οπτικής επιβεβαίωσης της κατάστασης εντός των πεδίων.

Το πεδίο άφιξης από το δίκτυο της Δ.Ε.Η. θα ενσωματώνει αλεξικέραυνα εισόδου. Το πεδίο αναχώρησης του μετασχηματιστή ενσωματώνει έναν αυτόματο διακόπτη ισχύος SF6 630A, 24kV με μηχανική μανδάλωση με τον αντίστοιχο γειωτή. Στο πηνίο εργασίας του αυτόματου διακόπτη θα επενεργεί και η προστασία Buchholz του μετασχηματιστή, σύμφωνα με τα σχέδια που παρατίθενται με την παρούσα τεχνική περιγραφή. Στο τρίτο πεδίο θα υπάρχει ειδική διάταξη δευτερογενούς προστασίας με τις μετρητικές της διατάξεις και τον ηλεκτρονόμο ενδεικτικού τύπου Seram 40, ο οποίος θα επενεργεί στον αυτόματο διακόπτη ισχύος του πεδίου αναχώρησης του Μ/Σ.

Μετασχηματιστής

Ο Υποσταθμός αποτελείται από ένα μετασχηματιστή ελαίου ισχύος 500kVA με τάση βραχυκυκλώσεως 4%. Τα χαρακτηριστικά του παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Liquid-filled distribution transformers
Voltage up to 24 kV
Primary/secondary voltage 20/0.4 kV
Cooling ONAN

Power rating	Type	Short-circuit impedance	Load losses at 75°C Pk	No-load losses P ₀	Sound power level LWA	Length	Width	Height	Total weight	Conductor material (prim/sec)	Conductor weight	Core material (E-steel)	Core weight (net) (E-steel)	Roller distance
(kVA)			W	W	dB(A)	mm	mm	mm	kg		kg		kg	mm
50	SDT	4%	1100	90	39	900	770	1325	480	Al/Al	38	GO	175	520 x 520
100	SDT	4%	1750	145	41	960	800	1450	700	Al/Al	70	GO	265	520 x 520
160	SDT	4%	2350	210	44	1100	840	1480	1115	Al/Al	95	GO	475	520 x 520
250	SDT	4%	3250	300	47	1150	940	1530	1450	Al/Al	125	GO	620	520 x 520
315	SDT	4%	3900	360	49	1190	950	1580	1585	Al/Al	155	GO	680	670 x 670
400	MDT	4%	4600	430	50	1220	1000	1630	1790	Al/Al	170	GO	790	670 x 670
500	MDT	4%	5500	510	51	1240	1060	1680	1930	Al/Al	205	GO	810	670 x 670
630	MDT	4%	6600	600	52	1300	1090	1800	2400	Al/Al	265	GO	1015	670 x 670
800	MDT	6%	8400	650	53	1430	1080	1850	2680	Al/Al	330	GO	1035	820 x 820
1000	MDT	6%	10500	770	55	1490	1140	1860	2950	Al/Al	340	GO	1080	820 x 820
1250	MDT	6%	11000	950	56	1640	1170	1970	3560	Al/Al	495	GO	1365	820 x 820
1600	MDT	6%	14000	1200	58	1530	1180	2020	4070	Al/Al	520	GO	1525	820 x 820
2000	MDT	6%	18000	1450	60	1690	1200	2060	4550	Al/Al	500	GO	1790	1070 x 1070
2500	LMDT	6%	22000	1750	63	1970	1220	2140	5330	Al/Al	610	GO	2000	1070 x 1070
3150	LMDT	6%	27500	2200	65	2230	1410	2150	8197	Al/Al	610	GO	2400	1070 x 1070

GO: grain oriented electrical steel
NO: non-oriented electrical steel
AM: amorphous steel

Στο δάπεδο του κάθε μετασχηματιστή προβλέπεται δημιουργία κατάλληλης ελαιολεκάνης. Σημειώνεται ότι, το σύστημα γείωσης του υποσταθμού θα είναι TN-S, με την ουδετερογείωση να εφαρμόζεται απευθείας στο ουδέτερο κόμβο του μετασχηματιστή. Ο ουδέτερος κόμβος θα γειώνεται απευθείας στην μπάρα γείωσης του συστήματος θεμελιακής γείωσης, εντός του χώρου της Μέσης Τάσης. Επιπροσθέτως, η μπάρα του ουδέτερου Γ.Π.Χ.Τ. του υποσταθμού θα γειώνεται απευθείας μέσω ενός (1) καλωδίου NYG 240mm² 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. Η τσιμεντένια βάση έχει υπολογισθεί για τις διαστάσεις και τη διάταξη του υπό εγκατάσταση υποσταθμού και περιγράφεται με κατασκευαστική ακρίβεια στο αντίστοιχο σχέδιο λεπτομερειών.

Δάρινγκ (οπλισμός στο δάπεδο).

Στο δάπεδο του χώρου Μέσης Τάσης θα εγκατασταθεί ισοδυναμικό πλέγμα σε όλο το δάπεδο του ΥΣ. Σαν ισοδυναμικό πλέγμα χρησιμοποιείται συμβατικός οπλισμός με διάμετρο χαλύβδινων συρμάτων κατ' ελάχιστον 5mm και άνοιγμα το πολύ 300mmx300mm. Το πλέγμα αυτό θα συνδεθεί με το σύστημα θεμελιακής γείωσης της βάσης του υποσταθμού.

Αερισμός του Μετασηματιστή

Ο χώρος εγκατάστασης του μετασηματιστή θα ψύχεται με τεχνητό ελκυσμό που επιτυγχάνεται με ανεμιστήρα, ο οποίος θα απάγει ζεστό αέρα εκτός του χώρου μέσω περσίδων που έχουν δημιουργηθεί στα ανοίγματα του χώρου. Η προσαγωγή θα γίνεται μέσω των ανοιγμάτων των περσίδων που θα τοποθετηθούν στην πόρτα του χώρου.

Σύστημα Γείωσης

Το σύστημα γείωσης που θα εφαρμοσθεί στον υποσταθμό είναι η θεμελιακή γείωση. Το σύστημα θα αποτελείται από ταινία St/tZn διαστάσεων 30mmx3,5mm. Η ταινία θα στηριχθεί στον οπλισμό της βάσης του υποσταθμού με τη χρήση κατάλληλων συνδέσμων επί του οπλισμού. Επιπρόσθετα, με τη χρήση ειδικών τεμαχίων, θα επιτευχθεί η άμεση γείωση επιλεγμένων μεταλλικών ιστών του κτηρίου. Η γείωση της Μέσης και Χαμηλής Τάσης είναι κοινή. Βάσει των απαιτήσεων του Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε., η αντίσταση γείωσης θα είναι μικρότερη του 1Ω. Το σύστημα της γείωσης θα συνδέεται απευθείας στον Γ.Π.Χ.Τ., όπου επιτυγχάνεται και η ουδετερογείωση. Η σύνδεση της μπάρας της γείωσης του πίνακα με τη γείωση του κτηρίου θα επιτυγχάνεται μέσω ενός (1) καλωδίου NYG 240mm², το οποίο, όπως αναφέρθηκε νωρίτερα, θα συνδέεται στον κόμβο γείωσης του μετασηματιστή. Επιπροσθέτως, ο ουδέτερος κόμβος των δύο μετασηματιστών θα γειώνεται απευθείας στο χώρο της Μέσης Τάσης μέσω καλωδίων NYG. Η άμεση γείωση των μεταλλικών μερών των κυκλωμάτων Μέσης Τάσης θα επιτυγχάνεται απευθείας στο σύστημα γείωσης. Εντός του χώρου της Μέσης Τάσης θα εγκατασταθεί περιμετρική ταινία Cu που θα συνδέεται απευθείας με τη θεμελιακή γείωση, μέσω της ταινίας Cu. Η άμεση γείωση των μεταλλικών πεδίων Μέσης Τάσης θα πραγματοποιείται μέσω της ισοδυναμικής ταινίας. Τα μεταλλικά σασί των μετασηματιστών γειώνονται άμεσα μέσω πολύκλωνων αγωγών Cu.

Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης

Ο Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης τροφοδοτείται από τον Μετασηματιστή μέσω ενός αυτόματου διακόπτη ονομαστικής ικανότητας 630A. Τον μετασηματιστή με τον γενικό πίνακα συνδέουν καλώδια NYG 3//((3x1x240)+2//((1x185)+2//((1x70)mm²). Όλες οι λεπτομέρειες του Γενικού Πίνακα Χαμηλής Τάσης δίνονται στα σχετικά μονογραμμικά διαγράμματα. Το φωτοβολταϊκό σύστημα θα αποτελείται από 8 τριφασικούς μετατροπείς (inverters) ισχύος 50kW, οι οποίοι θα συνδέονται μέσω καλωδίων 5x35mm² στον γενικό πίνακα χαμηλής τάσης και ο καθένας εξ' αυτών θα ασφαρίζεται σε αυτόν με μικροαυτόματο 80A. Στον πίνακα αυτό θα υπάρχει αντικεραυνική προστασία T1+T2. Οι καλωδιώσεις AC Χαμηλής Τάσης, που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των μετατροπών (inverters) με τον πίνακα του Φωτοβολταϊκού, ο οποίος θα βρίσκεται εντός του υποσταθμού, θα είναι τύπου διπλής μόνωσης (NYG). Οι διατομές αυτών

των ac καλωδίων, θα είναι τέτοιες ώστε οι απώλειες να είναι μικρότερες του 3,0%, υπό συνθήκες STC. Ως ελάχιστη διατομή, σύμφωνα με το τεχνικό εγχειρίδιο των μετατροπέων (inverters), προκύπτει αυτή των 35mm^2 η οποία ενδεχομένως να αυξηθεί προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες λόγω μεγάλων μηκών. Αυτό θα τεκμηριωθεί από τον ανάδοχο μετά την επιλογή της θέσης των Μετατροπέων (inverters) σε σχέση με τον υποσταθμό.

Πίνακας ιδιοκαταναλώσεων

Εντός του οικίσκου προβλέπεται η εγκατάσταση πίνακα ιδιοκαταναλώσεων του Φ/Β σταθμού. Οι ιδιοκαταναλώσεις θα τροφοδοτούνται μέσω αναχώρησης του Γ.Π.Χ.Τ. της εγκατάστασης και θα αφορούν:

- ✓ Το φωτισμό και τις παροχές ρευματοληψίας εντός των χώρων του οικίσκου.
- ✓ Την τροφοδότηση των βοηθητικών φορτίων των χώρων (ανεμιστήρες αερισμού, βοηθητικά κυκλώματα αυτοματισμών, κ.λπ.).
- ✓ Κεντρικό Πίνακα και υποπίνακες συναγερμού.
- ✓ Rack / CCTV.
- ✓ Τους πυλώνες φωτισμού του Φ/Β σταθμού.

3.4.10 Περιγραφή των Εργασιών της Εγκατάστασης – Υποχρεώσεις αναδόχου

Για την εγκατάσταση του Φ/Β συστήματος απαιτείται σειρά εργασιών, οι οποίες περιγράφονται στην παρούσα ενότητα. Αρχικώς, τα δομικά τμήματα του στηρικτικού συστήματος θα μεταφερθούν στο χώρο εγκατάστασης, όπου θα πραγματοποιηθεί η πασαλόμπηξη ή όποια άλλη μέθοδος θεμελίωσης αποδειχτεί κατάλληλη μέσω και μετά τη διενέργεια των σχετικών pull-outtests, και στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί η συναρμολόγηση και η εγκατάστασή τους. Πριν την έναρξη των εργασιών, οριστικοποιούνται και οι τελευταίες κατασκευαστικές λεπτομέρειες. Όπως αναφέρθηκε, η όδευση όλων των καλωδιώσεων του Φ/Β σταθμού θα πραγματοποιηθεί είτε εντός του εδάφους σε ειδικά σπινάλ, είτε πάνω στα προφίλ αλουμινίου του στηρικτικού συστήματος.

Παράλληλα με την εγκατάσταση του στηρικτικού συστήματος, γίνεται η παραλαβή των Φ/Β panels. Θα γίνει ομαδοποίηση, σύμφωνα με το ρεύμα I_{mpp} , ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες. Ανάλογα με το τελικό εύρος του ρεύματος I_{mpp} , τα Φ/Β Panels, κατά κανόνα για τέτοιου μεγέθους εγκαταστάσεις, ομαδοποιούνται σε περίπου 3–4 ομάδες. Η ανάλυση της ομαδοποίησης θα καθορισθεί από κοινού.

Με την ολοκλήρωση της συναρμολόγησης των στηρικτικών συστημάτων, τοποθετούνται και εγκαθίστανται τα Φ/Β πλαίσια. Παράλληλα, εγκαθίστανται οι Μετατροπείς (inverters). Η εγκατάσταση όλου του σχετικού εξοπλισμού καθώς επίσης και οι επιμέρους τεχνικές λεπτομέρειες καθορίζονται από τα τεχνικά και κατασκευαστικά φυλλάδια.

Ακολουθεί η ηλεκτρολογική σύνδεση των Φ/Β πλαισίων μεταξύ τους σε σειρά, προς σχηματισμό των προδιαγεγραμμένων συστοιχιών, και η σύνδεση των συστοιχιών στους μετατροπείς, μέσω διακοπτικού υλικού ασφαλείας.

Το Πεδίο Άφιξης Καλωδίων Χ.Τ. θα εγκατασταθεί σύμφωνα με τις προβλέψεις της παρούσας τεχνικής περιγραφής.

Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής του Φ/Β σταθμού και πριν την οριστική παράδοση του έργου στον ιδιοκτήτη, πρόκειται να πραγματοποιηθούν οι απαιτούμενοι έλεγχοι καλής κατασκευής και λειτουργίας που προδιαγράφονται από τα σχετικά πρότυπα EN62446 και EN60364-7-712. Ενδεικτικά

αναφέρεται ότι, θα πραγματοποιηθούν πλήρεις μετρήσεις καμπυλών I – V για κάθε string, θερμογράφηση και μετρήσεις megger. Τα αποτελέσματα των δοκιμών θα παραδοθούν στον κύριο του έργου με τον τελικό φάκελο του έργου.

Επισημαίνεται ότι, ο ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να εκπονήσει όλη την αδειοδοτική διαδικασία του Φωτοβολταϊκού μέχρι και τη σύνδεση με το δίκτυο και την ενεργοποίηση του και να συμμορφωθεί με τυχόν υποδείξεις που μπορεί να γίνουν από το Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε., προκειμένου να τηρηθεί η νομοθεσία του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (Virtual Net-Metering) και εν γένει οι οδηγίες του Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε. για τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Στις δοκιμές-ελέγχους κατά HD384, που οφείλει να κάνει ο ανάδοχος-κατασκευαστής του Φ/Β σταθμού προκειμένου να παραδώσει την Υ.Δ.Ε., θα πρέπει να εφαρμόσει όλες τις διατάξεις προστασίας και χειρισμού που θα ορίσει ο διαχειριστής του δικτύου (Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε.). Τέλος, το κόστος πιθανών έργων ενίσχυσης δικτύου, που θα περιλαμβάνονται στην προσφορά σύνδεσης με το δημόσιο δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, περιλαμβάνεται στον προϋπολογισμό του έργου και αποτελεί υποχρέωση του αναδόχου.

Με το πέρας του έργου, ο ανάδοχος οφείλει να παραδώσει φάκελο ποιότητας του έργου με κατασκευαστικά μονογραμμικά και σχέδια κατόψεων, καθώς επίσης και τεύχος υπολογισμών, στο οποίο να αποδεικνύεται η επάρκεια των καλωδίων τροφοδότησης σε σχέση με την ικανότητα μεταφοράς ρεύματος των φορτίων, την επίτευξη επαρκώς χαμηλής πτώσης τάσης κατά τη λειτουργία και την επάρκεια της προστασίας που παρέχουν οι αυτόματοι διακόπτες. Στα μονογραμμικά διαγράμματα θα απεικονίζονται τα τμήματα των ηλεκτρικών πινάκων που τροποποιήθηκαν για το παρόν έργο και το κεντρικό μέσο προστασίας του πίνακα. Η διαστασιολόγηση των καλωδίων τροφοδοσίας και του λοιπού υλικού θα φαίνεται τόσο στα μονογραμμικά διαγράμματα όσο και στα αντίστοιχα φύλλα υπολογισμού των καλωδίων παροχής των πινάκων. Σε περίπτωση που υπάρχει και κρίνεται σκόπιμο από τον εργοδότη, μπορεί να παραδοθεί το υφιστάμενο μονογραμμικό σχέδιο κάθε ηλεκτρικού πίνακα, ώστε να γίνουν απευθείας σε αυτό οι αντίστοιχες ενημερώσεις των αλλαγών από τον ανάδοχο.

3.4.11 Χωροθέτηση – Περιγραφή Οδεύσεων

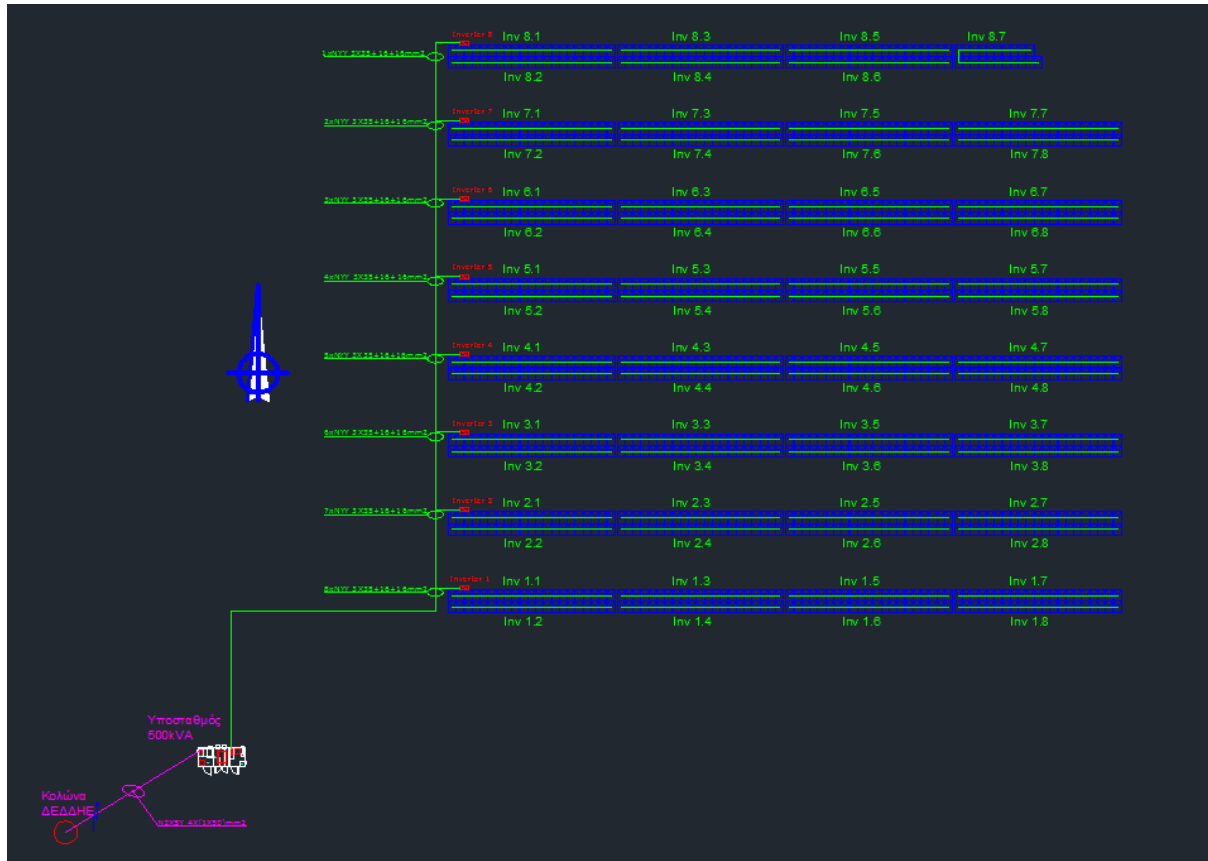
Όπως αναφέρεται και στην εισαγωγική παράγραφο, τα Φ/Β πλαίσια θα εγκατασταθούν με νότιο προσανατολισμό.

Για την όδευση των DC καλωδίων θα γίνουν οι εξής ενέργειες:

- ✓ Μεμονωμένη όδευση dcsolar καλωδίων των strings επί των αλουμινένιων τεγίδων με τη στήριξη με δεματικά εξωτερικού χώρου.
- ✓ Για περιπτώσεις όδευσης από το ύψος των αλουμινένιων τεγίδων στηρικτικού έως και το έδαφος, θα γίνεται χρήση σπιράλ βαρέως τύπου με κατάλληλη στήριξή τους επί των πασάλων.
- ✓ Η όδευση εντός του εδάφους θα γίνεται με χρήση σπιράλ βαρέως τύπου σε βάθος τουλάχιστον 50cm.
- ✓ Σε κάθε διασταύρωση του γενικού καναλιού καλωδίων με αυτό των μετατροπέων (inverters) θα τοποθετείται πλαστικό φρεάτιο, το οποίο θα σφραγιστεί στα σημεία εισόδου των σπιράλ με πολυουρεθάνη.
- ✓ Τα καλώδια DC και AC θα οδεύσουν στο ίδιο κανάλι, αρκεί η όδευση τους να γίνεται σε διαφορετικά βάθη με απόσταση τουλάχιστον 20cm.

- ✓ Τα καλώδια UTP θα οδεύουν σε συνδεσμολογία daisychain και θα καταλήγουν εντός του χώρου της χαμηλής τάσης του υποσταθμού. Η όδυσή τους μπορεί να γίνει στο ίδιο κανάλι με τα ισχυρά αλλά σε διαφορετικό βάθος από αυτά με απόσταση τουλάχιστον 20cm.

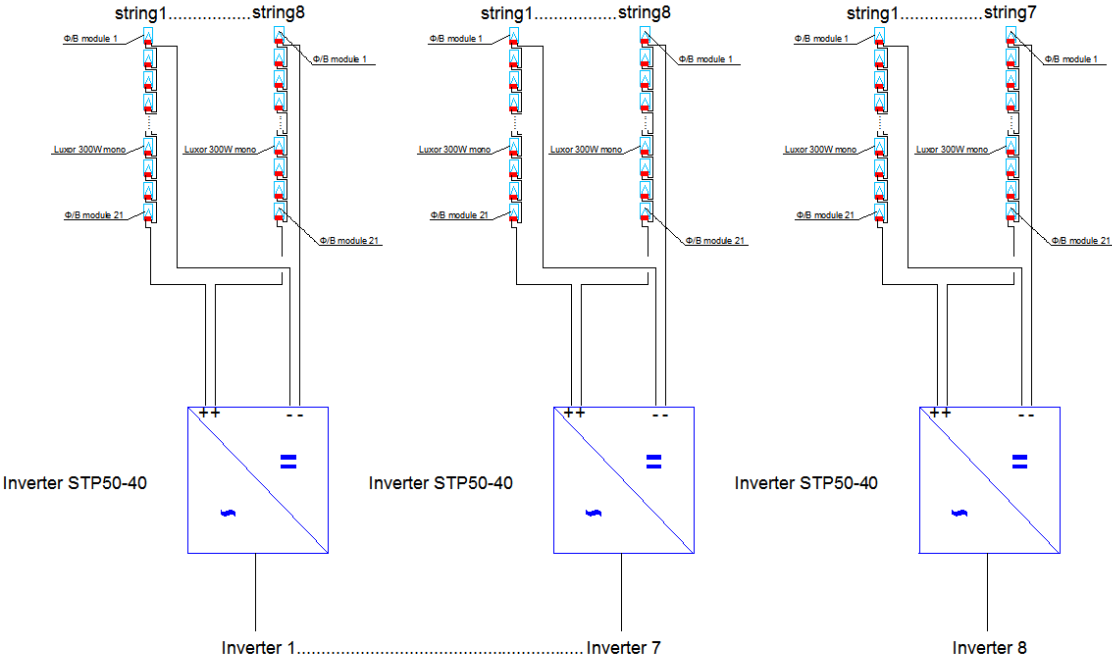
Το σύνολο των καλωδίων πρόκειται να είναι κατάλληλα για εξωτερική χρήση και για απ' ευθείας υπόγεια ταφή, καθώς και να διαθέτουν προστασία τόσο UV όσο και έναντι των λοιπών καιρικών συνθηκών.



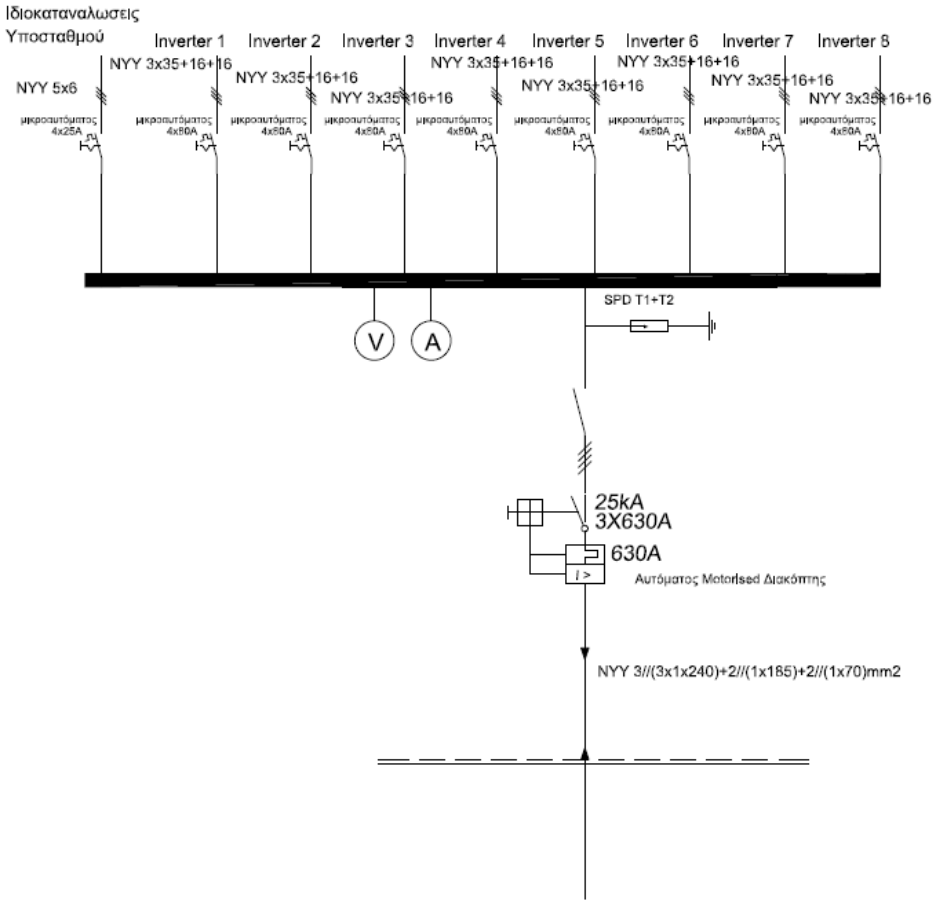
Κάτοψη της προτεινόμενης εγκατάσταση φωτοβολταϊκών

3.4.12 Μονογραμμικό Σχέδιο - Προστασία

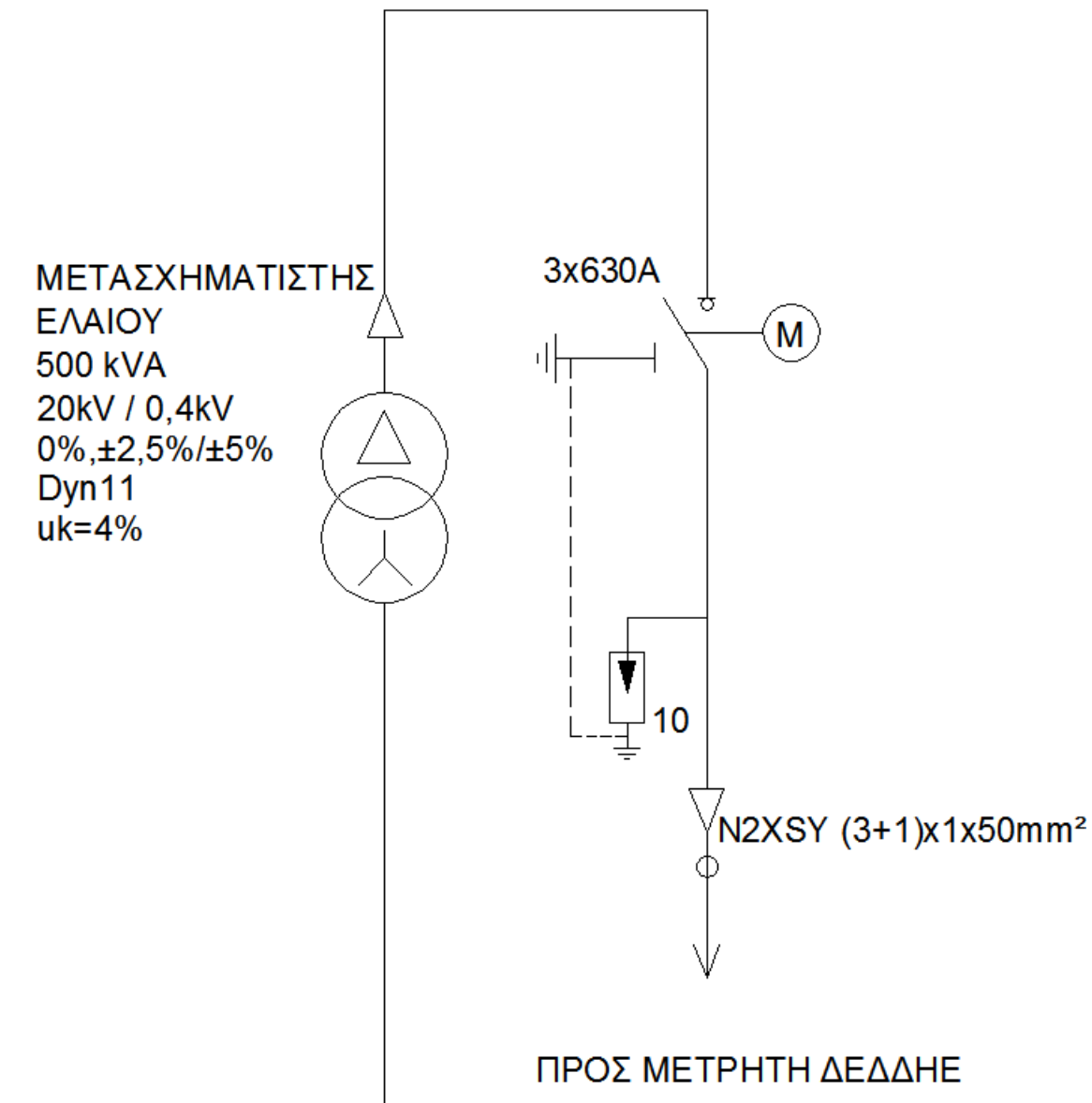
Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενες παραγράφους, από τους μετατροπείς (inverters) των Φ/Β panels, αναχωρούν κατ' ελάχιστον ας καλώδια διπλής μόνωσης NYG ($3 \times 35 + 16 + 16 \text{mm}^2$) προς τον Πίνακα των Φ/Β, ο οποίος βρίσκεται στον υποσταθμό. Στην παρούσα μελέτη και με βάση την χωροθέτηση που έγινε, οι διατομές αυτές τροποποιούνται αναλόγως σύμφωνα με το μονογραμμικό σχέδιο το οποίο απεικονίζεται ενδεικτικά παρακάτω.



Μονογραμμικό Σχέδιο Φ/Β Σταθμού: Φ/Β pannels - inverters.



Μονογραμμικό Σχέδιο Φ/Β Σταθμού: inverters-Υ/Σ.



Μονογραμμικό Σχέδιο Φ/Β Σταθμού: Υ/Σ-μετρητής Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε.

Τα μέσα προστασίας της εγκατάστασης στις κυψέλες μέσης τάσης, όπως φαίνονται και στο μονογραμμικό σχέδιο, είναι τα ακόλουθα:

- ✓ Αλεξικέραυνα προστασίας γραμμής.
- ✓ Τηλεχειριζόμενος αυτόματος διακόπτης ισχύος 630A τύπου SF6. Ο διακόπτης αυτός ελέγχεται μέσω Ηλεκτρονόμου (Η/Ν) Δευτερογενούς προστασίας.

Οι ελάχιστες διατομές και οι προστασίες των καλωδίων που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του έργου θα είναι αυτές που απεικονίζονται στα παραπάνω μονογραμμικά διαγράμματα.

3.4.13 Ενεργειακό Όφελος

Προκειμένου να αξιολογηθεί η εγκατάσταση του Φ/Β σταθμού επί του κολυμβητηρίου, προηγήθηκε ανάλυση των απαιτήσεων σε ηλεκτρική ενέργεια του κτηρίου.

Οι ηλεκτρικές καταναλώσεις του κτηρίου συνίστανται:

- ✓ Στις καταναλώσεις της ηλεκτρικής ενέργειας που προέκυψαν έπειτα από ανάλυση των λογαριασμών Ηλεκτρικής Ενέργειας σε βάθος 2 ετών.
- ✓ Ενδεικτικά χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του έτους 2017.

Τα παραπάνω, υπολογισμένα σε βάθος ενός έτους, αναπαρίστανται στο παρακάτω γράφημα:



Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις του κτηρίου.

Τα αποτελέσματα της ετήσιας παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας του Φ/Β Σταθμού, μέσω του εξειδικευμένου λογισμικού PVSystem, φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Balances and main results

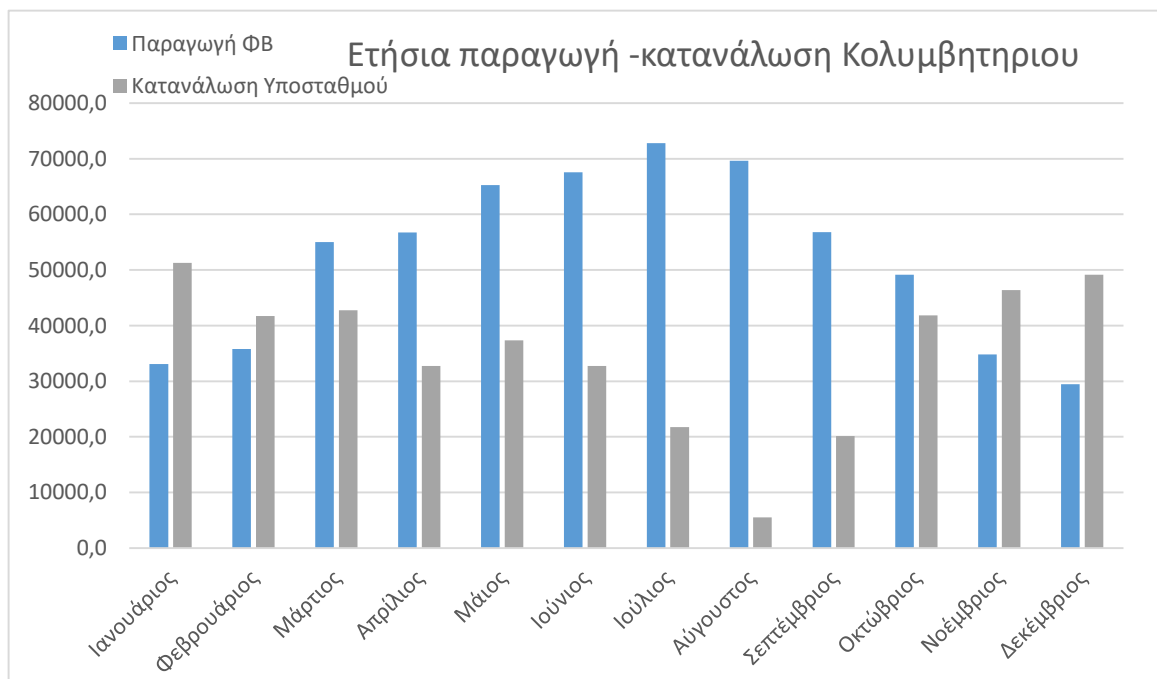
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	66.7	31.39	6.55	106.1	100.3	38.59	35.79	0.850
February	60.5	34.01	5.74	78.0	73.5	28.21	26.30	0.849
March	126.6	53.07	9.28	155.8	147.3	55.21	51.84	0.838
April	163.0	58.95	14.38	176.9	167.4	60.63	56.90	0.810
May	199.1	68.70	18.70	199.3	188.4	67.22	63.16	0.799
June	186.4	77.90	21.19	176.5	165.5	58.88	54.80	0.782
July	217.5	71.05	25.01	212.7	200.9	69.82	65.73	0.779
August	202.5	63.20	26.12	214.4	203.0	69.93	65.80	0.773
September	145.5	54.90	20.86	172.2	163.6	58.13	54.65	0.800
October	95.7	43.51	15.59	126.5	119.9	43.91	39.55	0.787
November	55.3	26.58	12.36	82.0	77.7	28.93	26.96	0.828
December	41.4	23.57	9.16	62.9	59.3	22.62	20.94	0.839
Year	1560.3	606.83	15.47	1763.3	1666.9	602.07	562.41	0.804

Legends:	GlobHor	Horizontal global irradiation	GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings
	DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
	T_Amb	T amb.	E_Grid	Energy injected into grid
	GlobInc	Global incident in coll. plane	PR	Performance Ratio

Πίνακας αποτελεσμάτων ετήσιας παραγωγής του Φ/Β σταθμού

Η σύνδεση του Φ/Β σταθμού με το ηλεκτρικό δίκτυο, θα πραγματοποιηθεί υπό το καθεστώς του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (Virtual Net-Metering).

Έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων αυτών, πραγματοποιήθηκε σύγκριση Παραγωγής – Κατανάλωσης της Ηλεκτρικής Ενέργειας του κτηρίου. Ακολουθεί συγκριτικό διάγραμμα των στοιχείων αυτών. Σε αυτό απεικονίζονται: με μπλε χρώμα η αναμενόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (σε kWh) του Φ/Β σταθμού σε διάρκεια ενός έτους, ενώ με γκρι οι απαιτήσεις (σε kWh) σε ηλεκτρική ενέργεια ετησίως.



Ετήσια συνολική Απαιτήση σε ΗΕ Vs Παραγωγή Φ/Β Σταθμού.

Ο περιορισμός στην εγκατάσταση περισσότερων Φ/Β πλαισίων προκύπτει από: α) την παράγραφο 2.α. του άρθρου 4 της υπ' αριθ. ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΛ/15084/382 Υ.Α. (ΦΕΚ Β' 759/2019), σύμφωνα με την οποία η εγκατεστημένη ισχύς του κάθε Φ/Β σταθμού δεν μπορεί να υπερβαίνει τη συμφωνημένη ισχύ κατανάλωσης της παροχής με την οποία αντιστοιχίζεται και β) τη διαθέσιμη έκταση προς εγκατάσταση των Φ/Β πλαισίων.

Από την αξιολόγηση των παραπάνω αποτελεσμάτων καταδεικνύεται ότι, όλη η ενέργεια που παράγεται από την Φ/Β εγκατάσταση θα συμψηφίζεται με τις καταναλώσεις του κτηρίου του κολυμβητηρίου. Συνεπώς, το ετήσιο όφελος από τη σύνδεση του Φ/Β σταθμού με το ηλεκτρικό δίκτυο, υπό το καθεστώς του Virtual Net-Metering υπολογίζεται ότι θα είναι 562.400kWh.

4. ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ

4.1 Γενικά

Το Κολυμβητήριο τροφοδοτείται από τον κεντρικό υποσταθμό του Π.Ε.Α.Κ.Ι. και είναι καταναλωτής Μέσης Τάσης. Στους υποσταθμούς Μέσης Τάσης προκειμένου να επιτυγχάνεται συντελεστής ισχύος κοντά στη μονάδα, η μέθοδος που εφαρμόζεται είναι η εγκατάσταση πυκνωτών είτε κεντρικά στον υποσταθμό είτε στις επί μέρους μεγάλες καταναλώσεις. Στην παρούσα φάση, δεν υπάρχει αντιστάθμιση της αέργου ισχύος σε κάποιον από τους πίνακες των εγκαταστάσεων και σύμφωνα με τους λογαριασμούς του ρεύματος, η εγκατάσταση παρουσιάζει συνφ από 0,78 έως 0,85.

Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στις εγκαταστάσεις του κολυμβητηρίου, διαπιστώθηκε ότι, οι καταναλώσεις αέργου ισχύος του αποτελούν ένα πολύ μεγάλο ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης του υποσταθμού που ανέρχεται κατά μέσο όρο στο 81% της συνολικής. Θεωρήθηκε λοιπόν ενεργειακά και οικονομικά βέλτιστο, να τοποθετηθεί τοπική αντιστάθμιση στον γενικό πίνακα χαμηλής τάσης του κολυμβητηρίου διότι:

- Το φορτίο είναι ιδιαίτερα υψηλό και με χρήσιμα χαρακτηριστικά (σταθερή λειτουργία για πολλές ώρες του 24ώρου αντλιών φίλτρανσης).
- Ο συντελεστής ισχύος των κινητήρων του μηχανοστασίου έχει χαμηλή επαγωγική τιμή. Ως εκ τούτου, η τοπική αντιστάθμιση μειώνει σημαντικά το ρεύμα τροφοδότησης. Η απουσία ηλεκτρονικών ισχύος έχει σαν αποτέλεσμα της ουσιαστική απουσία αρμονικών ρεύματος, που θα μπορούσε να οδηγήσει σε βαθμιαία καταστροφή των πυκνωτών.
- Οι αποστάσεις των καλωδίων τροφοδότησης του γενικού πίνακα χαμηλής τάσης από τον υποσταθμό είναι σημαντικές (250m).

Για τη σχεδίαση ενός συστήματος τοπικής αντιστάθμισης σε υφιστάμενα ηλεκτρικά δίκτυα απαιτούνται αναλυτικές μετρήσεις, από τα αποτελέσματα των οποίων γίνεται γνωστός ο επιμερισμός της ενέργειας τόσο της ενεργού όσο και της αέργου.

Στα πλαίσια της παρούσας ενεργειακής επιθεώρησης, πραγματοποιήθηκαν οι σχετικές μετρήσεις για τον υπολογισμό των πυκνωτών της τοπικής αντιστάθμισης. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων, οι σχετικοί υπολογισμοί που υλοποιήθηκαν και τα οικονομοτεχνικά αποτελέσματα δίνονται παρακάτω. Τέλος, πληροφορίες για την κατανάλωση αέργου ισχύος του υποσταθμού πήραμε από την πλατφόρμα tele-metering του Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε., όπου καταμετράει τα ηλεκτρικά δεδομένα του υποσταθμού με τους έξυπνους μετρητές.

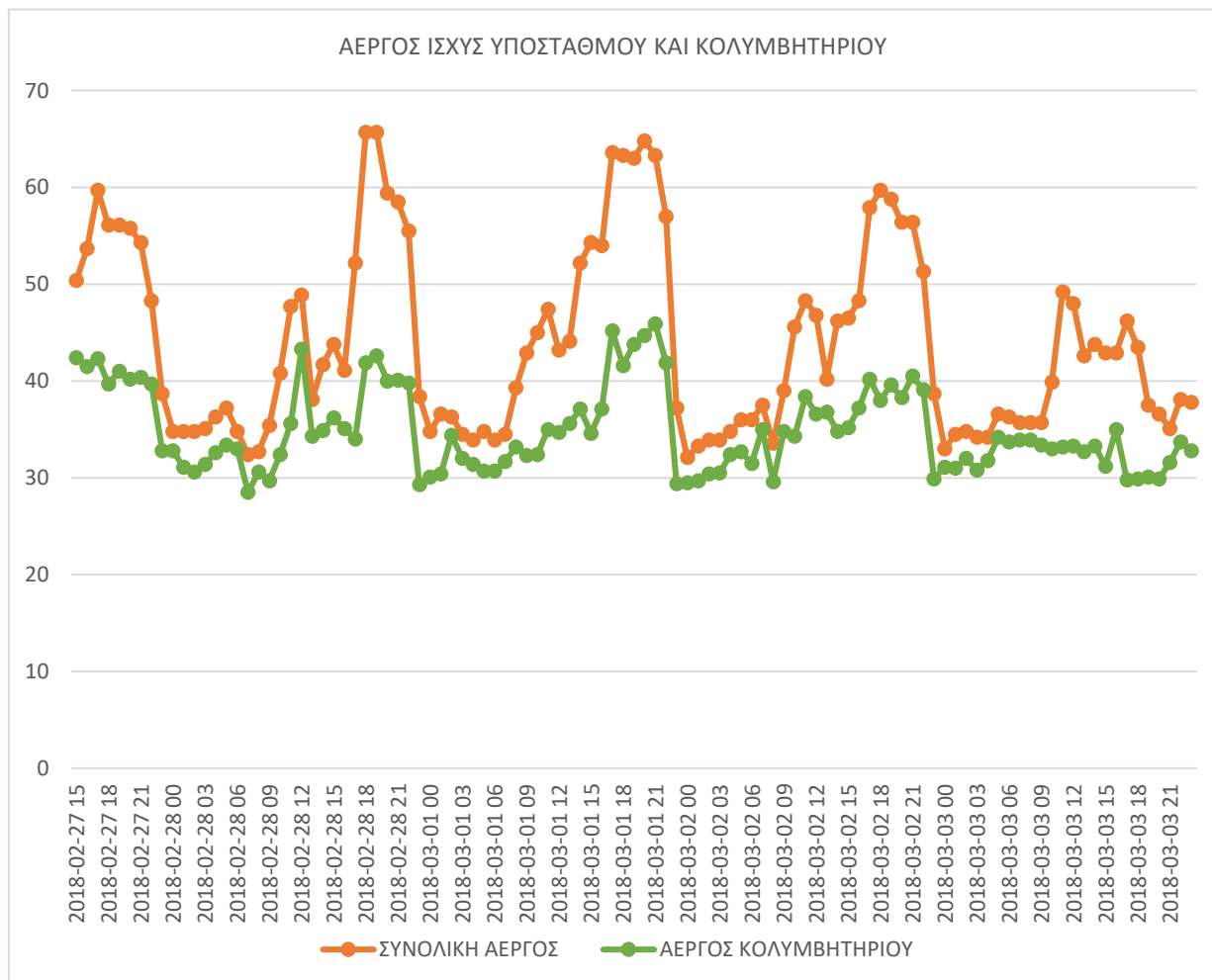
Όταν η αντιστάθμιση της αέργου ισχύος γίνεται κεντρικά (δηλαδή μόνο στο Γενικό Πίνακα) ο συντελεστής ισχύος στις επιμέρους παροχές του ηλεκτρικού δικτύου παραμένει χαμηλός. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα ρεύματα που απαιτούνται για την τροφοδότηση των φορτίων να είναι πιο μεγάλα απ' ότι χρειάζεται αφού αποτελούνται και από άεργη συνιστώσα. Τα υψηλά αυτά ρεύματα προκαλούν επιπλέον απώλειες στα καλώδια ειδικά όταν τα μήκη των καλωδίων είναι μεγάλα (όπως συμβαίνει στην περίπτωση σύνδεσης του Κολυμβητηρίου στο Γενικό Πίνακα Χ.Τ. του υποσταθμού). Αυτές οι επιπλέον απώλειες έχουν ένα κόστος, το οποίο περιέχεται στους μηνιαίους λογαριασμούς της Δ.Ε.Η. μαζί με την υπόλοιπη καταναλωθείσα ενέργεια και ισχύ.

Επειδή οι τιμές του τοπικού συνφ και της ενεργού ισχύος είναι προφανώς μεταβλητές, έτσι και η απαιτούμενη άεργος για αντιστάθμιση είναι επίσης μεταβλητή κατά περίσταση, σύμφωνα με τον τύπο:

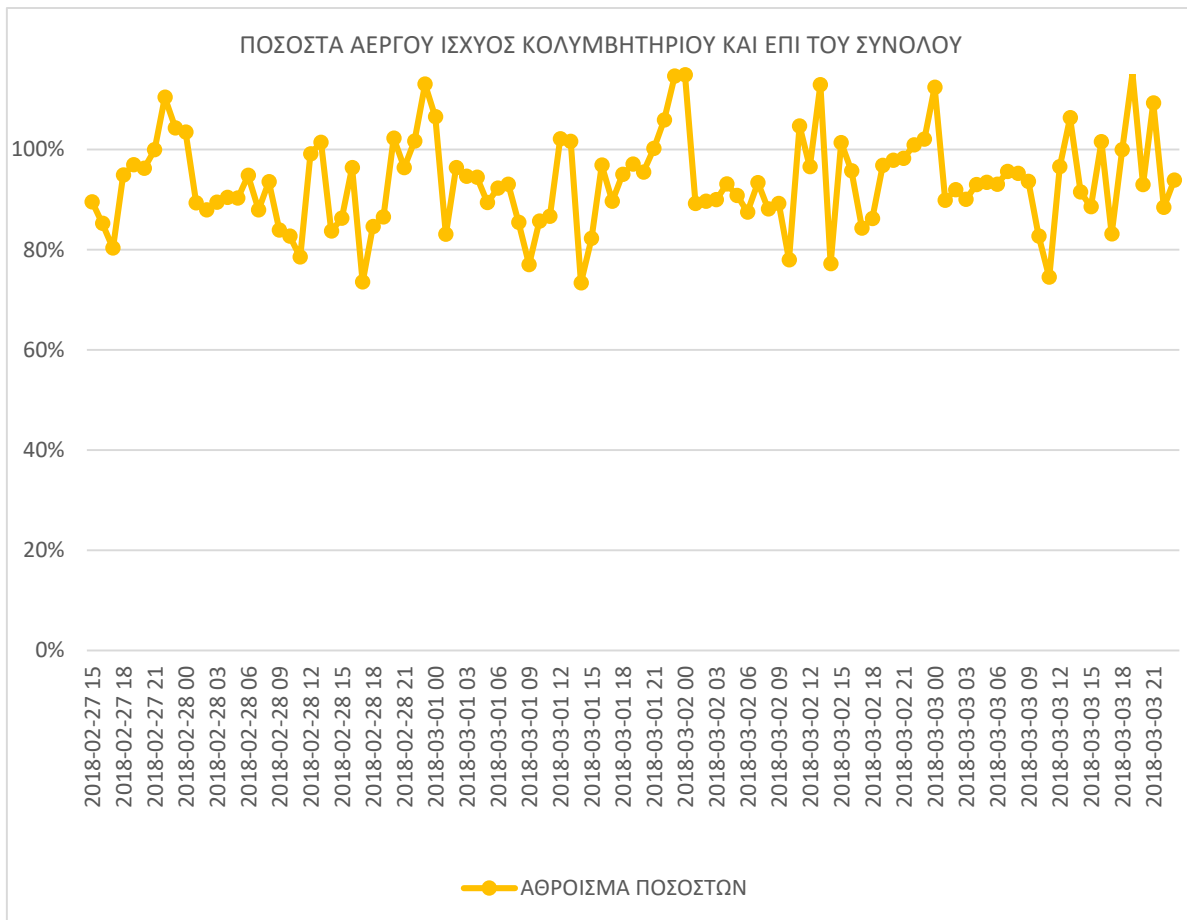
$$Q_{αντ} = P_{εν} \times (\tan\phi_{αρχ} - \tan\phi_{τελ})$$

Με βάση αυτό τον τύπο υπολογίζεται ανά πάσα στιγμή η απαιτούμενη άεργος ισχύς για να επιτευχθεί ένα ζητούμενο συνφ. Αυτή η άεργος ισχύς θα είναι εκ των πραγμάτων μεταβαλλόμενη, άρα και η εγκατεστημένη άεργος θα πρέπει να είναι σε θέση να ακολουθεί αυτή τη μεταβαλλόμενη απαίτηση αέργου ισχύος. Αυτή τη λειτουργία επιτελούν οι ρυθμιστές συνφ (P.F.C.) που ελέγχουν τις συστοιχίες των πυκνωτών. Κάνοντας συνεχή δειγματοληψία τάσης και ρεύματος της συγκεκριμένης παροχής, ο ρυθμιστής υπολογίζει αυτόματα την απαιτούμενη άεργο για επίτευξη ενός συγκεκριμένου συνφ κι έτσι δίνει αντίστοιχα εντολή στα ρελέ των πυκνωτών είτε να βάλουν είτε να βγάλουν την αντίστοιχη συστοιχία.

Ακολουθώντας αυτή τη μεθοδολογία, επιλέχθηκαν οι συστοιχίες πυκνωτών που να δίνουν τα βήματα αέργου ισχύος που απαιτούνται για την τοπική αντιστάθμιση. Τα βήματα της αέργου ισχύος και η συνολική άεργος δίνονται παρακάτω.



Κατανάλωση αέργου ισχύος στον Γενικό Πίνακα του κολυμβητηρίου και στον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης του υποσταθμού από 27/2/2018 έως 3/3/2018



Ποσοστό κατανάλωσης αέργου ισχύος του κολυμβητηρίου επί της συνολικής κατανάλωσης αέργου του υποσταθμού από 27/2/2018 έως 3/3/2018

Σε περιπτώσεις κατά τις οποίες τα ηλεκτρικά φορτία παράγουν αρμονικές ρεύματος, τότε η αντιστάθμιση πρέπει να γίνεται από φίλτρα αρμονικών ρεύματος, είτε παθητικά είτε ενεργά. Αυτό συμβαίνει καθώς η ύπαρξη αρμονικών προκαλεί φαινόμενα συντονισμών μέσα στο ηλεκτρικό δίκτυο που έχουν σαν αποτέλεσμα τη βαθμιαία καταστροφή των πυκνωτών αντιστάθμισης. Ως εκ τούτου, πριν τη σχεδίαση ενός συστήματος αντιστάθμισης πρέπει να εξετάζεται εάν το υπό εξέταση δίκτυο είναι “μολυσμένο” με αρμονικές.

Στο ηλεκτρικό δίκτυο του κολυμβητηρίου δεν υπήρχαν εγκατεστημένοι μετατροπείς (inverters) κινητήρων, οι οποίοι ευθύνονται για τη δημιουργία αρμονικών, αλλά ούτε και υπήρχαν ενδείξεις για ύπαρξη αρμονικών (όπως είναι η υπερθέρμανση των καλωδίων, η δυσλειτουργία ηλεκτρονικών συστημάτων, κ.α.). Έτσι η αντιστάθμιση της αέργου ισχύος μπορεί να πραγματοποιηθεί με πυκνωτές χωρίς προβλήματα.

Διευκρινίζεται ότι, κατά τη διάρκεια των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν, δεν βρισκόταν σε λειτουργία οι ανεμιστήρες εξαερισμού. Επίσης, δεν λειτουργούσαν ούτε τα αερόθερμα (FCU), καθώς τα περισσότερα είχαν πρόβλημα και δεν ήταν δυνατή η εκκίνηση τους. Μετά την αντικατάστασή τους όμως, θα πρέπει να προβλεφθεί η αέργος ισχύς που θα καταναλώνουν.

4.2 Υπολογισμός Πίνακα Αντιστάθμισης Γενικού Πίνακα Κολυμβητηρίου

4.2.1 Υπολογισμός αέργου ισχύος υφιστάμενης κατάστασης

Από τα διαγράμματα της παραπάνω παραγράφου είναι εμφανές ότι, η κατανάλωση της αέργου ισχύος κυμαίνεται από 32kVar, στη διάρκεια της νύχτας, έως και 46kVar, κατά τη διάρκεια πλήρους λειτουργίας του κολυμβητηρίου που είναι τα απογεύματα του χειμώνα. Το φορτίο των 32kVar είναι αυτό που καταναλώνεται κυρίως από τις αντλίες ανακυκλοφορίας φίλτρανσης των πισινών και λειτουργεί καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, εκτός από τους 2 μήνες που μένει κλειστό το κολυμβητήριο. Το φορτίο αιχμής των 46kVar περιλαμβάνει τα 14kVar επιπλέον των 32kVar που είναι κυρίως το φορτίο του φωτισμού, το οποίο θα μειωθεί όταν όλος ο φωτισμός του κολυμβητηρίου θα αντικατασταθεί με αντίστοιχο τεχνολογίας LED, ο οποίος έχει συνφ μεγαλύτερο από 0,9 που είναι πολύ καλύτερο σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Η κατανάλωση αέργου ισχύος του φωτισμού, η οποία είναι 14kVar, θα θεωρήσουμε ότι θα υποστεί σημαντική μείωση, καθώς για να υπολογίσουμε τη νέα κατανάλωση θα θεωρήσουμε συντελεστή ισχύος 0,96. Θεωρώντας τη νέα μέγιστη ισχύ φωτισμού 10,6kW προκύπτει άεργος κατανάλωση 3,1kVar. Σε αυτό θα προσθέσουμε επιπλέον άεργο ισχύ από άλλα φορτία που τυχόν υπάρχουν στις εγκαταστάσεις (π.χ. κλιματιστικά στους χώρους της reception), η οποία είναι 1kVar. Έτσι, τελικώς το φορτίο που θα πρέπει να αντισταθμιστεί ανέρχεται στα $32\text{kVAr} + 3,1\text{kVAr} + 1\text{kVAr} = 36,1\text{kVAr}$.

4.2.2 Υπολογισμός αέργου ισχύος τελικής κατάστασης

Οι αντλίες θερμότητας που πρόκειται να τοποθετηθούν στο κολυμβητήριο προκειμένου να καλύψουν τις θερμικές ανάγκες των πισινών και της θέρμανσης του χώρου αντίστοιχα έχουν συνολική μέγιστη απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύ 224kW. Καθώς οι αντλίες είναι τύπου inverter, θεωρείται ότι έχουν μηδενική κατανάλωση αέργου ισχύος και έτσι δεν απαιτούνται επιπλέον συστοιχίες πυκνωτών για αντιστάθμιση.

Τα αερόθερμα που θα τοποθετηθούν θα έχουν μέγιστη ηλεκτρική ισχύ 1,5kW έκαστο, συνολικά 13,5kW. Με συντελεστή ισχύος 0,85 κατά τη λειτουργία τους προκύπτει άεργος κατανάλωση 8,4kVar.

Οι ανεμιστήρες εξαερισμού που θα τοποθετηθούν θα έχουν ισχύ 0,57kW έκαστος, συνολικά 2,85kW. Με συντελεστή ισχύος 0,85 κατά τη λειτουργία τους προκύπτει άεργος κατανάλωση 1,8kVar.

Συνεπώς, η συνολική μέγιστη ζήτηση αέργου ισχύος που θα προκύψει στη χειρότερη περίπτωση θα είναι: $1,8\text{kVAr} + 8,4\text{kVAr} + 36,1\text{kVAr} = 46,3\text{kVAr}$. Το προτεινόμενο πεδίο αντιστάθμισης, **συνολικής ισχύος 49,6kVAr**, θα περιέχει 4 συστοιχίες των 12,4kVAr, οι οποίες θα ελέγχονται από ένα κεντρικό ελεγκτή συνημίτονου που θα βρίσκεται στο ίδιο πεδίο. Η επιλογή των πυκνωτών είναι ενδεικτική. Μπορεί να γίνει επιλογή πυκνωτών διαφορετικής ισχύος αρκεί να μπαίνουν με τουλάχιστον 4 βήματα και η μέγιστη ισχύς τους να μπορεί να καλύψει τη μέγιστη ζήτηση των 46,3kVAr.

5. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ

Στην αντίθετη πλευρά του κολυμβητηρίου από εκεί που βρίσκονται τα fancoils θέρμανσης του χώρου, βρίσκονται οι ανεμιστήρες εξαερισμού. Οι ανεμιστήρες αυτοί είναι πεπαλαιωμένοι και προφανώς έχουν και υψηλές καταναλώσεις σε σχέση με του σημερινούς ανεμιστήρες που κυκλοφορούν στην αγορά. Καθώς τεχνικά χαρακτηριστικά για τους υφιστάμενους ανεμιστήρες δεν υπάρχουν, εκτός από το ότι έχουν μέγιστη παροχή αέρα 6.800m³/h, μετρήθηκε ενδεικτικά με αμπερόμετρο η κατανάλωση του ρεύματος ενός εκ των 5 τριφασικών ανεμιστήρων, υπό πλήρες φορτίο, και το ρεύμα γραμμής ήταν 2,3Α.

Παρακάτω παρατίθεται πίνακας με αξονικούς ανεμιστήρες ενδεικτικού τύπου, όπου φαίνεται ότι η παροχή αέρα είναι 7.649m³/h και η μέγιστη κατανάλωση ρεύματος 1,1Α. Η χρήση αυτών των ανεμιστήρων, εκτός του ότι προσδίδει μεγαλύτερη ικανότητα μεταφοράς αέρα, φαίνεται ότι παρέχει εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 50%. Έτσι, για 2.331 ώρες λειτουργίας το χρόνο η ενέργεια που εξοικονομείται ετησίως είναι 1.380kWh. Μπορούν να τοποθετηθούν ανεμιστήρες που έχουν ίδια ή καλύτερα τεχνικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τους υφιστάμενους, ενώ οι διαστάσεις τους θα πρέπει να είναι ίδιες με αυτές των υφιστάμενων προκειμένου να μην χρειαστούν επιπλέον εργασίες κατά την τοποθέτηση.

Model	Voltage	Protection IP	Operating temperature range		Speed (r.p.m.)	Maximum power absorbed (W)	Maximum absorbed current		Sound pressure level dB (A)	Max. air volume (m ³ /h)	Weight (kg)
			Minima	Máxima			a 230 V	a 400 V			
THREE PHASE 4 POLES											
HXTR/4-250	230/400V 50 Hz	IP 54	-40°C	+60°C	1450	50	0,35	0,20	46	930	6,5
HXTR/4-315	400V 50Hz	IP 54	-40°C	+70°C	1420	130		0,46	53	2074	7,0
HXTR/4-355	400V 50Hz	IP 54	-40°C	+70°C	1400	150		0,42	59	2970	7,5
HXTR/4-400	400V 50Hz	IP 54	-40°C	+70°C	1340	300		0,80	60	5080	9,0
HXTR/4-450	400V 50Hz	IP 54	-40°C	+70°C	1340	570		1,10	64	7649	11,5
HXTR/4-500	400V 50Hz	IP 54	-40°C	+70°C	1370	970		1,90	69	9957	16,0
HXTR/4-560	400V 50Hz	IP 54	-40°C	+70°C	1340	1400		2,50	70	12460	21,5
HXTR/4-630	400V 50Hz	IP 54	-40°C	+70°C	1330	1400		2,50	73	14518	24,0

6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ (Building Energy Management System – BEMS)

6.1 Υφιστάμενη Κατάσταση

Στο κολυμβητήριο δεν υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα ενεργειακής διαχείρισης. Οι διάφοροι χειρισμοί γίνονται χειροκίνητα από τους διαχειριστές της εγκατάστασης. Αυτονόητα δεν υπάρχουν εγκατεστημένοι μετρητές (ενεργειακοί αναλυτές και θερμοδομητρητές) για την παρακολούθηση των σημαντικών ενεργειακών καταναλώσεων. Ως εκ τούτου, δεν είναι εφικτή η παρακολούθηση των κρίσιμων ενεργειακών μεγεθών και η σχεδίαση, η εφαρμογή και η παρακολούθηση μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

6.2 Προτεινόμενη Παρέμβαση

Στα πλαίσια της ενεργειακής αναβάθμισης του κολυμβητηρίου, προτείνεται η εγκατάσταση Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης κτηρίου (BEMS), τα στοιχεία του οποίου περιγράφονται στη συνέχεια.

Το πληροφοριακό σύστημα διαχείρισης ενέργειας θα διασφαλίζει πως σε κάθε περίπτωση η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας και κατά συνέπεια και τα λειτουργικά έξοδα κάθε επιχείρησης ή οργανισμού σε ότι αφορά το ρεύμα, θα συμβαδίζουν με την παραγωγικότητα τους. Παράλληλα, η ελαχιστοποίηση στην εκπομπή του CO₂ (ανθρακικό αποτύπωμα), θα συντελέσει σημαντικά στην ευαισθησία και στο χρέος που έχουμε όλοι μας απέναντι στο περιβάλλον.

6.3 Σύντομη περιγραφή συστήματος

Ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου (BMS) των νέων εγκαταστάσεων θέρμανσης. Το σύστημα ελέγχου θα αποτελείται από ένα κεντρικό ελεγκτή, τις απαραίτητες κάρτες εισόδων/εξόδων και τις κατάλληλες θύρες επικοινωνίας.

Το δίκτυο μετρητών που δημιουργείται έχει τη δυνατότητα συλλογής ενεργειακών δεδομένων, με σκοπό την επεξεργασία τους και την εξαγωγή διαγραμμάτων και αναφορών για τις καταναλώσεις που καταγράφονται.

Το σύστημα επεξεργασίας έχει επίσης τη δυνατότητα αναφορών προειδοποιήσεων (Alerts) για συγκεκριμένες παραμέτρους του συστήματος των μετρητών και εφόσον ορισθούν από τον διαχειριστή του λογισμικού.

6.3.1 Λογισμικό Διαχείρισης

Στο λογισμικό διαχείρισης θα μπορούν να οριστούν διάφορα επίπεδα πρόσβασης, βάσει των οποίων κάθε χρήστης έχει διαφορετικά δικαιώματα στο σύστημα.

Για παράδειγμα, ο Διαχειριστής του συστήματος, μπορεί να ορίσει διαφορετικά δικαιώματα πρόσβασης στο σύστημα για την τεχνική υπηρεσία, για τις οικονομικές υπηρεσίες, ή για το τμήμα marketing.

Η παραμετροποίηση αφορά:

- Παρακολούθηση και έλεγχο εγκαταστάσεων μέσω πρωτοκόλλου HTTPS.
- Δημιουργία ειδοποιήσεων/συναγερμών και αποστολή τους μέσω e-mail.

- Δημιουργία καταγραφών και ιστορικών δεδομένων.
- Ονομασία μετρητών, έτσι ώστε να είναι ευκολότερη η κατανόηση της πληροφορίας.
- Ομαδοποίηση μετρήσεων.
 - Χωροταξική, π.χ. εκτυπωτές λογιστηρίου, φωτισμός λογιστηρίου.
 - Γεωγραφική, π.χ. φωτισμός υποκαταστήματος.
 - Ελεύθερη, π.χ. οι εκτυπωτές του λογιστηρίου, μπορούν να ανήκουν στη γενικότερη ομάδα «Εκτυπωτές» στην οποία συμπεριλαμβάνονται όλοι οι εκτυπωτές του κτηρίου ή των κτηρίων της Εταιρείας/Οργανισμού.

Πέρα από ένα σύνολο γραφημάτων ενσωματωμένων στην πλατφόρμα (heatmaps, eventbased), graphs (equipment/behaviorbased), εξισορρόπηση μετρήσεων ως προς τις καιρικές συνθήκες, κοστολόγηση ενέργειας σε κάθε βασικό καταναλωτή κ.λπ.) θα υπάρχει η δυνατότητα απεριόριστου αριθμού:

- Widget.
- Dashboard.
- Γραφημάτων.

Επίσης, θα μπορούν δυναμικά να οριστούν από τον κάθε χρήστη χωριστά, απεριόριστος αριθμός alarms, notifications, alert κ.λπ. Η εφαρμογή θα διευκολύνει τη διασύνδεσή της με άλλες εφαρμογές (BMS, SCADA, ERP) μέσω ανοικτών και τυποποιημένων πρωτοκόλλων, όπως ModBus, BACnet, Lon.

6.3.2 Λοιπός Εξοπλισμός – Παρελκόμενα

Εκτός από τους θερμοδομηρητές, τους δείκτες στάθμης πετρελαίου και τους ηλεκτρικούς μετρητές, απαιτούνται και κάποια παρελκόμενα, τα οποία πρέπει να εγκατασταθούν για τη σωστή λειτουργία του συστήματος. Αυτά είναι:

- Μετασχηματιστές έντασης.
- Καλωδιώσεις.
- Ηλεκτρονικός Υπολογιστής.

6.3.3 Μετρητικά ηλεκτρικών μεγεθών

Θα τοποθετηθούν μετρητικές διατάξεις σε επιλεγμένες παροχές του κολυμβητηρίου προκειμένου να υπάρχει επιτήρηση των ηλεκτρικών μεγεθών και των καταναλώσεων καίριων φορτίων. Συγκεκριμένα, θα τοποθετηθούν μετρητές στα παρακάτω σημεία:

- Γενική παροχή κολυμβητηρίου.
- Παροχές 3 αντλιών ανακυκλοφορίας μεγάλης πισίνας (κάθε αντλία χωριστά).
- Παροχές 3 αντλιών ανακυκλοφορίας μικρής πισίνας (κάθε αντλία χωριστά).
- Παροχές 3 λεβήτων (κάθε λέβητας χωριστά).
- Παροχή μονάδων FCU.
- Παροχή αντλιών θερμότητας (κάθε μία χωριστά).
- Πίνακας Φωτισμού.

Κάθε παροχή θα έχει το δικό της μετρητικό, στο οποίο θα συνδέονται οι μετασχηματιστές έντασης. Έπειτα, όλοι οι επί μέρους μετρητές θα συνδέονται με τον κεντρικό collector, ο οποίος και θα επικοινωνεί με τον κεντρικό υπολογιστή και θα επεξεργάζεται τα δεδομένα.

6.3.4 Θερμιδομετρητές

Θα τοποθετηθούν θερμιδομετρητές σε συγκεκριμένα καίρια σημεία της υδραυλικής εγκατάστασης προκειμένου να υπάρχει επιτήρηση και διαχείριση της θερμικής ενέργειας που καταναλώνεται. Οι θερμιδομετρητές θα μπουν στα παρακάτω σημεία:

- δίκτυο προσαγωγής από λέβητες πετρελαίου 698kW,
- δίκτυο προσαγωγής προς boiler Z.N.X.,
- δίκτυο προσαγωγής προς θερμαντικά σώματα αποδυτηρίων,
- δίκτυο προσαγωγής προς εναλλάκτη μικρής πιπίνας,
- δίκτυο προσαγωγής προς εναλλάκτη μεγάλης πιπίνας,
- δίκτυο προσαγωγής προς αξονικά αερόθερμα,
- δίκτυο προσαγωγής προς θερμαντικά σώματα χώρου κολυμβητηρίου.

6.3.5 Μετρητές στάθμης δεξαμενών πετρελαίου

Σε όλες τις δεξαμενές πετρελαίου θα τοποθετηθούν μετρητές στάθμης ώστε το κεντρικό σύστημα διαχείρισης να έχει ανά πάσα στιγμή τον έλεγχο της στάθμης του πετρελαίου των δεξαμενών και να μπορεί να δίνει και σήματα alarm όταν αυτή πέφτει, είτε γιατί τελειώνει λόγω κατανάλωσης είτε λόγω διαρροής.

7. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΕΡΟΨΥΚΤΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

7.1 Εισαγωγή

Η παρούσα τεχνική περιγραφή αφορά στην εγκατάσταση θέρμανσης των χώρων του κολυμβητηρίου και του νερού των πισίνων. Το υφιστάμενο σύστημα με τους λέβητες πετρελαίου θα αποκτήσει εφεδρικό χαρακτήρα, ενώ το προτεινόμενο αποτελείται από αερόψυκτες αντλίες θερμότητας.

7.2 Αρχή σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός του συστήματος έλαβε χώρα με γνώμονα την εξοικονόμηση ενέργειας. Πρόκειται να τοποθετηθούν νέες αποδοτικότερες μονάδες, ενώ πλέον η ηλεκτρική ενέργεια θα αντικαταστήσει το σημαντικότερο τμήμα της κατανάλωσης πετρελαίου.

Τα νέα συστήματα θα λειτουργούν σε συνδυασμό με τα υφιστάμενα συστήματα του κολυμβητηρίου, μειώνοντας το λειτουργικό ενεργειακό κόστος, την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και τις εκπομπές CO₂.

7.3 Υφιστάμενη κατάσταση

Το κολυμβητήριο διαθέτει σύστημα θέρμανσης χώρων με διανομή θερμού νερού σε τερματικές μονάδες (αξονικά αερόθερμα και panels). Η παραγωγή του θερμού νερού πραγματοποιείται σε δύο (2) λέβητες πετρελαίου. Το θερμό νερό οδηγείται σε συλλέκτη διανομής, από τον οποίο εκκινούν πέντε (5) ξεχωριστοί κλάδοι για τα panels του κολυμβητηρίου και των αποδυτηρίων, τα αξονικά αερόθερμα, για τη μικρή και για τη μεγάλη πισίνας.

Οι δύο πισίνες που διαθέτει το κολυμβητήριο θερμαίνονται με θερμό νερό από τους λέβητες πετρελαίου που αναλαμβάνουν και τη θέρμανση των χώρων. Οι δύο κλάδοι του κεντρικού συλλέκτη τροφοδοτούν με θερμό νερό δύο πλακοειδείς εναλλάκτες θερμότητας, έναν για κάθε πισίνα. Στο πρωτεύον κύκλωμα των εναλλακτών θερμότητας ρέει θερμό νερό από τον κεντρικό συλλέκτη θέρμανσης ενώ στο δευτερεύον ρέει τμήμα του νερού ανακυκλοφορίας των πισίνων.

Το κολυμβητήριο διαθέτει σύστημα παραγωγής Z.N.X. Η παραγωγή του Z.N.X. πραγματοποιείται σε ένα (1) λέβητα πετρελαίου.

Η διανομή θερμού νερού του συστήματος θέρμανσης χώρων και του Z.N.X. πραγματοποιείται κεντρικά, στο κεντρικό μηχανοστάσιο-αντλιοστάσιο θέρμανσης του κολυμβητηρίου. Στο αντλιοστάσιο βρίσκονται εγκατεστημένοι οι κεντρικοί συλλέκτες-διανομείς θέρμανσης & Z.N.X.

7.4 Διάρθρωση συστήματος

Το σύστημα θέρμανσης των χώρων και των δεξαμενών του κολυμβητηρίου αποτελείται από τις αντλίες θερμότητας και τον Η/Μ εξοπλισμό αποθήκευσης και μεταφοράς θερμότητας (δοχεία θερμικής αδράνειας, εναλλάκτες θερμότητας, κυκλοφορητές, δοχεία διαστολής, δίκτυο σωληνώσεων, τερματικές μονάδες και διατάξεις ελέγχου & ασφάλειας).

7.5 Χωροθέτηση συστήματος

Οι τέσσερις (4) αερόψυκτες αντλίες θερμότητας θα εγκατασταθούν σε εξωτερικό χώρο στο έδαφος σε κατάλληλα διαμορφωμένες βάσεις, διατηρώντας τις απαραίτητες αποστάσεις. Ο χώρος που πρόκειται να δεσμευθεί για τις αντλίες θερμότητας βρίσκεται σε θέση που απεικονίζεται στα αντίστοιχα σχέδια.

Στο κεντρικό μηχανοστάσιο του κολυμβητηρίου πρόκειται να εγκατασταθούν οι Συλλέκτες Σ1, Σ2, Σ3 και Σ4 με τους αντίστοιχους κυκλοφορητές. Οι κυκλοφορητές που πρόκειται να διατηρηθούν και στη νέα μορφή του συστήματος θέρμανσης είναι οι Κ8, Κ9 και Κ11. Επίσης, στο χώρο του μηχανοστασίου θα τοποθετηθεί το δοχείο αδράνειας των αντλιών θερμότητας και οι νέοι πλακοειδείς εναλλάκτες θέρμανσης της πισίνας. Οι υφιστάμενοι πλακοειδείς εναλλάκτες θα διατηρηθούν και μέσω τρίοδων βαλβίδων θα αξιοποιούνται σε περίπτωση συντήρησης ή βλάβης των νεοαποκτηθέντων.

Σε κάθε περίπτωση, ο ανάδοχος θα πρέπει να προσκομίσει μελέτη υπολογισμού και σχέδια της τελικής χωροθέτησης για να εγκριθούν από την Γενική Γραμματεία Αθλητισμού.

Τα υφιστάμενα αξονικά αερόθερμα που υπάρχουν θα αντικατασταθούν με νέα που θα συνεργάζονται καλύτερα με το νέο σύστημα παραγωγής θερμού νερού. Η τοποθέτηση των νέων αξονικών αερόθερμων θα λάβει χώρα στις υπάρχουσες θέσεις, ενώ το νέο δίκτυο σωληνώσεων θα ακολουθήσει την υπάρχουσα διαδρομή.

7.6 Θερμικό σύστημα

Οι αερόψυκτες αντλίες θερμότητας παράγουν το θερμό νερό το οποίο, με την αρωγή των κυκλοφορητών Κ1, Κ2, Κ3, Κ4 και μέσω του συλλέκτη Σ1, οδηγείται στο δοχείο αδράνειας ΒΤ1.

Με τη σειρά της η δεξαμενή αδράνειας ΒΤ1 διοχετεύει το θερμό νερό στον κεντρικό συλλέκτη του μηχανοστασίου Σ3. Από τον συλλέκτη Σ3 τροφοδοτούνται τα θερμαντικά σώματα panels διατηρώντας τον υφιστάμενο κυκλοφορητή Κ8. Επίσης, μέσω νέων κυκλοφορητών τροφοδοτούνται τα νέα αξονικά αερόθερμα (κυκλοφορητής Κ7), ο νέος εναλλάκτης της μικρής πισίνας ΡΗ-1 (κυκλοφορητής Κ5) και ο νέος εναλλάκτης της μεγάλης πισίνας ΡΗ-2 (κυκλοφορητής Κ6).

Πριν την τροφοδοσία του συλλέκτη Σ3 με θερμό νερό δύναται η ανάμιξη του θερμού νερού της δεξαμενής αδράνειας με θερμό νερό από τους λέβητες πετρελαίου ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία για τη διανομή. Η ανάμιξη πραγματοποιείται μέσω της τετράοδης βαλβίδας Τ1. Η διάταξη αυτή υλοποιεί τον εφεδρικό ρόλο των υφιστάμενων λεβήτων πετρελαίου.

Το θερμό νερό από τους υφιστάμενους λέβητες οδηγείται μέσω του κυκλοφορητή Κ12 στο συλλέκτη Σ2. Από την συλλέκτη Σ2 τροφοδοτούνται και τα θερμαντικά σώματα των αποδυτηρίων καθώς το θερμό νερό χαμηλής θερμοκρασίας των αντλιών θερμότητας θα μείωνε σημαντικά την απόδοσή τους.

Η παραγωγή του ζεστού νερού χρήσης εξακολουθεί να χρησιμοποιεί την υφιστάμενη διάταξη και να αποτελεί μια δικλείδα ασφαλείας για ομαλή και συνεχή λειτουργία του συστήματος.

Τα λεπτομερή τεχνικά χαρακτηριστικά του συνόλου του εξοπλισμού παρουσιάζονται αναλυτικά τόσο στο διάγραμμα Ρ&Ι όσο και στην λίστα του εξοπλισμού που παρατίθεται.

7.7 Προτεραιότητα κάλυψης φορτίου

Προτεραιότητα, για την κάλυψη των απαιτήσεων σε θερμότητα για τη θέρμανση χώρων και δεξαμενών έχουν οι αερόψυκτες αντλίες θερμότητας. Σε περίπτωση συντηρήσεων ή βλαβών επικουρικά συμμετέχουν και οι λέβητες πετρελαίου με τον εφεδρικό τους πλέον χαρακτήρα.

7.8 Σύστημα αυτοματισμού & ελέγχου

Οι αερόψυκτες αντλίες θερμότητας αναλαμβάνουν να διατηρήσουν τη θερμοκρασία στη δεξαμενή αδράνειας σταθερή στους 55°C. Πάντα, βρίσκεται σε λειτουργία μία αντλία θερμότητας, έστω με την ελάχιστη παροχή νερού, που απαιτείται για να διατηρηθεί σε λειτουργία. Από την κατάσταση αυτή και από τη θερμοκρασία του νερού επιστροφής του θερμού νερού στο συλλέκτη Σ1 κρίνεται εάν θα τεθεί σε λειτουργία και πρόσθετη αντλία θερμότητας. Η παύση των αντλιών θερμότητας καθορίζεται πάλι από τη θερμοκρασία του θερμού νερού επιστροφής στο συλλέκτη Σ1. Για τη διατήρηση των αντλιών θερμότητας σε όμοια λειτουργικά επίπεδα, προτιμάται να γίνεται κυκλική εναλλαγή της σειράς με την οποία οι αντλίες τίθενται σε λειτουργία.

Οι λέβητες για την παραγωγή θερμού νερού καλούνται να επωμιστούν τα θερμικά φορτία των θερμαντικών σωμάτων των αποδυτηρίων, ενώ μέσω της τρίοδης βαλβίδας μεταγωγής T2 κυκλοφορεί μόνιμα θερμό νερό που δύναται να διοχετευτεί μέσω και της βαλβίδας ανάμιξης T1 στον συλλέκτη Σ3.

Ο ανάδοχος θα πρέπει να ελέγξει τα setpoints και τον τρόπο λειτουργίας των συστημάτων ελέγχου των υφιστάμενων συμβατικών εγκαταστάσεων και, εφόσον απαιτείται, να προβεί σε τροποποιήσεις.

7.9 Ηλεκτρολογικές εργασίες

Γενικά

Η παρούσα τεχνική περιγραφή αναφέρεται στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις που απαιτούνται για την τροφοδότηση των φορτίων (ηλεκτρικοί κινητήρες) του νέου συστήματος στο κολυμβητήριο.

Κανονισμοί

Για την σχεδίαση των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και την σύνταξη της παρούσας μελέτης λήφθηκαν υπ' όψιν οι παρακάτω κανονισμοί:

- Ο κανονισμός ΕΛΟΤ HD 384 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις».
- European Standard “EN60364” Electrical installations of buildings.
- Η υπουργική απόφαση με θέμα «Θέματα Ασφάλειας, Ελέγχου, Επανελέγχου και Σύνδεσης με τα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας των Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων» (Φ.Ε.Κ Β' /1222/05.09.2006).
- Γερμανικοί κανονισμοί DIN και VDE συμπληρωματικά προς τους ελληνικούς.

Φορτία προς τροφοδότηση

Η περιγραφή αφορά την μελέτη των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων ισχυρών ρευμάτων για τα νέα προς εγκατάσταση φορτία. Σύμφωνα με τις αντίστοιχες παραγράφους της μελέτης των αντλιών, προβλέπεται η εγκατάσταση των εξής φορτίων.

Ηλεκτρικά Φορτία			
α/α	Περιγραφή Παροχής	Πλήθος	Έλεγχος
1	Αντλίες αερόψυκτων αντλιών θερμότητας (Κ1-2-3)	3 (= 3 κύριες)	Μετατροπέας (inverter)
2	Αντλία αερόψυκτης αντλίας θερμότητας (Κ4)	1 (= 1 κύριες)	Μετατροπέας (inverter)
3	Αντλία μικρής πισίνας (Κ5)	1 (= 1 κύρια)	Μετατροπέας (inverter)
4	Αντλία μεγάλης πισίνας (Κ6)	1 (= 1 κύρια)	Μετατροπέας (inverter)
5	Αντλίες αξονικών αερόθερμων (Κ7)	1 (= 1 κύρια)	Μετατροπέας (inverter)
6	Αντλία τροφοδοσίας συλλέκτη Σ2 (Κ10)	1 (= 1 κύρια)	Μετατροπέας (inverter)
7	Αντλία υφιστάμενων λεβήτων (Κ12)	1 (= 1 κύρια)	Μετατροπέας (inverter)
9	Αερόψυκτες Αντλίες θερμότητας	3 (Ενδεικτικού τύπου:)	Μετατροπέας (inverter) (περιλαμβάνεται)
10	Αερόψυκτη Αντλία θερμότητας	1 (Ενδεικτικού τύπου:)	Μετατροπέας (inverter) (περιλαμβάνεται)

Τα ηλεκτρικά φορτία των επιμέρους παροχών παρατίθενται στα αντίστοιχα τεχνικά φυλλάδια του εξοπλισμού, που περιλαμβάνονται στην παρούσα μελέτη. Τα μέσα χειρισμού θα πρέπει να συνεργάζονται με το σύστημα ελέγχου του συστήματος BEMS, με τρόπο που να παρέχουν πληροφορίες για την κατάσταση λειτουργίας και να παρέχουν δυνατότητα χειρισμού σύμφωνα με την αντίστοιχη περιγραφή του BEMS που δίνεται στην παρούσα μελέτη.

Οι αντλίες θερμότητας που θα εγκατασταθούν έχουν μέγιστη ηλεκτρική ισχύ 225kW. Η υφιστάμενη παροχή του γενικού πίνακα του κολυμβητηρίου έχει παροχή NY2/(3x120+70+70), η οποία δεν επαρκεί για να καλύψει τα υφιστάμενα φορτία και τις επιπλέον αντλίες θερμότητας. Συνεπώς, θα πρέπει να δημιουργηθεί καινούρια παροχή ώστε να μπορεί να εξυπηρετήσει το σύνολο του νέου φορτίου, το οποίο είναι 270kW. Με αυτά τα δεδομένα και το λογισμικό υπολογισμών electrical design, υπολογίστηκε ότι, η παροχή καλωδίου που θα μπορεί να τροφοδοτήσει το σύνολο του φορτίου είναι 3//NY2(3x240+120+120). Στη θέση του υφιστάμενου απαρχαιωμένου Γενικού Πίνακα θα τοποθετηθεί ένας καινούριος, ο οποίος θα έχει γενικό αυτόματο διακόπτη 630A, όλα τα διακοπτικά στοιχεία που είχε ο παλιός με τους ίδιους αυτοματισμούς, καθώς και τέσσερις (4) νέους διακόπτες, έναν (1) των 40A και τρεις (3) των 125A, για να τροφοδοτήσει τις αντλίες θερμότητας. Επιπλέον, θα πρέπει να διαθέτει εκτροπείς υπέρτασης T1+T2 και ψηφιακό πολυόργανο πόρτας. Ο πίνακας θα πρέπει να έχει αναμονή για αυτόματο διακόπτη ισχύος που θα συνδέσει τον Γενικό Πίνακα με το κεντρικό πεδίο αντιστάθμισης που προδιαγράφεται σε αντίστοιχο κεφάλαιο.

Όσον αφορά τα καλώδια που θα τροφοδοτήσουν τον Γενικό Πίνακα, αυτά θα τοποθετηθούν σε ειδικό φρεάτιο που θα σκαφτεί και θα έχει βάθος τουλάχιστον 80cm και πλάτος 50cm. Τα καλώδια θα τοποθετηθούν με απ' ευθείας ταφή εντός λεπτού στρώματος άμμου συνολικού πάχους 25cm (12,5+12,5) και έπειτα θα σκεπαστούν με χώμα. Η άνοδος από το στρώμα της άμμου προς την επιφάνεια θα γίνει σε κατάλληλη σωλήνα σπιδάλ βαρέως τύπου με αντιτρωκτική προστασία. Για τη σύνδεση της νέας παροχής στον υποσταθμό θα πρέπει να γίνουν οι κατάλληλες τροποποιήσεις στον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης ώστε να τροφοδοτηθεί η νέα παροχή από κατάλληλο διακόπτη 800A.

Η αντλία των 22,4kW θα τροφοδοτηθεί με καλώδιο NYG 5x10 και οι αντλίες των 67,5kW θα τροφοδοτηθούν με καλώδιο NYG 3x50+25+25 η κάθε μία. Τα καλώδια θα οδεύσουν εντός σχαρών, οι οποίες θα τοποθετηθούν στον χώρο του Γενικού Πίνακα του κολυμβητηρίου και θα τρέξουν έως τις αντλίες θερμότητας. Κατά τον υπολογισμό των διαστάσεων των σχαρών θα πρέπει να θεωρηθεί εφεδρεία χώρου ίση με 50%. Μετά από σχετική άδεια του φορέα διαχείρισης του έργου, ο ανάδοχος δύναται, όπου αυτό είναι συμφέρον, να χρησιμοποιήσει υφιστάμενες σχάρες καλωδίων. Στους εσωτερικούς χώρους και για τις περιπτώσεις μεμονωμένων οδεύσεων θα γίνεται εγκατάσταση καλωδίων εντός σπιράλ βαρέως τύπου κατάλληλης διατομής. Τα σπιράλ θα πρέπει να εγκατασταθούν κατά μήκος κατακόρυφων και οριζόντιων οδεύσεων (όχι διαγώνια) και να στηρίζονται με τη χρήση προδιαγραφόμενων επίτοιχων στηριγμάτων. Σε περιπτώσεις που απαιτείται η επιμήκυνση των σπιράλ, αυτή θα γίνεται με προδιαγραφόμενα ειδικά τεμάχια. Ο υπολογισμός των διατομών των αγωγών έγινε λαμβάνοντας μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσης: 4%.

Με το πέρας του έργου και στα πλαίσια της παράδοσης αυτού, ο ανάδοχος οφείλει να παραδώσει φάκελο ποιότητας του έργου με κατασκευαστικά μονογραμμικά και σχέδια κατόψεων, καθώς επίσης και τεύχος υπολογισμών όπου θα αποδεικνύεται η επάρκεια των καλωδίων τροφοδότησης σε σχέση με την ικανότητα μεταφοράς ρεύματος των φορτίων, την επίτευξη επαρκώς χαμηλής πτώσης τάσης κατά τη λειτουργία και την επάρκεια της προστασίας που παρέχουν οι αυτόματοι διακόπτες. Στα μονογραμμικά διαγράμματα θα απεικονίζονται τα τμήματα των ηλεκτρικών πινάκων που τροποποιήθηκαν για το παρόν έργο και το κεντρικό μέσο προστασίας του πίνακα. Η διαστασιολόγηση των καλωδίων τροφοδοσίας και του λοιπού υλικού θα φαίνεται τόσο μονογραμμικά διαγράμματα όσο και στα αντίστοιχα φύλλα υπολογισμού των καλωδίων παροχής των πινάκων. Σε περίπτωση που υπάρχει και κρίνεται σκόπιμο από την τεχνική υπηρεσία, μπορεί να παραδοθεί το υφιστάμενο μονογραμμικό σχέδιο κάθε ηλεκτρικού πίνακα ώστε να γίνουν απευθείας σε αυτό οι αντίστοιχες ενημερώσεις των αλλαγών από τον ανάδοχο.

8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

8.1 Φωτοτεχνική μελέτη στο πρόγραμμα DIALUX

Κολυμβητήριο Ιωαννίνων

DIALux

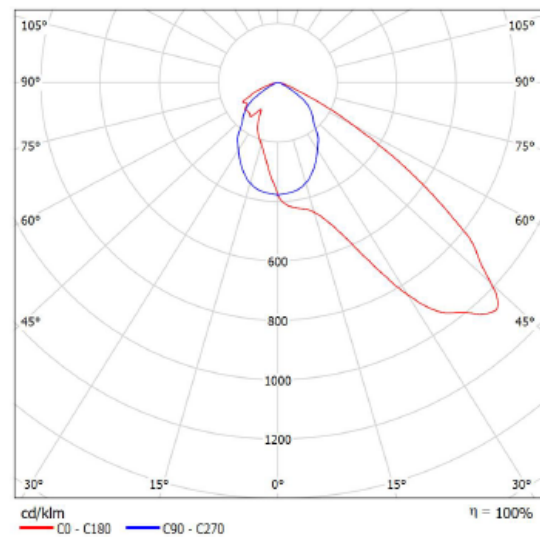
03.04.2018

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Disano Illuminazione SpA 1887 24 LED 530 mA CLD CELL 1887 Rodio LED - asimmetrico / Luminaire Data Sheet

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.

Luminous emittance 1:



Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 53 92 99 100 100

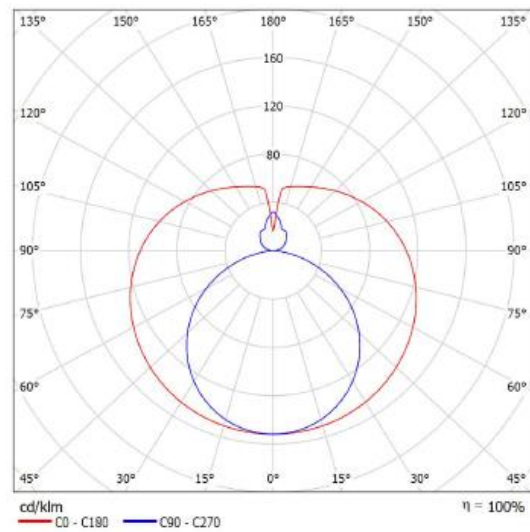
Due to missing symmetry properties, no UGR table can be displayed for this luminaire.

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

LEDVANCE GmbH Converted by LUMCat V 07.06.2017 4058075024694 ST8V-1,2M-16,2W-840-EM / Luminaire Data Sheet

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.

Luminous emittance 1:



Luminaire classification according to CIE: 66
CIE flux code: 33 61 83 66 100

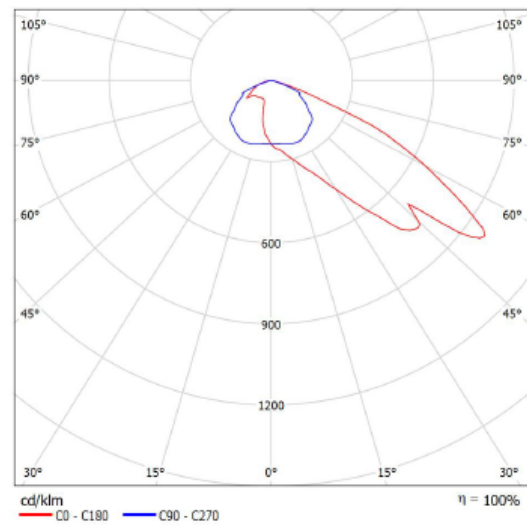
Due to missing symmetry properties, no UGR table can be displayed for this luminaire.

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

**Disano Illuminazione SpA 1723 125w CLD CELL 1723 Cripto big - asimmetrico FS 50° /
Luminaire Data Sheet**

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.

Luminous emittance 1:

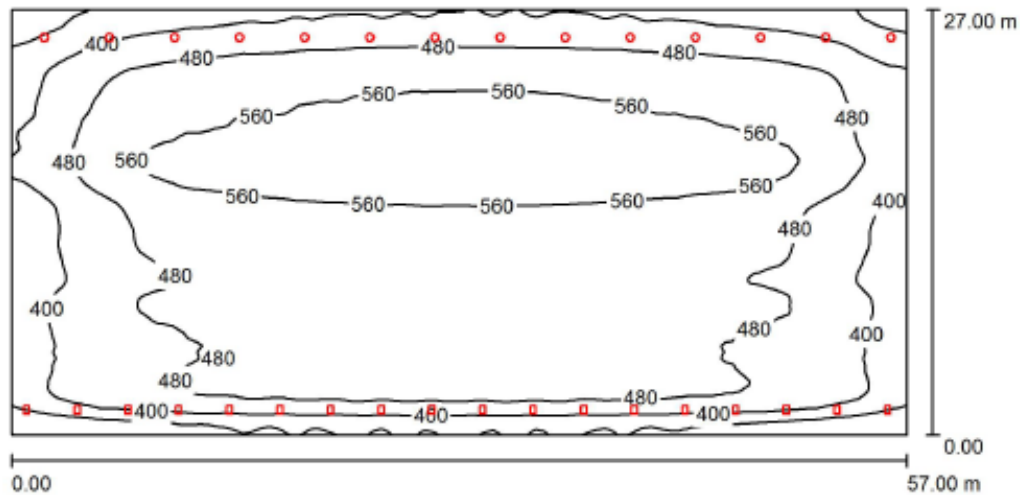


Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 36 79 99 100 100

Due to missing symmetry properties, no UGR table can be displayed for this luminaire.

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Μεγάλη πισίνα / Summary



Height of Room: 9.580 m, Light loss factor: 0.90

Values in Lux, Scale 1:408

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$u0$
Workplane	/	486	240	625	0.493
Floor	64	477	251	616	0.527
Ceiling	70	255	149	379	0.585
Walls (4)	50	329	151	3445	/

Workplane:

Height: 0.850 m
Grid: 128 x 128 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	18	Disano Illuminazione SpA 1723 125w CLD CELL 1723 Cripto big - asimmetrico FS 50° (1.000)	12169	12169	133.9
2	14	Disano Illuminazione SpA 1787 28 Led 1050mA CLD CELL 1787 Astro LED - asimmetrico 50° - 48000lm (1.000)	36000	36000	378.0

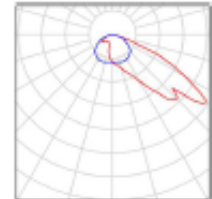
Total: 723034 Total: 723042 7702.2

Specific connected load: 5.00 W/m² = 1.03 W/m²/100 lx (Ground area: 1539.00 m²)

Operator
Telephone
Fax
e-Mail**Μεγάλη πισίνα / Luminaire parts list**

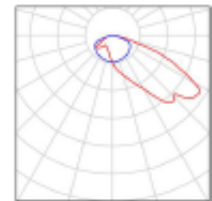
18 Pieces Disano Illuminazione SpA 1723 125w CLD CELL
1723 Cripto big - asimmetrico FS 50°
Article No.: 1723 125w CLD CELL
Luminous flux (Luminaire): 12169 lm
Luminous flux (Lamps): 12169 lm
Luminaire Wattage: 133.9 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 36 79 99 100 100
Fitting: 1 x luxeonm_vt_1723 16 (Correction
Factor 1.000).

See our luminaire
catalog for an image of
the luminaire.



14 Pieces Disano Illuminazione SpA 1787 28 Led 1050mA
CLD CELL 1787 Astro LED - asimmetrico 50° -
48000lm
Article No.: 1787 28 Led 1050mA CLD CELL
Luminous flux (Luminaire): 36000 lm
Luminous flux (Lamps): 36000 lm
Luminaire Wattage: 378.0 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 34 75 97 100 100
Fitting: 1 x Luxeonm_1787_1050mA (Correction
Factor 1.000).

See our luminaire
catalog for an image of
the luminaire.



Κολυμβητήριο Ιωαννίνων**DIALux**
03.04.2018Operator
Telephone
Fax
e-Mail**Μεγάλη πισίνα / Photometric Results**Total Luminous Flux: 723034 lm
Total Load: 7702.2 W
Light loss factor: 0.90
Boundary Zone: 0.000 m

Surface	Average illuminances [lx]			Reflection factor [%]	Average luminance [cd/m ²]
	direct	indirect	total		
Workplane	312	174	486	/	/
Floor	302	175	477	64	97
Ceiling	0.04	255	255	70	57
Wall 1	82	213	295	50	47
Wall 2	135	207	341	50	54
Wall 3	138	222	360	50	57
Wall 4	120	200	320	50	51

Uniformity on the working plane

u0: 0.493 (1:2)

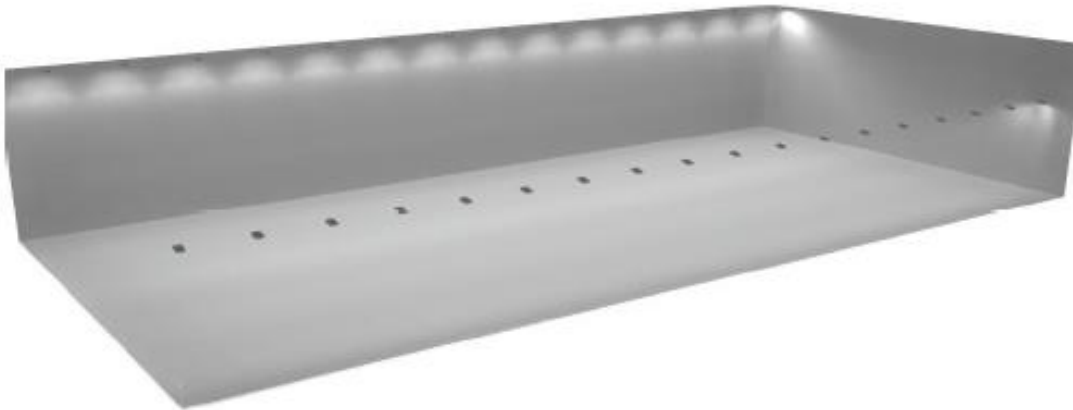
E_{min} / E_{max}: 0.383 (1:3)Specific connected load: 5.00 W/m² = 1.03 W/m²/100 lx (Ground area: 1539.00 m²)

Κολυμβητήριο Ιωαννίνων

DIALux
03.04.2018

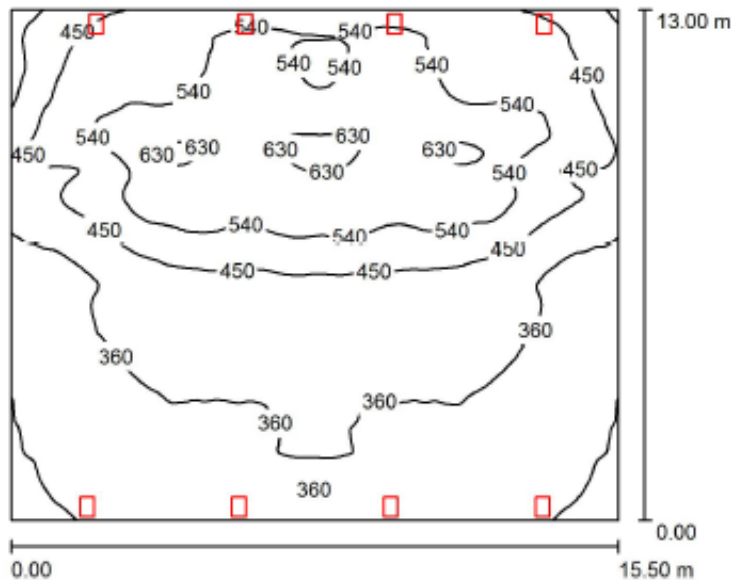
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Μεγάλη πισίνα / 3D Rendering



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Μικρή πισίνα / Summary



Height of Room: 6.000 m, Light loss factor: 0.90

Values in Lux, Scale 1:167

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$u0$
Workplane	/	436	245	670	0.561
Floor	66	418	229	632	0.549
Ceiling	70	201	145	328	0.719
Walls (4)	50	268	131	5303	/

Workplane:

Height: 0.850 m
Grid: 128 x 128 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	8	Disano Illuminazione SpA 1723 125w CLD CELL 1723 Cripto big - asimmetrico FS 50° (1.000)	12169	12169	133.9
Total:			97350	97352	1071.2

Specific connected load: 5.32 W/m² = 1.22 W/m²/100 lx (Ground area: 201.50 m²)

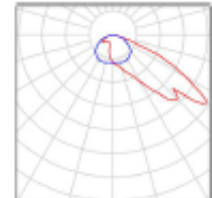
Κολυμβητήριο Ιωαννίνων**DIALux**

03.04.2018

Operator
Telephone
Fax
e-Mail**Μικρή πισίνα / Luminaire parts list**

8 Pieces Disano Illuminazione SpA 1723 125w CLD CELL
 1723 Cripto big - asimmetrico FS 50°
 Article No.: 1723 125w CLD CELL
 Luminous flux (Luminaire): 12169 lm
 Luminous flux (Lamps): 12169 lm
 Luminaire Wattage: 133.9 W
 Luminaire classification according to CIE: 100
 CIE flux code: 36 79 99 100 100
 Fitting: 1 x luxeonm_vt_1723 16 (Correction
 Factor 1.000).

See our luminaire
 catalog for an image of
 the luminaire.

**Κολυμβητήριο Ιωαννίνων****DIALux**

03.04.2018

Operator
Telephone
Fax
e-Mail**Μικρή πισίνα / Photometric Results**

Total Luminous Flux: 97350 lm
 Total Load: 1071.2 W
 Light loss factor: 0.90
 Boundary Zone: 0.000 m

Surface	Average illuminances [lx]			Reflection factor [%]	Average luminance [cd/m ²]
	direct	indirect	total		
Workplane	298	138	436	/	/
Floor	280	138	418	66	88
Ceiling	0.00	201	201	70	45
Wall 1	95	168	263	50	42
Wall 2	86	176	262	50	42
Wall 3	100	188	288	50	46
Wall 4	82	174	256	50	41

Uniformity on the working plane
 u_0 : 0.561 (1:2)
 E_{min} / E_{max} : 0.365 (1:3)

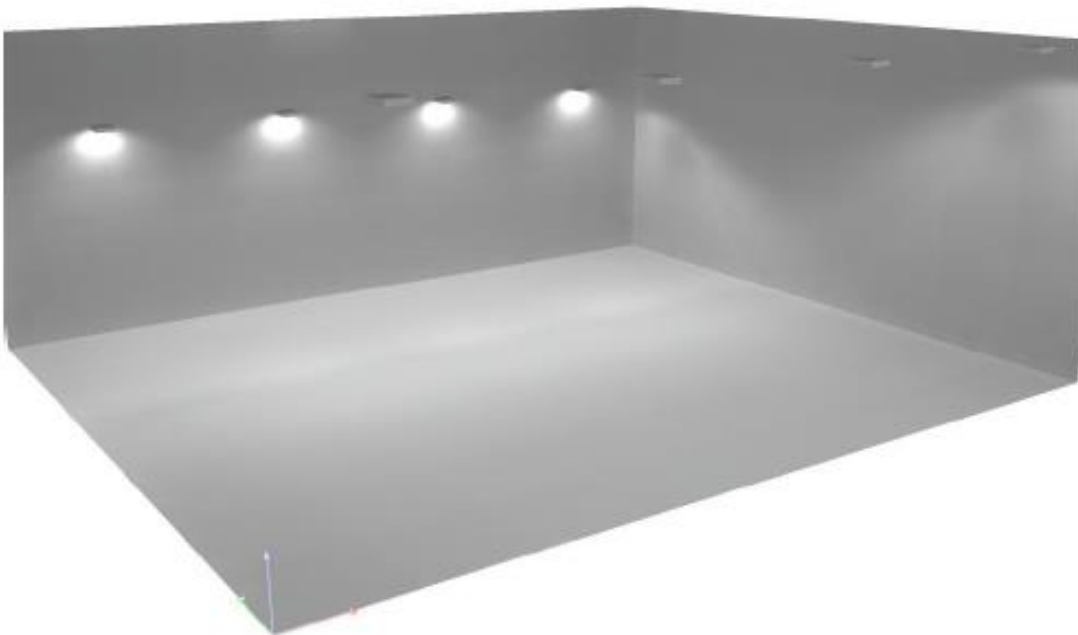
Specific connected load: $5.32 \text{ W/m}^2 = 1.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 201.50 m^2)

Κολυμβητήριο Ιωαννίνων

DIALux
03.04.2018

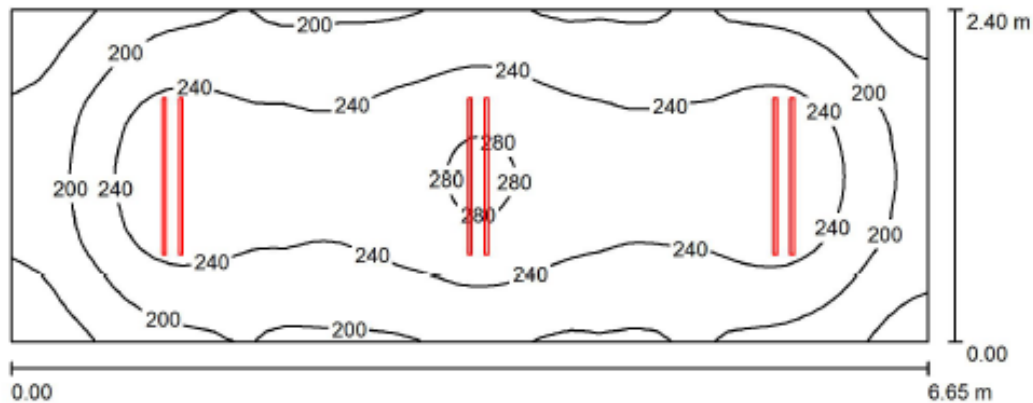
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Μικρή πισίνα / 3D Rendering



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Αποδυτήρια-Αίθουσα αναμονής / Summary



Height of Room: 2.400 m, Mounting Height: 2.400 m, Light loss factor: 0.90

Values in Lux, Scale 1:48

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	225	133	290	0.592
Floor	83	175	120	208	0.683
Ceiling	70	107	65	187	0.607
Walls (4)	50	183	107	447	/

Workplane:

Height: 0.850 m
Grid: 64 x 32 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	6	LEDVANCE GmbH Converted by LUMCat V 07.06.2017 4058075024694 ST8V-1,2M- 16,2W-840-EM (1.000)	1700	1700	16.0
Total:			10200	Total: 10200	96.0

Specific connected load: $6.02 \text{ W/m}^2 = 2.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 15.96 m^2)

Κολυμβητήριο Ιωαννίνων

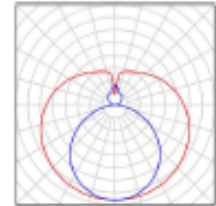
DIALux

03.04.2018

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Αποδυτήρια-Αίθουσα αναμονής / Luminaire parts list

6 Pieces	LEDVANCE GmbH Converted by LUMCat V 07.06.2017 4058075024694 ST8V-1,2M-16,2W-840-EM Article No.: 4058075024694 Luminous flux (Luminaire): 1700 lm Luminous flux (Lamps): 1700 lm Luminaire Wattage: 16.0 W Luminaire classification according to CIE: 66 CIE flux code: 33 61 83 66 100 Fitting: 1 x ST8V (Correction Factor 1.000).	See our luminaire catalog for an image of the luminaire.
----------	--	--



Κολυμβητήριο Ιωαννίνων

DIALux

03.04.2018

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Αποδυτήρια-Αίθουσα αναμονής / Photometric Results

Total Luminous Flux: 10200 lm
Total Load: 96.0 W
Light loss factor: 0.90
Boundary Zone: 0.000 m

Surface	Average illuminances [lx]			Reflection factor [%]	Average luminance [cd/m ²]
	direct	indirect	total		
Workplane	139	86	225	/	/
Floor	92	83	175	83	46
Ceiling	0.00	107	107	70	24
Wall 1	96	100	197	50	31
Wall 2	52	97	149	50	24
Wall 3	96	100	197	50	31
Wall 4	45	95	141	50	22

Uniformity on the working plane
u₀: 0.592 (1:2)
E_{min} / E_{max}: 0.460 (1:2)

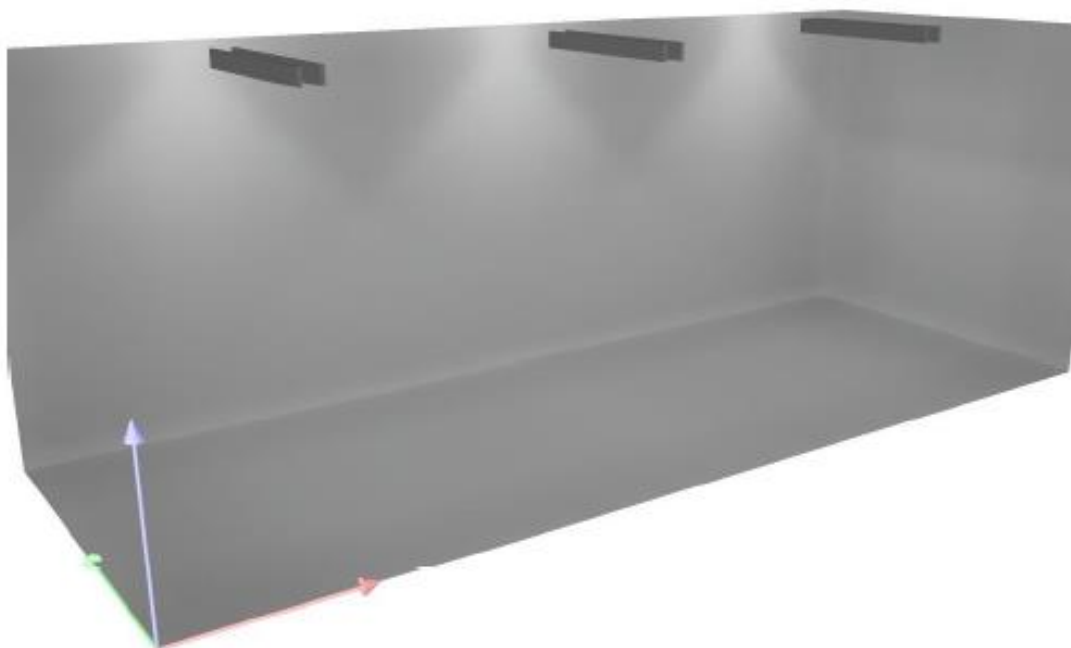
Specific connected load: 6.02 W/m² = 2.67 W/m²/100 lx (Ground area: 15.96 m²)

Κολυμβητήριο Ιωαννίνων

DIALux
03.04.2018

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Αποδυτήρια-Αίθουσα αναμονής / 3D Rendering

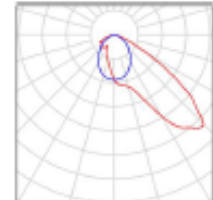


Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Εξωτερικός χώρος / Luminaire parts list

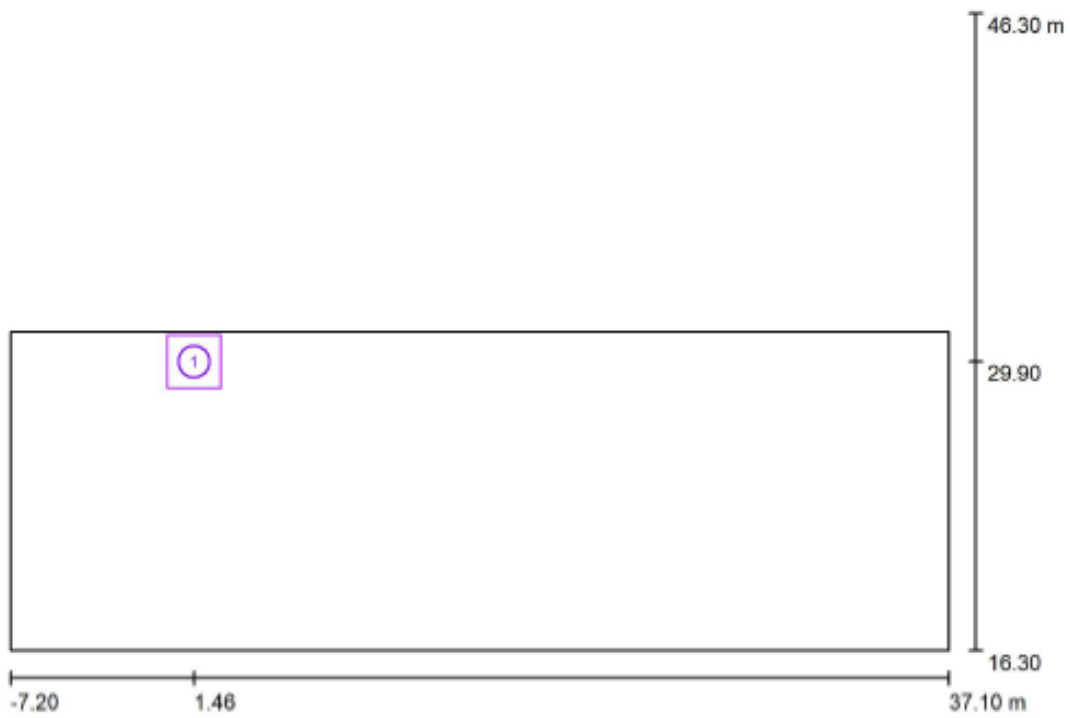
2 Pieces Disano Illuminazione SpA 1887 24 LED 530 mA
CLD CELL 1887 Rodio LED - asimmetrico
Article No.: 1887 24 LED 530 mA CLD CELL
Luminous flux (Luminaire): 8528 lm
Luminous flux (Lamps): 8528 lm
Luminaire Wattage: 81.0 W
Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 53 92 99 100 100
Fitting: 1 x leds8_1887_24_530 (Correction
Factor 1.000).

See our luminaire
catalog for an image of
the luminaire.



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Εξωτερικός χώρος / Calculation Grid (Coordinates List)



Scale 1 : 317

List of the Calculation Grids

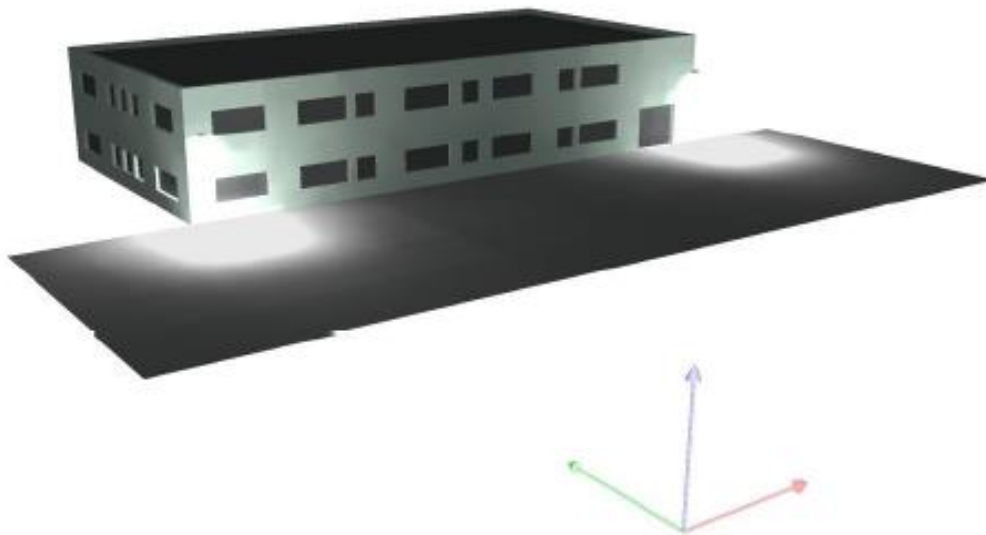
No.	Designation	Position [m]			Size [m]		Rotation [°]		
		X	Y	Z	L	W	X	Y	Z
1	Calculation Grid 1	1.465	29.900	0.000	2.500	2.500	0.0	0.0	0.0

Κολυμβητήριο Ιωαννίνων

DIALux
03.04.2018

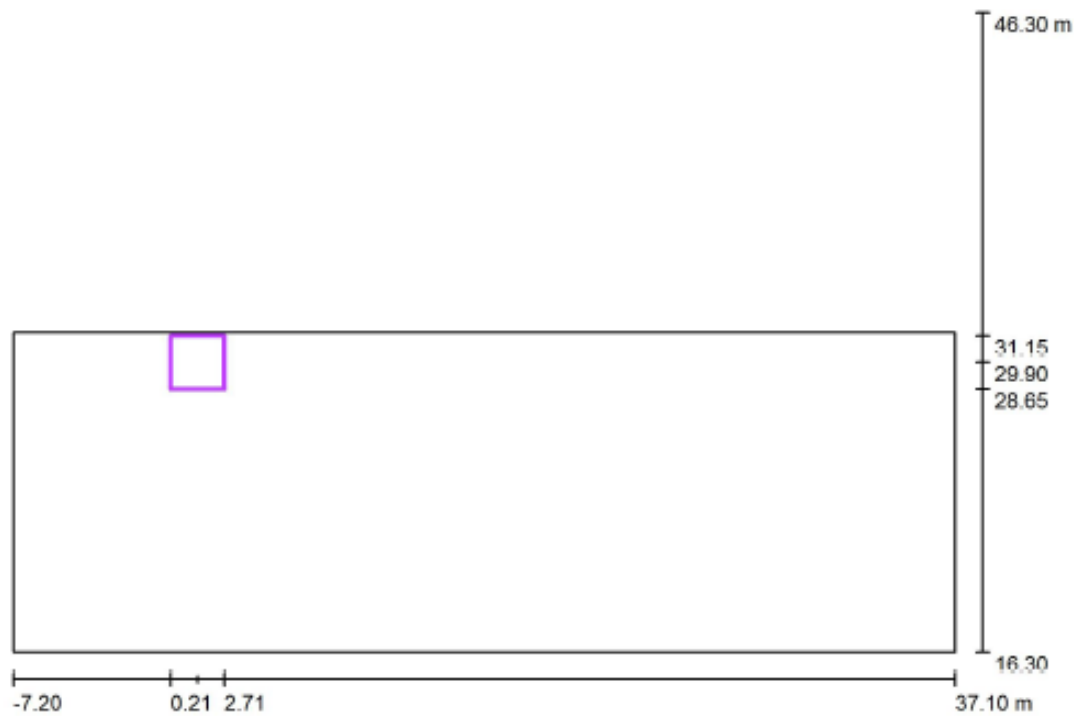
Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Εξωτερικός χώρος / 3D Rendering



Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Εξωτερικός χώρος / Calculation Grid 1 / Summary



Scale 1 : 317

Position: (1.465 m, 29.900 m, 0.000 m)
Size: (2.500 m, 2.500 m)
Rotation: (0.0°, 0.0°, 0.0°)
Type: Normal, Grid: 7 x 7 Points

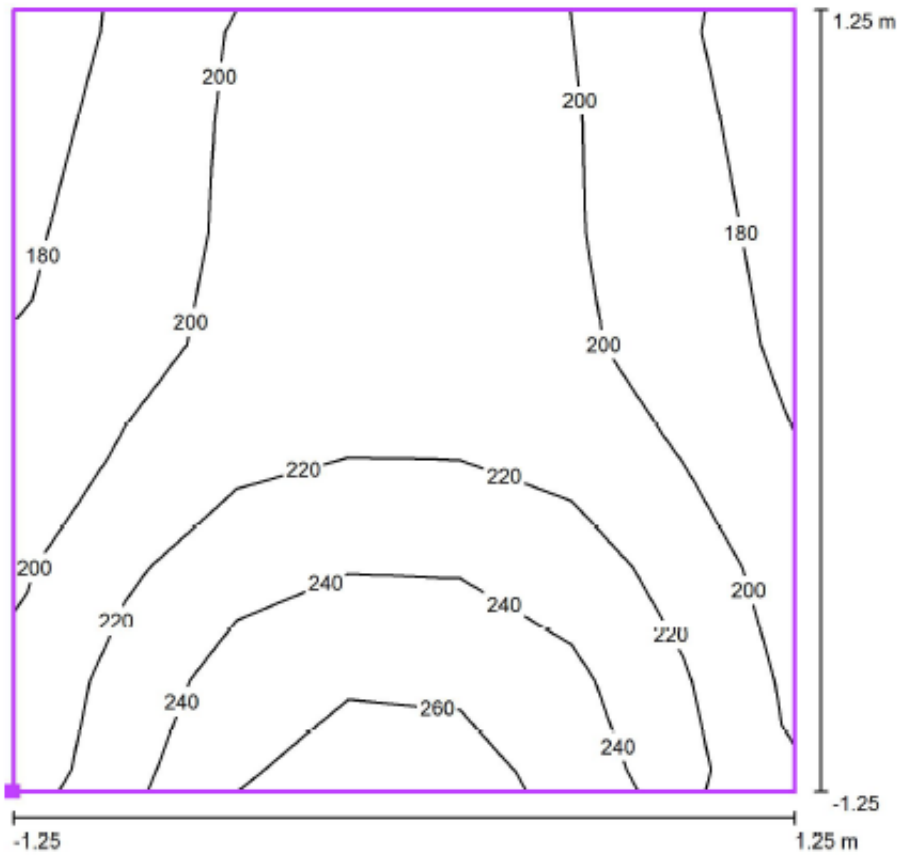
Results overview

No.	Type	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0	E_{min} / E_{max}	$E_{h,m} / E_m$	H [m]	Camera
1	perpendicular	212	174	266	0.82	0.66	/	0.000	/

$E_{h,m} / E_m$ = Relationship between middle horizontal and vertical illuminance, H = Measuring Height

Operator
Telephone
Fax
e-Mail

Εξωτερικός χώρος / Calculation Grid 1 / Isolines (E, Perpendicular)



Values in Lux, Scale 1 : 21

Position of surface in external scene:
Marked point: (0.215 m, 28.650 m,
0.000 m)



Grid: 7 x 7 Points

E_{av} [lx]
212

E_{min} [lx]
174

E_{max} [lx]
266

u_0
0.82

E_{min} / E_{max}
0.66

8.2 Μελέτη Φωτοβολταϊκού στο λογισμικό PVsyst

8.2.1 Κριτήριο αξιολόγησης Φ/Β σταθμού – PerformanceRatio

Ο φωτοβολταϊκός σταθμός, όπως έχει σχεδιασθεί και υπολογιστεί στην παρούσα μελέτη, έχει σχεδιαστικά χαρακτηριστικά και ελάχιστες απαιτούμενες προδιαγραφές. Οι υποψήφιοι ανάδοχοι με τον προσφερόμενο εξοπλισμό που θα προτείνουν, θα πρέπει:

- ✓ να ικανοποιήσουν τις ελάχιστες απαιτήσεις που προδιαγράφονται στο φύλλο συμμόρφωσης και
- ✓ να προσφέρουν έναν φωτοβολταϊκό σταθμό, ο οποίος θα επιτύχει Performance Ratio μεγαλύτερο (ή ίσο) του 80,00 %.

Τα κριτήρια αυτά έχουν προκύψει από τα αποτελέσματα της μελέτης που έχει εκπονηθεί και παρουσιάζεται. Ο προτεινόμενος φωτοβολταϊκός σταθμός έχει σχεδιαστεί και υπολογιστεί με τη θεώρηση, ενδεικτικού τύπου εξοπλισμού, και έχει προσομοιωθεί στο ειδικευμένο λογισμικό PVSyst 6.8.

Το PVSyst 6.8 είναι ένα ευρέως διαδεδομένο λογισμικό για το σχεδιασμό και την εκτίμηση παραγωγής ενός φωτοβολταϊκού σταθμού και θεωρείται παγκοσμίως ως ένα από τα πλέον αξιόπιστα και πλήρη λογισμικά στο αντικείμενο. Προς εξαγωγή των αποτελεσμάτων περιλαμβάνονται, μεταξύ σχεδιαστικών και ηλεκτρολογικών παραμέτρων, οι πιθανές απώλειες από τις σκιάσεις, την ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας, τη μετατροπή από συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο ρεύμα, τη θερμοκρασιακή επίπτωση στην παραγόμενη ενέργεια, καθώς και τις απώλειες λόγω των καλωδίων.

Στη μελέτη που εκπονήθηκε, τα μετεωρολογικά δεδομένα έχουν εισαχθεί / αναπαραχθεί χρησιμοποιώντας τη βάση μετεωρολογικών δεδομένων PVGIS TMY, που υπάρχει ως επιλογή στο PVSyst, για τις γεωγραφικές συντεταγμένες του οικοπέδου (Lat. 39.6194, Long. 20.8553) όπου θα εγκατασταθούν τα φωτοβολταϊκά.

Συμπερασματικά, ο υπολογισμός που έχει εκπονηθεί στα πλαίσια της μελέτης σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά ενδεικτικού τύπου εξοπλισμού και με τη χρήση συγκεκριμένων παραδοχών στο λογισμικό PVSyst ορίζει ότι:

Η τιμή του PerformanceRatio (PR) του Φ/Β Σταθμού, η οποία υπολογίζεται στην αρχή της λειτουργίας του (Year 0), θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση του 80,00%.

Για τον έλεγχο του σχετικού κριτηρίου, κατά την αξιολόγηση της τεχνικής προσφοράς του κάθε υποψήφιου οικονομικού φορέα, θα γίνει από την αναθέτουσα αρχή ενσωμάτωση της προτεινόμενης λύσης στο λογισμικό PVSyst και θα υπολογιστεί ο αντίστοιχος Performance Ratio.

Τα κριτήρια που θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό είναι αυτά που αναφέρονται στη συνέχεια και είναι δεσμευτικά. Προτείνεται, χωρίς να αποτελεί υποχρέωση, ο υποψήφιος οικονομικός φορέας να πραγματοποιήσει υπολογισμό στο συγκεκριμένο λογισμικό και να στείλει μαζί με την προσφορά του το αντίστοιχο report εισάγοντας τις δεσμευτικές, αναφερόμενες στη συνέχεια παραμέτρους. Σε αυτή την περίπτωση κατά την αξιολόγηση της πρότασης, θα γίνει επαλήθευση ότι υιοθετήθηκαν οι σχετικές παραδοχές. Σε κάθε άλλη περίπτωση, η αναθέτουσα αρχή θα πραγματοποιήσει προσομοίωση του φωτοβολταϊκού σταθμού, για κάθε υποψήφιο οικονομικό φορέα, με τον προσφερόμενο εξοπλισμό του οικονομικού φορέα, στο συγκεκριμένο λογισμικό και με τις δεσμευτικές, αναφερόμενες στη συνέχεια, παραμέτρους και θα αξιολογηθεί η ικανοποίηση του κριτηρίου. Το σχετικό report, που παράγει το λογισμικό με τους υπολογισμούς και τα αποτελέσματα, θα συμπεριλαμβάνεται στα πρακτικά της επιτροπής αξιολόγησης και θα είναι διαθέσιμα στους υποψήφιους οικονομικούς φορείς.

Διευκρινίζεται ότι η προσομοίωση του φωτοβολταϊκού σταθμού στο λογισμικό PVSystem 6.8 από τον εκάστοτε υποψήφιο ανάδοχο δεν είναι δεσμευτική αλλά προτείνεται ώστε να διασφαλίσει και ο υποψήφιος οικονομικός φορέας ότι η τεχνική του πρόταση ικανοποιεί τη σχετική απαίτηση. **Τεχνικές προτάσεις που κατά τον υπολογισμό στο λογισμικό PVSystem οδηγούν σε Performance Ratio μικρότερο του 80% θα απορρίπτονται.**

Στις παρακάτω υποπαραγράφους ορίζονται οι τιμές κάθε μίας υπολογιστικής παραμέτρου, που θα εισαχθούν στο λογισμικό ώστε να γίνει η σχετική προσομοίωση. Οι τιμές αυτές είναι κρίσιμες καθώς ορίζουν τη βάση επί της οποίας θα κριθούν οι εγκαταστάσεις.

8.2.2 Μετεωρολογικά δεδομένα

Τα μετεωρολογικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την προσομοίωση προέρχονται από τη βάση δεδομένων PVGIS TMY, για τις συντεταγμένες του έργου Lat. 39.6194 , Long. 20.8553. Τα δεδομένα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί. Θα γίνει χρήση μόνο των σχετικών παραμέτρων που φαίνονται, χωρίς την εισαγωγή λοιπών παραμέτρων για τις οποίες υπάρχει δυνατότητα στο λογισμικό (ανεμολογικά και υγρασία).

Site Ioannina (Greece)			
Data source	PVGIS TMY		
	Horizontal global irradiation	Horizontal diffuse irradiation	Temperature
	kWh/m ² .mth	kWh/m ² .mth	°C
January	63.2	28.4	3.9
February	79.1	36.4	5.1
March	117.0	57.3	9.3
April	185.0	55.5	13.0
May	189.0	75.6	18.8
June	220.0	63.8	23.0
July	230.0	59.8	26.2
August	202.0	54.5	25.8
September	142.0	46.9	19.8
October	112.0	39.2	15.3
November	67.5	30.4	9.4
December	75.7	27.3	5.1
Year	1682.5	575.1	14.5
	Paste	Paste	Paste
Horizontal global irradiation year-to-year variability 3.1%			

Required Data

Horizontal global irradiation

Average Ext. Temperature

Extra data

Horizontal diffuse irradiation

Wind velocity

Linke Turbidity

Relative Humidity

Irradiation units

kWh/m².day

kWh/m².mth

MJ/m².day

MJ/m².mth

W/m²

Clearness Index Kt

Η τιμή της παραμέτρου Albedo θα ορισθεί ίση με 0,2 σε όλους τους μήνες.

Οι υπολογιστικές θερμοκρασίες θα ορισθούν σύμφωνα με τις τιμές που φαίνονται στη συνέχεια:

Lower temperature for Absolute Voltage limit	-10	°C	<input checked="" type="checkbox"/> Default
Winter operating temperature for VmppMax design	20	°C	<input checked="" type="checkbox"/>
Usual operating temperature under 1000 W/m	50	°C	<input checked="" type="checkbox"/>
Summer operating temperature for VmppMin design	60	°C	<input checked="" type="checkbox"/>

8.2.3 Γεωμετρικά και ηλεκτρικά χαρακτηριστικά εγκατάστασης (Orientation & System)

Τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης “planetilt” και “azimuthangle” θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις προβλέψεις της τεχνικής περιγραφής της προσφοράς του υποψηφίου αναδόχου.

Τα χαρακτηριστικά της ηλεκτρικής δομής θα πρέπει να ληφθούν σύμφωνα με την τεχνική περιγραφή της προσφοράς του υποψηφίου αναδόχου. Στις περιπτώσεις που η συνδεσμολογία είναι μεικτή (διαφορετικά strings και εκμετάλλευση multistring των inverters) αυτό θα πρέπει να ενσωματωθεί με τη χρήση πολλαπλών sub-arrays.

8.2.4 Χαρακτηριστικά Detailed Losses

Οι παράμετροι ηλεκτρικών απωλειών του Φ/Β σταθμού θα πρέπει να ορισθούν ως εξής:

Απώλειες λόγω χαρακτηριστικών εξοπλισμού:

Τα χαρακτηριστικά των Φ/Β πλαισίων και των Inverters θα πρέπει να ενσωματωθούν σύμφωνα με τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά όπως αυτά προσδιορίζονται στα τεχνικά τους φυλλάδια (datasheets). Στην περίπτωση κατά την οποία αυτά δεν υπάρχουν στην ενσωματωμένη βάση δεδομένων του PVSyst 6.8 θα εισαχθούν από την αναθέτουσα αρχή. Η παράμετρος Constant Loss Factor U_c θα είναι ίση με την default τιμή του PVSyst 6.8 που αντιστοιχεί στην επιλογή «free mounted module with air circulation».

Απώλειες λόγω Ηλεκτρικών απωλειών της καλωδίωσης DC:

Ο υποψήφιος ανάδοχος θα πρέπει να υπολογίσει τις απώλειες στις dc καλωδιώσεις υπό συνθήκες STC και να εισάγει τον αντίστοιχο συντελεστή στο πλαίσιο Loss fraction at STC. Εφόσον υπάρχουν πολλαπλά sub-arrays η εισαγωγή της παραμέτρου θα γίνει ξεχωριστά για κάθε sub-array. Θα πρέπει οι απώλειες στις καλωδιώσεις dc που θα υπολογιστούν συνολικά για όλο το έργο να οδηγούν σε συντελεστή μικρότερο του 1,5 %. Ο υπολογισμός αυτός θα πρέπει να φαίνεται στην προτεινόμενη τεχνική λύση.

Απώλειες λόγω Ηλεκτρικών απωλειών της καλωδίωσης AC:

Ομοίως, και για τις απώλειες AC στην τεχνική προσφορά θα πρέπει να γίνεται σχετικός υπολογισμός σε επίπεδο inverter για συνθήκες STC. Ο συντελεστής απωλειών σε συνθήκες STC θα εισαχθεί στο πλαίσιο Loss fraction at STC (η επιλογή “Significant length, to be accounted for” θα είναι ενεργοποιημένη). Οι απώλειες Μέσης Τάσης θεωρούνται αμελητέες. Οι σχετικές απώλειες στην καλωδίωση AC, που θα υπολογιστούν συνολικά για όλο το έργο, να οδηγούν σε συντελεστή μικρότερο του 2,5 %.

Απώλειες στον μετασχηματιστή ισχύος:

Ο ανάδοχος θα πρέπει να εισάγει τις τιμές που προκύπτουν από το αντίστοιχο τεχνικό φυλλάδιο του Μ/Σ που θα υποβληθεί. Η επιλογή “external transformer present” θα είναι επιλεγμένη. Η επιλογή “Night disconnect” θα είναι απενεργοποιημένη.

Απώλειες Module Quality / LID / Mis match:

Οι απώλειες **Module Quality** θα θεωρηθούν ίσες με 0%, καθώς αυτό κρίνεται ότι είναι από την ασφαλή πλευρά των υπολογισμών λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι τα προσφερόμενα πλαίσια θα έχουν θετική ανοχή ισχύος.

Ο **συντελεστής απωλειών LID** θα θεωρηθεί ίσος με 1%, σύμφωνα με τις συνήθεις απώλειες στο τέλος του πρώτου έτους (2,5 %) και τη διεθνή εμπειρία.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι προβλέπεται να γίνει sorting, σύμφωνα με τη flash list των Φ/Β πλαισίων, οι απώλειες **miss match losses** θα εισαχθούν ίσες με 1% (συντελεστής PowerLossatMPP). Ο συντελεστής String Voltage Mis match ορίζεται 0%.

Απώλειες λόγω επικαθήσεων & αιωρούμενων σωματιδίων στα Φ/Β πλαίσια (soiling losses):

Κατά την κοινή πρακτική και τα χαρακτηριστικά της περιοχής εγκατάστασης, ο συντελεστής ορίζεται ίσος με 1%.

Λοιπές παράμετροι των detailed losses:

Οι υπόλοιπες τιμές που ορίζονται στις detailed losses και δεν αναφέρονται ανωτέρω ορίζονται σύμφωνα με τις default επιλογές του λογισμικού.

Οι απώλειες λόγω γήρανσης δεν λαμβάνονται υπ' όψιν καθώς το κριτήριο είναι το Performance Ratio στην αρχή λειτουργίας του Φ/Β σταθμού (year 0).

Στον προτεινόμενο Φ/Β σταθμό, οι ιδιοκαταναλώσεις ορίζονται ως μηδέν .

Η διαθεσιμότητα του Φ/Β σταθμού ορίζεται ως 99,8%, καθώς δεν υπάρχουν δεδομένα προβληματικού ηλεκτρικού δικτύου στην περιοχή.

Απώλειες λόγω ορίζοντα (horizon losses):

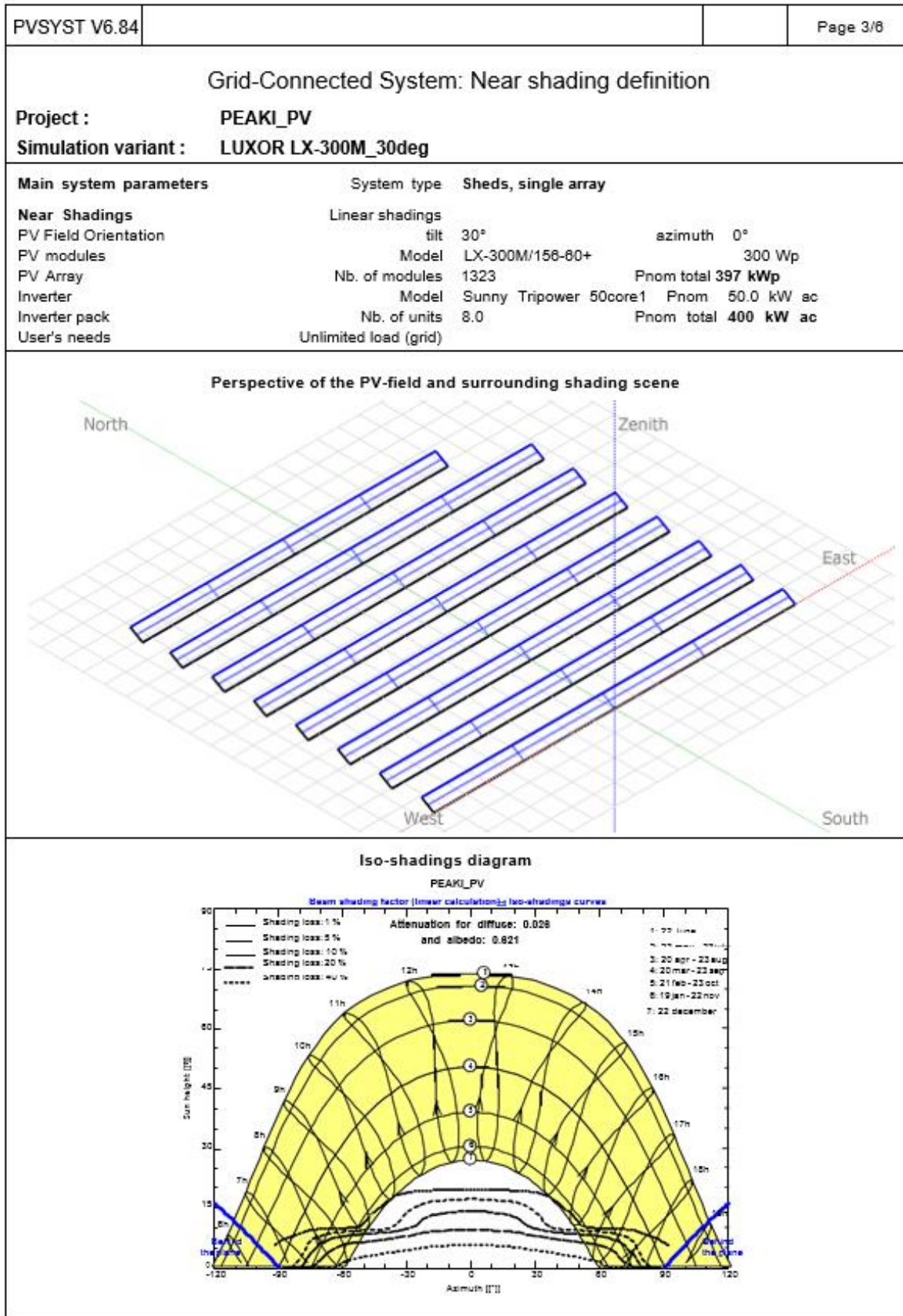
Ο Φ/Β σταθμός προβλέπεται να εγκατασταθεί σε περιοχή με μικρές απώλειες λόγω σκίασης ορίζοντα. Ως εκ τούτου, και για την απλοποίηση της μελέτης, οι απώλειες λόγω ορίζοντα ορίζονται ως μηδενικές.

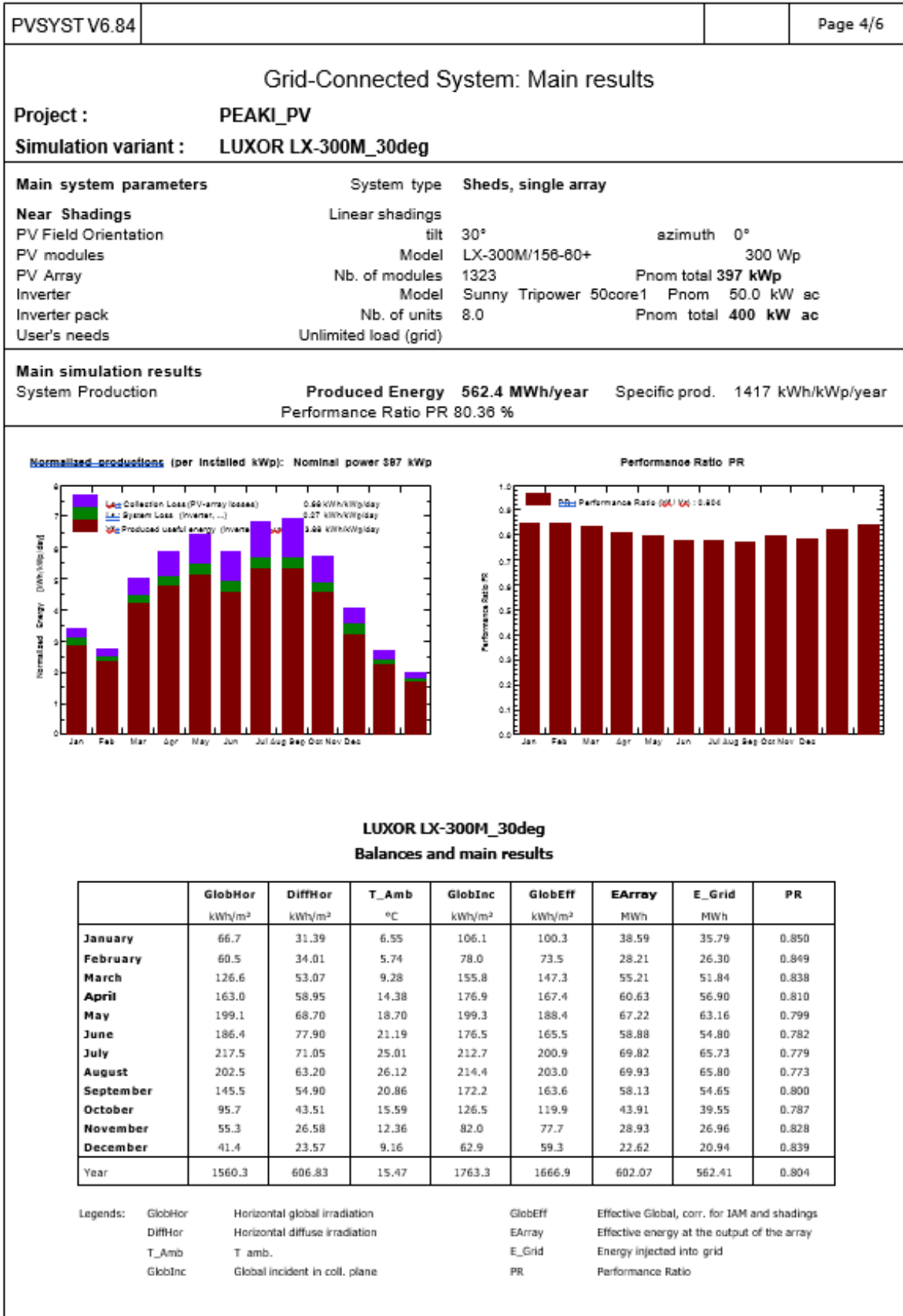
Απώλειες σκίασης (nearShadings):

Για τον σχετικό υπολογισμό ο εκάστοτε υποψήφιος ανάδοχος θα λάβει υπ' όψιν του τη χωροθέτηση που προτείνει, εισάγοντας με ακρίβεια τα σχετικά χαρακτηριστικά. Θα θεωρήσει line arshadings για τον υπολογισμό.

PVSYST V6.84			Page 1/6									
Grid-Connected System: Simulation parameters												
Project :		PEAKI_PV										
Geographical Site	Anatolv	Country	Greece									
Situation	Latitude	Longitude	20.86° E									
Time defined as	Legal Time	Altitude	472 m									
	Albedo		0.20									
Meteo data:	Anatolv	PVGIS api TMY - TMY										
Simulation variant :		LUXOR LX-300M_30deg										
Simulation parameters	System type	Sheds, single array										
Collector Plane Orientation	Tilt	30°	Azimuth 0°									
Sheds configuration	Nb. of sheds	8	Identical arrays									
	Sheds spacing	9.88 m	Collector width 3.32 m									
Shading limit angle	Limit profile angle	13.4°	Ground cov. Ratio (GCR) 33.7 %									
Models used	Transposition	Perez	Diffuse Imported									
Horizon	Free Horizon											
Near Shadings	Linear shadings											
User's needs :	Unlimited load (grid)											
PV Arrays Characteristics (2 kinds of array defined)												
PV module	Si-mono	Model	LX-300M/156-60+									
Custom parameters definition	Manufacturer	Luxor										
Sub-array "Sub-array #1"												
Number of PV modules	In series	21 modules	In parallel 58 strings									
Total number of PV modules	Nb. modules	1176	Unit Nom. Power 300 Wp									
Array global power	Nominal (STC)	353 kWp	At operating cond. 317 kWp (50°C)									
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	802 V	I mpp 527 A									
Sub-array "Sub-array #2"												
Number of PV modules	In series	21 modules	In parallel 7 strings									
Total number of PV modules	Nb. modules	147	Unit Nom. Power 300 Wp									
Array global power	Nominal (STC)	44.1 kWp	At operating cond. 39.6 kWp (50°C)									
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	802 V	I mpp 66 A									
Total Arrays global power	Nominal (STC)	397 kWp	Total 1323 modules									
	Module area	2152 m²	Cell area 1926 m²									
Inverter												
Custom parameters definition	Model	Sunny Tripower 50core1										
Characteristics	Manufacturer	SMA										
	Operating Voltage	500-800 V	Unit Nom. Power 50.0 kWac									
Sub-array "Sub-array #1"	Nb. of inverters	7 units	Total Power 350 kWac									
			Pnom ratio 1.01									
Sub-array "Sub-array #2"	Nb. of inverters	1 units	Total Power 50 kWac									
			Pnom ratio 0.88									
Total	Nb. of inverters	8	Total Power 400 kWac									
PV Array loss factors												
Array Soiling Losses	Average loss Fraction 1.0 %											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%

PVSYST V6.84						Page 2/6			
Grid-Connected System: Simulation parameters									
Thermal Loss factor	Uc (const)	29.0 W/m ² K	Uv (wind)	0.0 W/m ² K / m/s					
Wiring Ohmic Loss	Array#1	19 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC					
	Array#2	154 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC					
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC					
LID - Light Induced Degradation			Loss Fraction	2.0 %					
Module Quality Loss			Loss Fraction	-0.6 %					
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP					
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %					
Incidence effect (IAM): Fresnel smooth glass, n = 1.528									
	0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
	1.000	0.998	0.981	0.948	0.862	0.776	0.636	0.403	0.000
System loss factors									
AC wire loss inverter to transfo	Inverter voltage	400 Vac tri							
	Wires: 3x500.0 mm ²	329 m	Loss Fraction	3.0 % at STC					
External transformer	Iron loss (24H connexion)	388 W	Loss Fraction	0.1 % at STC					
	Resistive/Inductive losses	4.12 mOhm	Loss Fraction	1.0 % at STC					
Unavailability of the system	1.8 days, 3 periods		Time fraction	0.5 %					
Auxiliaries loss									
	constant (fans)	1000 W	... from Power thresh.	0.0 kW					
	Night auxiliaries consumption	400 W							



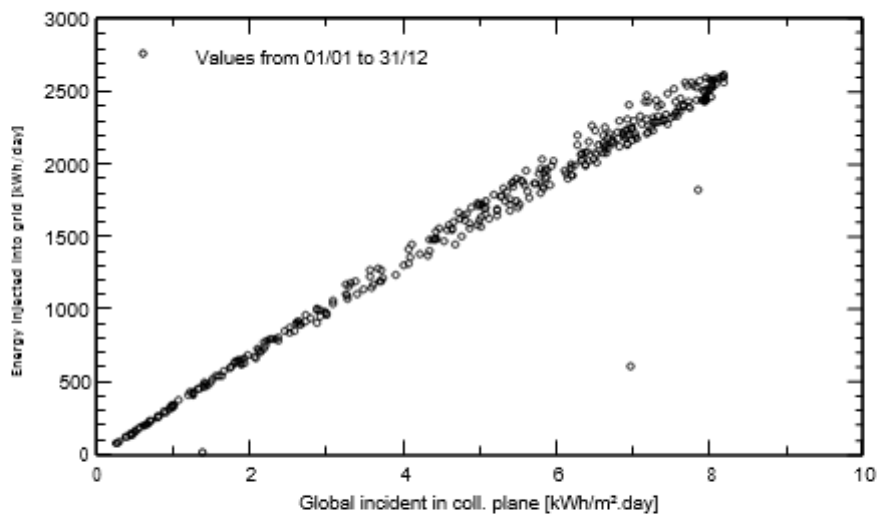


Grid-Connected System: Special graphs

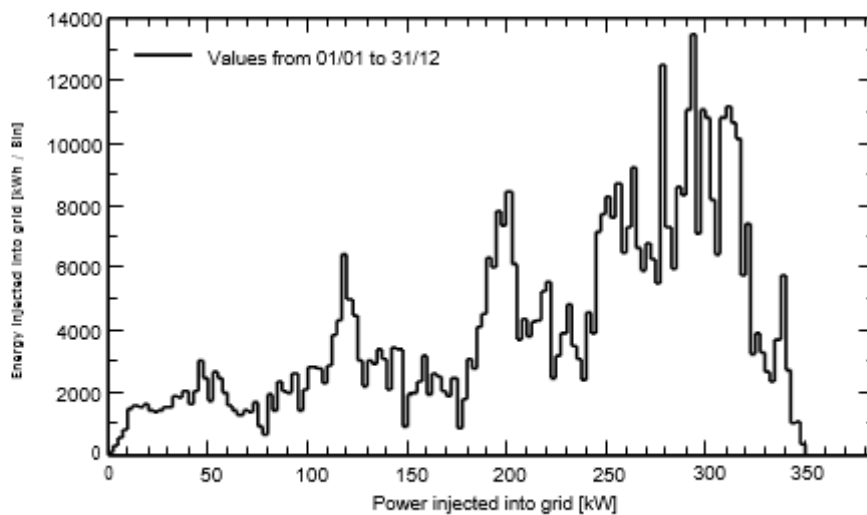
Project : PEAKI_PV
Simulation variant : LUXOR LX-300M_30deg

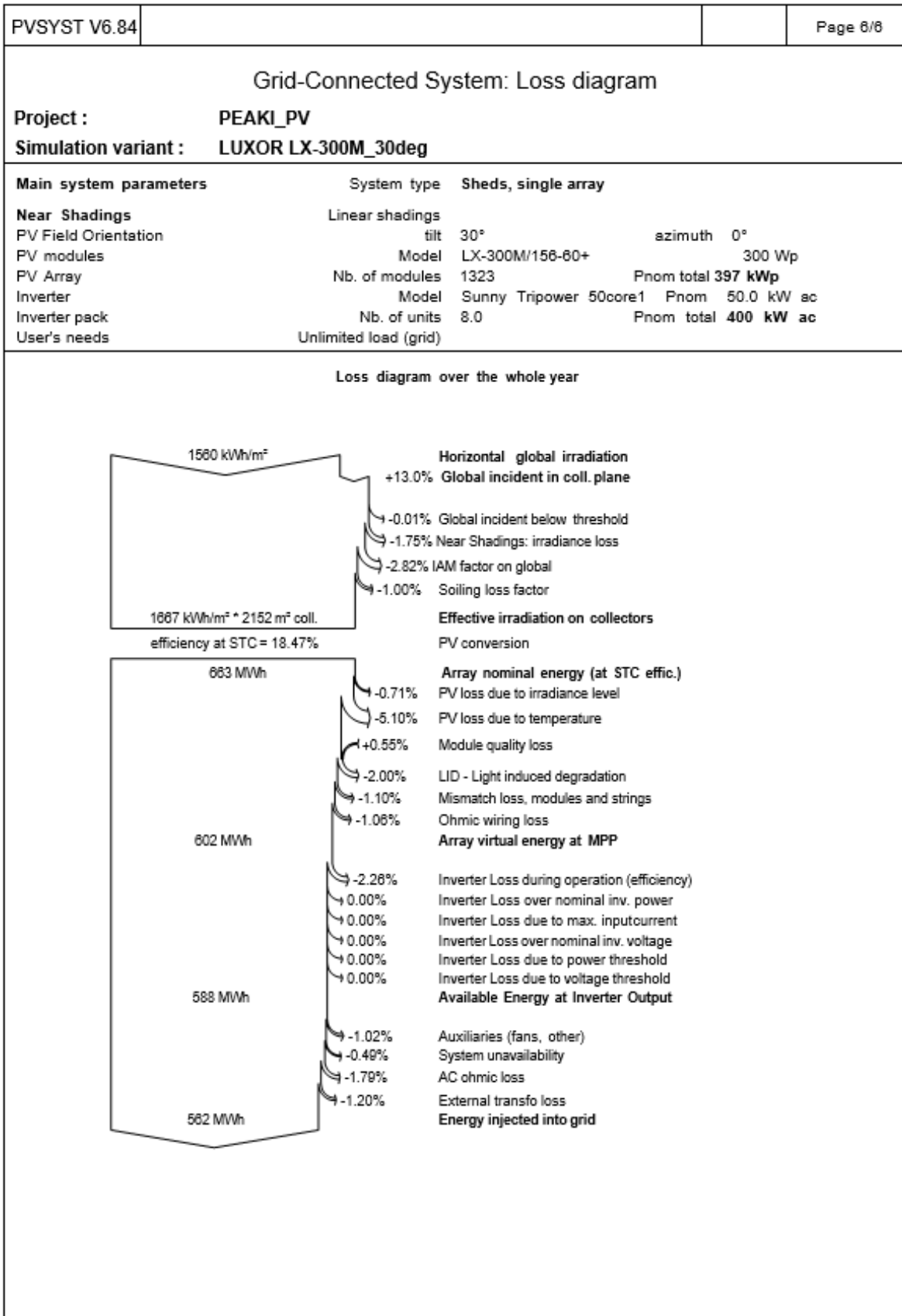
Main system parameters	System type	Sheds, single array	
Near Shadings	Linear shadings		
PV Field Orientation	tilt	30°	azimuth 0°
PV modules	Model	LX-300M/156-80+	300 Wp
PV Array	Nb. of modules	1323	Pnom total 397 kWp
Inverter	Model	Sunny Tripower 50core1	Pnom 50.0 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	8.0	Pnom total 400 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution





8.3 Υπολογισμός απωλειών καλωδίων

ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΕΝΕΡΓΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΤΟΥΣ 70C Ω/km
35/16	0,627
50/25	0,463
70/35	0,321
90/50	0,232
120/70	0,184
240/120	0,09226
ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	
ΦΟΡΤΙΟ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟ	42,00
ΦΟΡΤΙΟ ΑΝΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΕΝΕΡΓΟ ΚΑΛΩΔΙΟ	21,00
ΑΠΟΣΤΑΣΗ (km)	0,25
ΚΑΛΩΔΙΟ	2//{(3X120) +120+120 mm ²
ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΚΑΛΩΔΙΑ	2
ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (Ω)	0,046
ΡΕΥΜΑ (Α)	38,37
ΑΠΩΛΕΙΕΣ (W)	203,15
cosf	0,79
ΑΠΩΛΕΙΕΣ (W) ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΤΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	406,3
ΝΕΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	
ΦΟΡΤΙΟ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟ	42,00
ΦΟΡΤΙΟ ΑΝΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ ΕΝΕΡΓΟ ΚΑΛΩΔΙΟ	14,00
ΑΠΟΣΤΑΣΗ (km)	0,25
ΚΑΛΩΔΙΟ	3//{(3X240) +120+120 mm ²
ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΚΑΛΩΔΙΑ	3
ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (Ω)	0,023065
ΡΕΥΜΑ	20,21
ΑΠΩΛΕΙΕΣ (W)	28,25
cosf	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ (W) ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΤΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	84,76
ΚΕΡΔΟΣ ΙΣΧΥΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΑ (WATT)	321,54
ΧΡΟΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΦΟΡΤΙΩΝ (hours)	7272,00
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΚΕΡΔΙΖΕΙ/ΕΤΟΣ (kWh)	616,4

Μαρούσι, Ιούλιος 2020

Θεωρήθηκε,

Ο Μελετητής

Η αναπλ. Προϊστάμενη
του Τ.Ε.Α.Α.Ε.Ο Προϊστάμενος
της Διεύθυνσης Τ.Α.Ε.Υ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΜΠΑΚΟΣ
Μηχανολόγος Μηχανικός ΠΕΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΖΟΡΜΠΙΑ
Πολιτικός Μηχανικός ΠΕΔΗΜΗΤΡΗΣ ΓΙΑΚΑΣ
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός ΠΕ