



# Ενεργειακές Τεχνολογίες

ΜΕΛΕΤΗ • ΕΠΙΒΛΕΨΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

## ΤΕΥΧΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ

Έργο: Ενεργειακή Αναβάθμιση Κλειστού  
Κολυμβητηρίου Ιωαννίνων - Π.Ε.Α.Κ.Ι

Θέση: Ιωάννινα

Ημερομηνία: Σεπτέμβριος 2024

ΜΕΛΕΤΗΘΗΚΕ:	ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ:
<p>ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΚΟΥΚΛΙΔΗΣ &amp; ΣΙΑ ΟΕ ΜΕΛΕΤΗ - ΕΠΙΒΛΕΨΗ - ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΟΙΚΙΣΜΟΣ ΑΛΙΟΣΜΑΡΙΑΣ • 57001 • ΟΛΥΜΠΗ ΤΗΛ: 2310 439732 • 2310 481.627 • ΘΕΣ/ΝΙΚΗ ΑΦΜ: 998680570 • ΔΟΥ: Ζ' ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ</p>	

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	Αντικείμενο μελέτης .....	2
2	Αρχή σχεδιασμού .....	3
3	Υφιστάμενη κατάσταση.....	4
3.1	Κτιριακό κέλυφος .....	5
3.2	Ηλεκτρομηχανολογικός Εξοπλισμός .....	5
3.2.1	Εγκατάσταση Κεντρικής Θέρμανσης.....	5
4	Περιγραφή των παρεμβάσεων .....	13
4.1	Παρεμβάσεις κτιριακού κελύφους .....	13
4.2	Παρεμβάσεις ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού .....	15
4.2.1	Μονογραμμικό εγκατάσταση .....	15
4.2.2	Χωροθέτηση του νέου εξοπλισμού.....	21
4.2.2.1	Ιδιαιτερότητες του νέου συστήματος θέρμανσης.....	25
4.2.3	Επιλογή εξοπλισμού .....	26
4.3	Ηλεκτρικό Δίκτυο – Ισχυρά ρεύματα.....	29
4.3.1	Κανονισμοί.....	29
4.3.2	Υφιστάμενη κατάσταση .....	29
4.3.3	Προτεινόμενες παρεμβάσεις.....	30
4.3.4	Προμήθεια και εγκατάσταση Υποσταθμού 20/0.4 kV 630 kVA.....	30
4.3.4.1	Κόστος έργων και εργασιών αρμοδιότητας ΔΕΔΔΗΕ για τη νέα παροχή Μέσης τάσης συμφωνημένης ισχύος 600 kVA .....	32
4.3.4.2	Χώρος Μέσης Τάσης .....	32
4.3.4.2.1	Πεδίο Άφιξης.....	33
4.3.4.2.2	Πεδίο Αναχώρησης .....	33
4.3.4.3	Χώρος Μετασηματιστή.....	34
4.3.4.4	Χώρος Χαμηλής Τάσης .....	35
4.3.4.5	Γείωση του υποσταθμού .....	35
4.3.5	Διασύνδεση με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ .....	37
4.3.6	Όδευση καλωδίων χαμηλής τάσης .....	37
4.3.6.1	Παροχή - Ηλεκτροδότηση πρόσθετων νέων φορτίων.....	38
4.3.7	Διανομή ηλεκτρικής ενέργειας.....	38
4.3.8	Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης - BEMS.....	39

4.3.8.1	Κανονισμοί .....	39
4.3.8.2	Υφιστάμενη κατάσταση .....	39
4.3.8.3	Προτεινόμενη κατάσταση .....	39
4.3.8.4	Αρχιτεκτονική συστήματος.....	40
4.3.8.5	Σταθμός διαχείρισης .....	40
4.3.8.6	Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου.....	40
4.3.8.7	Πολυόργανα μετρήσεων ηλεκτρικών μεγεθών .....	43
4.3.8.8	Θερμιδομετρητές.....	43
4.3.8.9	Λοιπά αισθητήρια και μετρητές .....	43
4.3.8.10	Καλωδιώσεις.....	44
4.3.8.11	Απαιτούμενες εργασίες για την υλοποίηση του BEMS – Υποχρεώσεις Αναδόχου.....	44
4.4	Παρεμβάσεις ΑΠΕ .....	45
4.4.1	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού .....	45
4.4.2	Κανονισμοί.....	46
4.4.3	Φωτοβολταϊκά πλαίσια .....	47
4.4.4	Αντιστροφείς.....	48
4.4.5	Χωροθέτηση φωτοβολταϊκού σταθμού.....	48
4.4.6	Υποσταθμός 20/0,4 kV.....	49
4.4.6.1	Πεδία Μέσης Τάσης .....	49
4.4.6.2	Μετασχηματιστής .....	50
4.4.6.3	Πίνακας Αυτοπαραγωγού .....	50
4.4.7	Στηρικτικό σύστημα.....	51
4.4.7.1	Μέθοδος έδρασης.....	51
4.4.8	Σύστημα γείωσης.....	51
4.4.9	Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας .....	52
4.4.10	Καλωδιώσεις .....	53
4.4.10.1	Καλωδιώσεις dc.....	53
4.4.10.2	Καλωδιώσεις AC Χαμηλής Τάσης .....	54
4.4.10.3	Καλωδιώσεις AC Μέσης Τάσης .....	54
4.4.11	Οδεύσεις καλωδιώσεων .....	55
4.4.11.1	Καλωδιώσεις dc.....	55
4.4.11.2	Καλωδιώσεις ac χαμηλής τάσης.....	55

4.4.11.3	Καλωδιώσεις ac μέσης τάσης.....	56
4.4.12	Περίφραξη.....	56
4.4.13	Συστήματα ασφαλείας/Φωτισμός.....	56
4.4.13.1	Συστήματα περιμετρικής ανίχνευσης παραβίασης περίφραξης.....	56
4.4.13.2	Σύστημα παρακολούθησης κλειστού κυκλώματος CCTV.....	56
4.4.13.3	Φωτισμός.....	56
4.4.14	Σύστημα παρακολούθησης φωτοβολταϊκού σταθμού.....	56
Παράρτημα Ι – Υδραυλικοί υπολογισμοί του προτεινόμενου συστήματος .....		58
	Τυπολόγιο.....	58
	Αποτελέσματα .....	61



## 1 Αντικείμενο μελέτης

Το παρόν τεύχος αποτελεί την μελέτη εγκατάστασης συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και αποτελεί συνακόλουθο τεύχος της ενεργειακής μελέτης, «Ενεργειακός Έλεγχος του Κλειστού Κολυμβητηρίου Ιωαννίνων – Π.Ε.Α.Κ.Ι.».

Οι παρεμβάσεις αφορούν στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας με επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος. Για την επιπρόσθετη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας προβλέπεται η εγκατάσταση νέου συστήματος παραγωγής θερμικής ενέργειας, μέσω αντλιών θερμότητας, το οποίο θα λειτουργεί παράλληλα με το υφιστάμενο συμβατικό. Το συμβατικό σύστημα θα καταστεί εφεδρικό. Το συνολικό εγχείρημα συνδυάζεται και με την εγκατάσταση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος συνολικής ισχύος 396,9 kW.

Αρχικά, παρουσιάζεται μια γενική εικόνα του υφιστάμενου εξοπλισμού παραγωγής θερμικής ενέργειας. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται το σύνολο των νέων εγκατεστημένων συσκευών και μηχανημάτων και περιγράφονται ο τρόπος λειτουργίας και η χωροθέτηση τους στο διαθέσιμο χώρο.

## 2 Αρχή σχεδιασμού

Οι παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης εντάσσονται σε ένα γενικότερο πλαίσιο εξοικονόμησης ενεργειακών πόρων. Οι παρεμβάσεις κτιριακού κελύφους και η εγκατάσταση ενεργειακά αποδοτικότερου εξοπλισμού αποτελεί φυσικό επακόλουθο μιας προσπάθειας μείωσης των ενεργειακών αναγκών μιας εγκατάστασης (θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών αναγκών). Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών ενισχύει την προσπάθεια προς την κατεύθυνση αυτή και βοηθάει την κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών από συστήματα ΑΠΕ.

Οι παρεμβάσεις του κτιριακού κελύφους περιλαμβάνουν την αντικατάσταση των κουφωμάτων, παράθυρων και θυρών, με νέου, ενεργειακά αποδοτικότερου, τύπου

Οι παρεμβάσεις του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού αφορούν:

- στην εγκατάσταση ιδιαίτερων αντλιών θερμότητας για την κάλυψη του κτιριακού θερμικού φορτίου, του θερμικού φορτίου των δεξαμενών και την ανάγκη σε ΖΝΧ
- στην αντικατάσταση του ενός λέβητα-καυστήρα πετρελαίου με νέο λέβητα – καυστήρα μικτής καύσης (πετρελαίου – φυσικού αερίου), για να μην διακυβεύεται ο εφεδρικός χαρακτήρας του υφιστάμενου συμβατικού συστήματος λόγω της παλαιότητας του
- στην υδραυλική αναδιάταξη του λεβητοστασίου για την ομαλή και άρτια συνεργασία του νέου και υφιστάμενου συστήματος

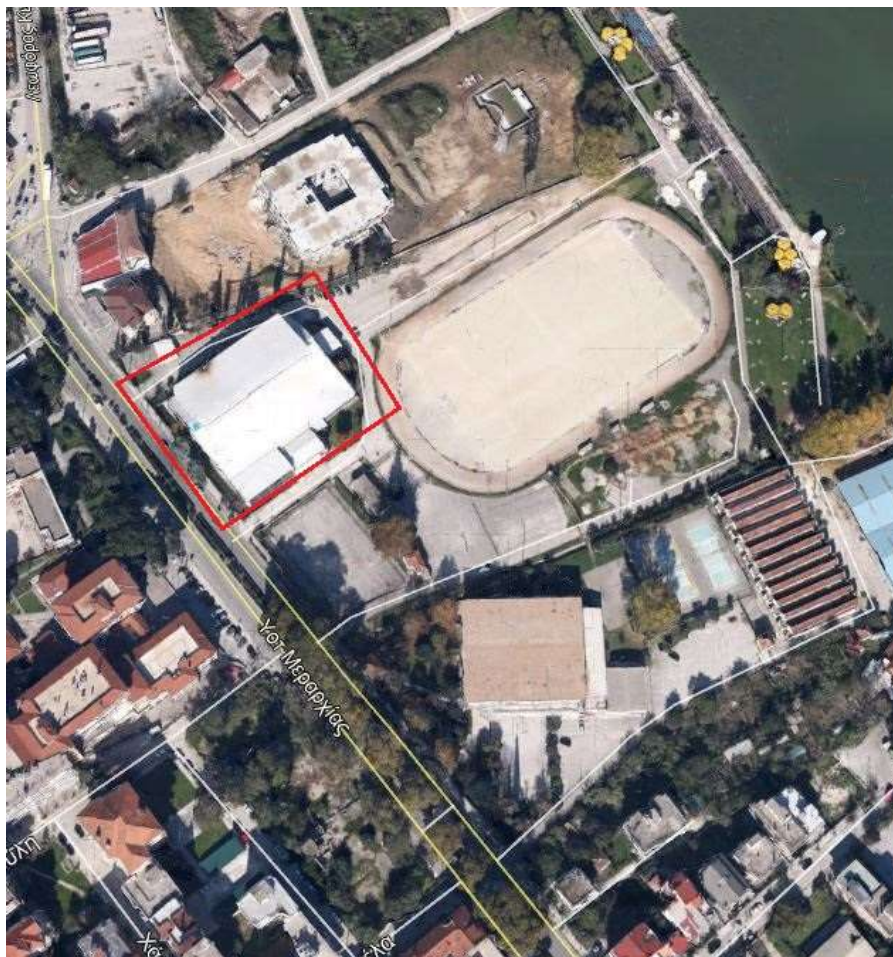
Παρεμβάσεις σε ΑΠΕ αφορούν:

- στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, συνολικής ισχύος 396,9 kW, το οποίο θα λειτουργεί με καθεστώς εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού – Virtual Net-Metering.

Επίσης, προβλέπεται η εγκατάσταση ενός συστήματος τηλε - εποπτείας και τηλε - διαχείρισης με ενσωμάτωση πληθώρας αισθητήρων και μετρητών ενέργειας, BEMS – Building Energy Management System. Το νέο σύστημα καλείται να ενοποιήσει το σύνολο του εγκατεστημένου εξοπλισμού και να δώσει μια ευρεία εικόνα των συνολικών καταναλώσεων, εσωτερικών-εξωτερικών συνθηκών στον διαχειριστή του συστήματος.

### 3 Υφιστάμενη κατάσταση

Το κλειστό δημοτικό κολυμβητήριο των Ιωαννίνων κτίστηκε το έτος 1985 και αποτελεί μέρος των εγκαταστάσεων του Πανηπειρωτικού Αθλητικού Κέντρου Ιωαννίνων και βρίσκεται επί της οδού 8<sup>ης</sup> Μεραρχίας, πλησίον της λίμνης των Ιωαννίνων.



Εικόνα 3.1.1. Κλειστό Κολυμβητήριο Ιωαννίνων

Στις εγκαταστάσεις του κολυμβητηρίου δραστηριοποιούνται αθλητικά σωματεία συμπεριλαμβανομένων και σωματείων ΑΜΕΑ ενώ κατά τις ώρες κοινού εξυπηρετεί και το κοινό που επιθυμεί να αθληθεί. Οι εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν μια αγωνιστική πισίνα 50m και μια μικρή πισίνα εκμάθησης ενώ υπάρχουν οργανωμένοι χώροι αποδυτηρίων με παροχή ζεστού νερού χρήσης και 2 μηχανοστάσια στα οποία είναι εγκατεστημένος ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός για την ομαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων. Οι κερκίδες του έχουν χωρητικότητα 700 θεατών και φιλοξενεί ετησίως πάνω από 10 διασυλλογικούς αγώνες.

Η επιφάνεια των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων αποτελείται:

- από τον κύριο χώρο του κολυμβητηρίου στο οποίο βρίσκονται οι 2 πισίνες, μια αγωνιστική πισίνα 50m και μια μικρή πισίνα εκμάθησης
- τις κερκίδες που έχουν χωρητικότητα 700 θεατών
- οργανωμένους χώρους αποδυτηρίων και λουτρών για την εξυπηρέτηση των αθλουμένων ,
- τα γραφεία του προσωπικού

- 2 μηχανοστάσια στα οποία είναι εγκατεστημένος ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός για την ομαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων

### 3.1 Κτιριακό κέλυφος

Το κέλυφος του κτιρίου αποτελείται από την:

- εξωτερική τοιχοποιία: από φέρον οργανισμό και τοιχοποιία από διάτρητες οπτόπλινθους στο ΒΔ τμήμα του, βιομηχανικό πάνελ με θερμομόνωση και πολυκαρβονικά φύλλα σε μέρος του ΒΔ τμήματος καθώς και στο υπόλοιπο κέλυφος τα οποία στηρίζονται σε μεταλλικό σκελετό.
- οροφή: βιομηχανικό πάνελ το οποίο στηρίζεται σε μεταλλικό σκελετό από τεγίδες και δοκούς. Το τμήμα της οροφής πάνω από τις κερκίδες του κολυμβητηρίου έχει αντικατασταθεί πρόσφατα από καινούριο θερμομονωτικό βιομηχανικό πάνελ οροφής αποτελούμενο εξωτερικά από γαλβανισμένη λαμαρίνα και εσωτερικά από πολυουρεθάνη ενώ έγιναν και εργασίες συντήρησης στο σκελετό. Το υπόλοιπο τμήμα της οροφής, στο χρόνο που πραγματοποιείται η παρούσα μελέτη, προγραμματίζεται να αντικατασταθεί με ίδια μέσα του κυρίου των αθλητικών εγκαταστάσεων.
- κουφώματα: Τα κουφώματα στο σύνολό τους είναι αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή με μονή υάλωση. Τμήμα του κελύφους που αποτελούνταν από πολυκαρβονικά φύλλα αντικαταστάθηκε πρόσφατα από κουφώματα αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή τα οποία φέρουν μονή η διπλή υάλωση.

### 3.2 Ηλεκτρομηχανολογικός Εξοπλισμός

#### 3.2.1 Εγκατάσταση Κεντρικής Θέρμανσης

Το κολυμβητήριο χρησιμοποιεί ως καύσιμο πετρέλαιο θέρμανσης για την παραγωγή θερμικής ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων του κολυμβητηρίου, των 2 πισίνων και της παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ).

Στο κεντρικό λεβητοστάσιο του κολυμβητηρίου βρίσκονται εγκατεστημένοι τρεις χαλύβδινοι λέβητες νερού. Επιπλέον σε ξεχωριστό λεβητοστάσιο είναι εγκατεστημένος ένας ακόμη χαλύβδινος λέβητας πετρελαίου ο οποίος εξυπηρετεί τις ανάγκες σε θέρμανση και ζεστά νερά χρήσης για τα αποδυτήρια της μικρής πισίνας. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η ισχύς και ο κατασκευαστής των λεβήτων που βρίσκονται εγκατεστημένοι στα λεβητοστάσιο του κολυμβητηρίου.

A/A	Λέβητας	Θερμική Ισχύς [kW <sub>th</sub> ]	Χρήση Λέβητα
-----	---------	--------------------------------------	--------------

1	ΠΥΡΚΑΛ – ΥΓΝΙΣ, κατασκευή 1978	697,8	Θέρμανση πισινών, χώρων κολυμβητηρίου, αποδυτηρίων
2	ΠΥΡΚΑΛ, κατασκευή 1994	697,8	Θέρμανση πισινών, χώρων κολυμβητηρίου, αποδυτηρίων
3	ΝΕΣΥΘΕΡΜ LR 150, κατασκευή 2000	174,4	Ζεστό νερό χρήσης αποδυτηρίων
4	BLUCALOR BC-95, κατασκευή 2006	110,5	Θέρμανση και Ζεστό νερό χρήσης αποδυτηρίων μικρής πισίνας

**Πίνακας 3.2.1. Στοιχεία Εγκατεστημένων Λεβήτων**



Εικόνα 3.2.1. Λέβητες 1,2,3 στο κεντρικό λεβητοστάσιο του κολυμβητηρίου



Εικόνα 3.2.2. Λέβητας 4 στο μικρό λεβητοστάσιο του κολυμβητηρίου

Το θερμό νερό από τους λέβητες 1 και 2 καταλήγει στον κεντρικό συλλέκτη προσαγωγής από τον οποίο αναχωρούν οι εξής κλάδοι:

- **Κλάδος θερμαντικών σωμάτων κολυμβητηρίου:** τροφοδοτεί τα θερμαντικά σώματα που είναι εγκατεστημένα στον χώρο των πισίνων του κολυμβητηρίου
- **Κλάδος θερμαντικών σωμάτων αποδυτηρίων:** τροφοδοτεί τα θερμαντικά σώματα που είναι εγκατεστημένα στον χώρο των κεντρικών αποδυτηρίων του κολυμβητηρίου
- **Κλάδος αερόθερμων:** τροφοδοτεί με ζεστό νερό τα 9 αερόθερμα που είναι εγκατεστημένα στις κερκίδες του κολυμβητηρίου
- **Κλάδος θέρμανσης μεγάλης πισίνας:** τροφοδοτεί με ζεστό νερό τον πλακοειδή εναλλάκτη της μεγάλης πισίνας για την θέρμανση του νερού της.
- **Κλάδος θέρμανσης μικρής πισίνας:** τροφοδοτεί με ζεστό νερό τον πλακοειδή εναλλάκτη της μικρής πισίνας για την θέρμανση του νερού της.

Ο κάθε κλάδος έχει τον δικό του κυκλοφορητή για την μεταφορά του θερμού νερού στο αντίστοιχο κύκλωμα. Τα στοιχεία των κυκλοφορητών που ήταν διαθέσιμα καταγράφονται στο πίνακα που ακολουθεί.

A/A	Κλάδος	Μοντέλο	Ηλεκτρική Ισχύς [kW <sub>e</sub> ]	Τεμάχια
1	Εναλλάκτης μεγάλης πισίνας	WILO TOP S80/10	1,05-1,675	1
2	Εναλλάκτης μικρής πισίνας	WILO TOP S50	0,36-0.415	1

3	Κλάδος Θερμαντικών σωμάτων αποδυτηρίων	WILO TOP S40/4	0,62-0.95	1
4	Κλάδος Θερμαντικών σωμάτων κολυμβητηρίου	TOP S50/7	0,3-0.625	1
5	Δίκτυο επιστροφής νερού μεγάλης πισίνας	LOWARA FSH4-125 250/180	18,5	3
6	Δίκτυο επιστροφής νερού μικρής πισίνας	ASTRA POOL 38778	1.48	3

**Πίνακας 3.2.2. Στοιχεία κυκλοφορητών**



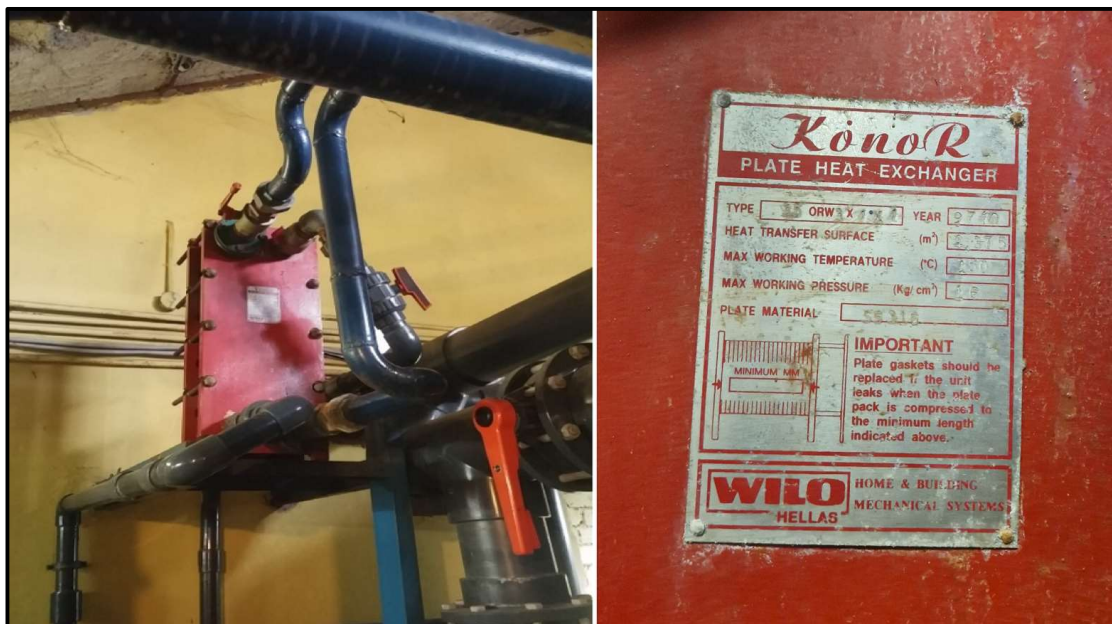
**Εικόνα 3.2.3. Κεντρικός Συλλέκτης για τη διανομή θερμικής ενέργειας στις εγκαταστάσεις**



Εικόνα 3.2.4: Κυκλοφορητές κλάδων κεντρικού συλλέκτη



Εικόνα 3.2.5: Πλακοειδής εναλλάκτη της μεγάλης πισίνας



Εικόνα 3.2.6: Εικόνες από τον εναλλάκτη της μικρής πισίνας

Αντίστοιχα, ο λέβητας 3 ισχύος 174,4 kW, τροφοδοτεί, μέσω κυκλοφορητή, με θερμό νερό τους πλακοειδής εναλλάκτες ζεστού νερού χρήσης καθώς και τη σερπαντίνα του boiler παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, που βρίσκεται εγκατεστημένο επίσης στο λεβητοστάσιο του κτιρίου. Κατόπιν ανάμειξης με το νερό του δικτύου ύδρευσης το ζεστό νερό χρήσης εγκαταλείπει το boiler στους 39° C για τις βρύσες και τα ντους των αποδυτηρίων.



Εικόνα 3.2.7: Πλακοειδής εναλλάκτες για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Ο λέβητας 4 που είναι εγκατεστημένος στο μικρό λεβητοστάσιο εξυπηρετεί τη θέρμανση και το ζεστό νερό χρήσης των αποδυτηρίων της μικρής πισίνας. Τροφοδοτεί αντίστοιχα το δίκτυο των θερμαντικών σωμάτων των αποδυτηρίων και τον εναλλάκτη ζεστού νερού χρήσης καθώς και το boiler ζεστού νερού. Τα 2 δίκτυα εξυπηρετούνται από 2 κυκλοφορητές αντίστοιχα.



Εικόνα 3.2.8. Δίκτυο διανομής λεβητοστασίου αποδυτηρίων μικρής πισίνας



## 4 Περιγραφή των παρεμβάσεων

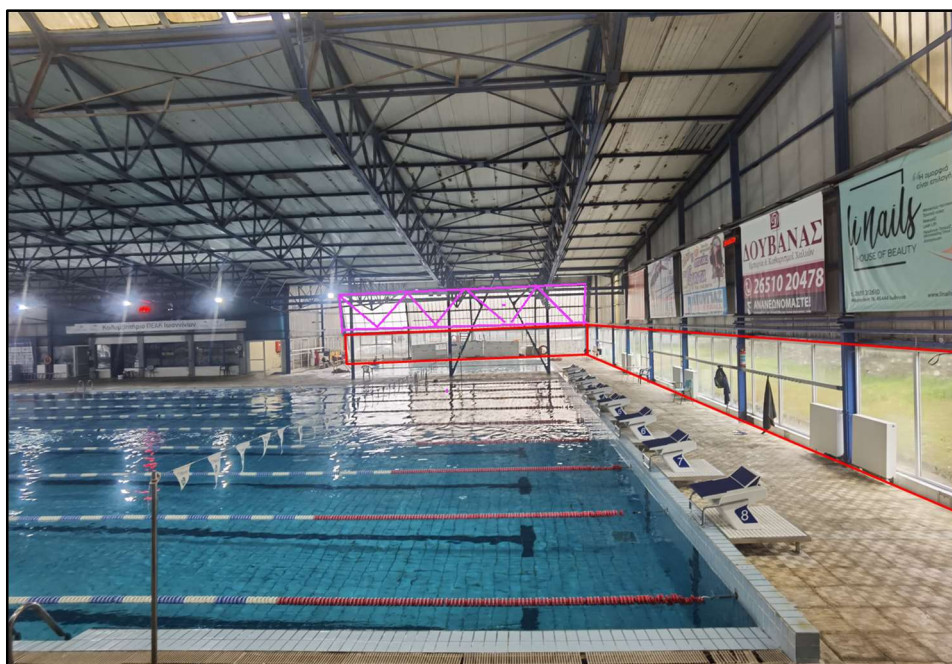
### 4.1 Παρεμβάσεις κτιριακού κελύφους

Οι παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης κτιριακού κελύφους αφορούν την αντικατάσταση των περιμετρικών ανοιγμάτων (θυρών και παραθύρων) τα οποία εντοπίζονται στις κερκίδες και στο στεγασμένο χώρο των κολυμβητικών δεξαμενών.

Τα ανοίγματα του κτιρίου μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρία σύνολα. Το πρώτο σύνολο αποτελείται από τα περιμετρικά κουφώματα, με πλαίσιο αλουμινίου χωρίς θερμοδιακοπή και μονό υαλοπίνακα. Η επιφάνεια του πρώτου συνόλου είναι περίπου 315 m<sup>2</sup>.



Εικόνα 4.1.1: Ενδεικτική παρουσίαση κουφωμάτων προς αντικατάσταση, με κόκκινη επισήμανση, στη ΒΑ πλευρά του κτιρίου



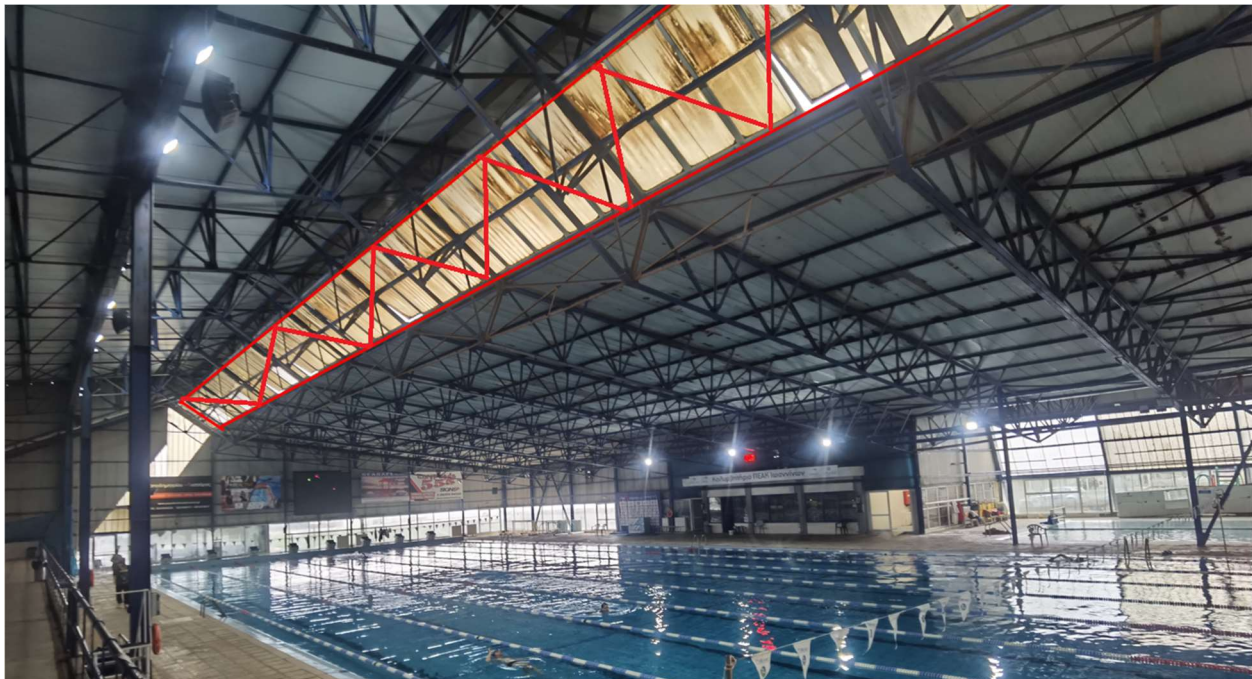
Εικόνα 4.1.2: Ενδεικτική παρουσίαση κουφωμάτων προς αντικατάσταση, με κόκκινη επισήμανση στη ΝΔ & ΝΑ πλευρά του κτιρίου

Το δεύτερο σύνολο κουφωμάτων προς αντικατάσταση είναι εγκατεστημένα στη πλευρά της τοιχοποιίας των κερκίδων. Η πλειονότητα αυτών των ανοιγμάτων είναι κατασκευασμένα από μεταλλικό/ σιδερένιο πλαίσιο, χωρίς θερμοδιακοπή και μονό υαλοπίνακα. Προτείνεται η αντικατάσταση όλων των κουφωμάτων εκτός των ανοιγμάτων του Μηχανοστασίου και των άλλων βοηθητικών/ μη-θερμαινόμενων χώρων. Η συνολική επιφάνεια αυτού του συνόλου είναι περίπου 85 m<sup>2</sup>.



**Εικόνα 4.1.3: Ενδεικτική παρουσίαση ανοιγμάτων στην τοιχοποιία των κερκίδων, ΒΔ πλευρά του κτιρίου**

Το τρίτο σύνολο ανοιγμάτων αποτελούν τα εγκατεστημένα στην οροφή του κτιρίου και προσφέρουν φυσικό φωτισμό και όταν ανοίγονται βοηθούν και στον φυσικό εξαερισμό του κτιρίου. Τα ανοίγματα αυτά είναι κατασκευασμένα από προφίλ αλουμινίου, χωρίς θερμοδιακοπή και μονό υαλοπίνακα. Η συνολική επιφάνεια αυτού του συνόλου είναι περίπου 170 m<sup>2</sup>.



**Εικόνα 4.1.4: Ενδεικτική παρουσίαση ανοιγμάτων στην οροφή του κτιρίου**

Στην περίπτωση αντικατάστασης ανοιγμάτων με κούφωμα αλουμινίου ο συντελεστής θερμοπερατότητας δύναται να είναι  $1.8 - 2.4 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

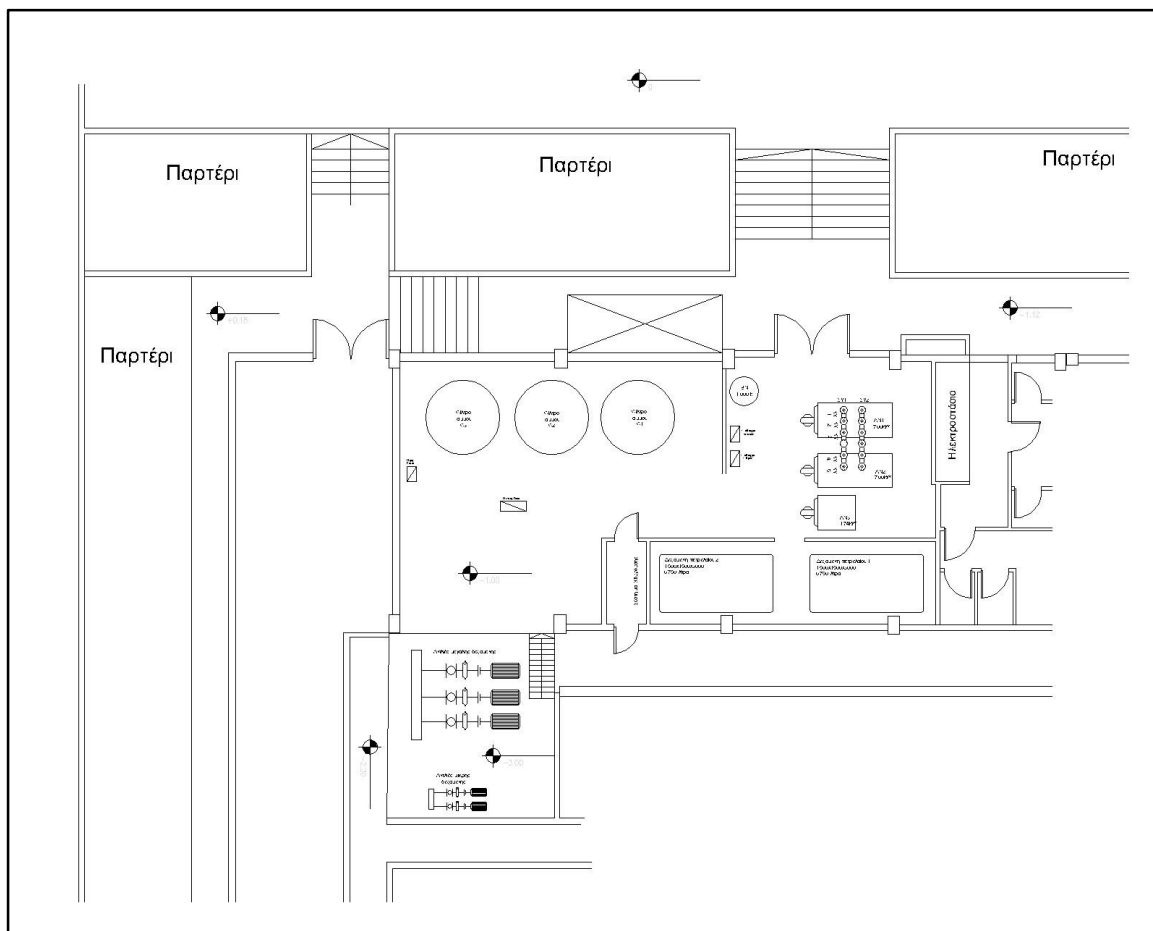
Τα ανοίγματα στην οροφή οφείλουν να είναι ανοιγόμενου τύπου με ενσωματωμένο μηχανισμό και τερματικά επιβεβαίωσης θέσης κλειστής - ανοιχτής.

## 4.2 Παρεμβάσεις ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού

### 4.2.1 Μονογραμμικό εγκατάστασης

Για την κάλυψη του θερμικού φορτίου θέρμανσης του κτιρίου, των κολυμβητικών δεξαμενών και την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ εγκαθίστανται τρεις αντλίες θερμότητας αέρα νερού. Η αντλία θερμότητας για την κάλυψη του κτιριακού φορτίου θα έχει θερμική απόδοση 340 kW, ενώ για την κάλυψη του θερμικού φορτίου των κολυμβητικών δεξαμενών και ΖΝΧ εγκαθίστανται αντλίες θερμότητας θερμικής απόδοσης 390 kW και 70 kW αντίστοιχα.

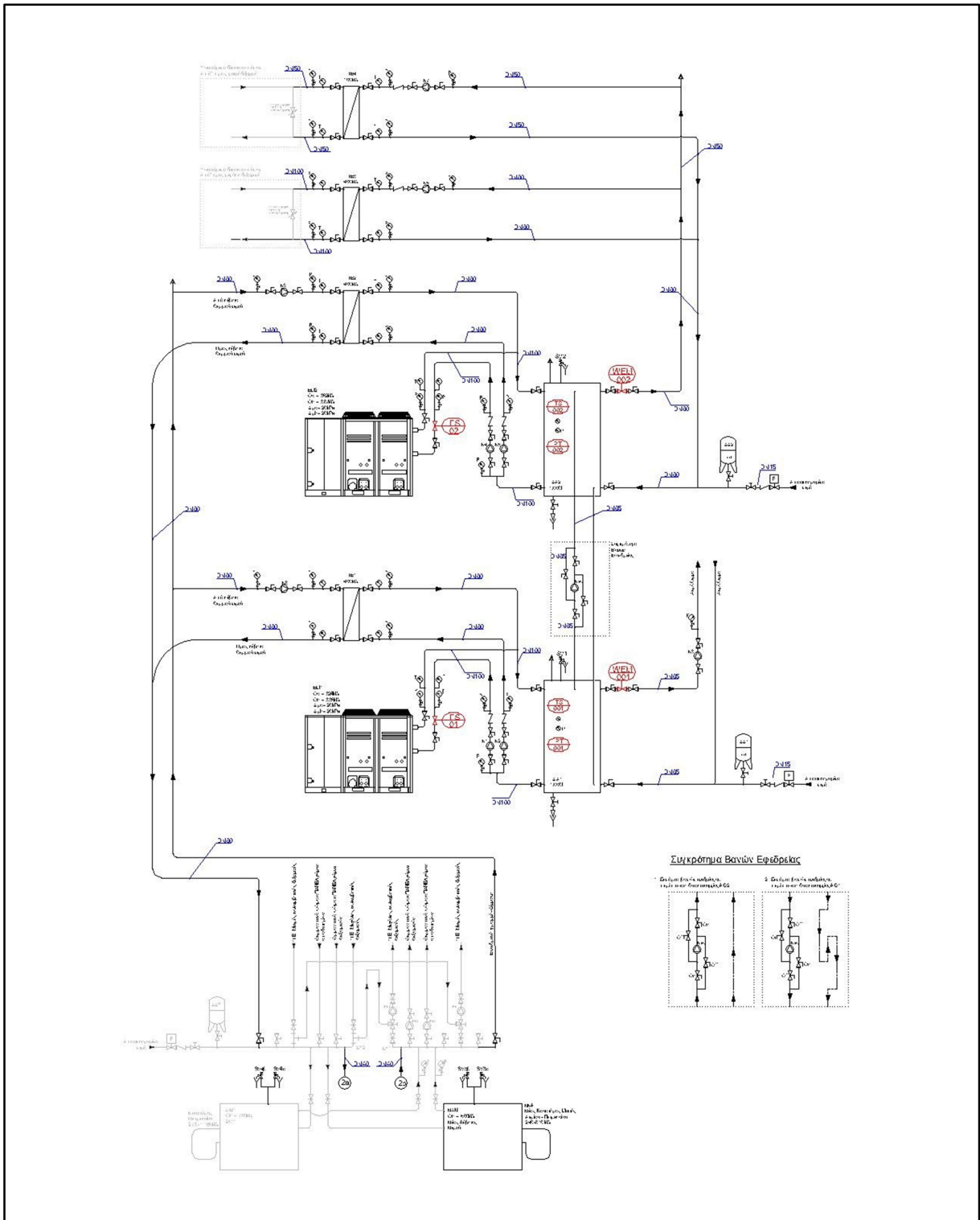
Όπως αναφέρθηκε πρωτύτερα οι υφιστάμενοι λέβητες νερού είναι παρωχημένης λειτουργίας και απαιτείται η αντικατάσταση του λέβητα ΛΝ2, έτους κατασκευής 1994. Η αντικατάσταση του ενός εκ των λεβήτων του συμβατικού συστήματος είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί η εφεδρική φύση του συμβατού συστήματος σε περίπτωση βλάβης του νέου συστήματος αντλιών θερμότητας. Ο νέος λέβητας νερού **ΝΛΝ** θα είναι θερμικής απόδοσης 600 kW και θα έχει ενσωματωμένο καυστήρα μικτής καύσης αερίου – πετρελαίου, ενδεικτικής θερμικής απόδοσης 240-810 kW, για την περίπτωση που το δίκτυο φυσικού αερίου επεκταθεί και στην πόλη των Ιωαννίνων.



**Εικόνα 4.2.1: Κάτοψη υφιστάμενης κατάστασης του μηχανοστασίου (λεβητοστασίου και του αντλητικού συστήματος)**

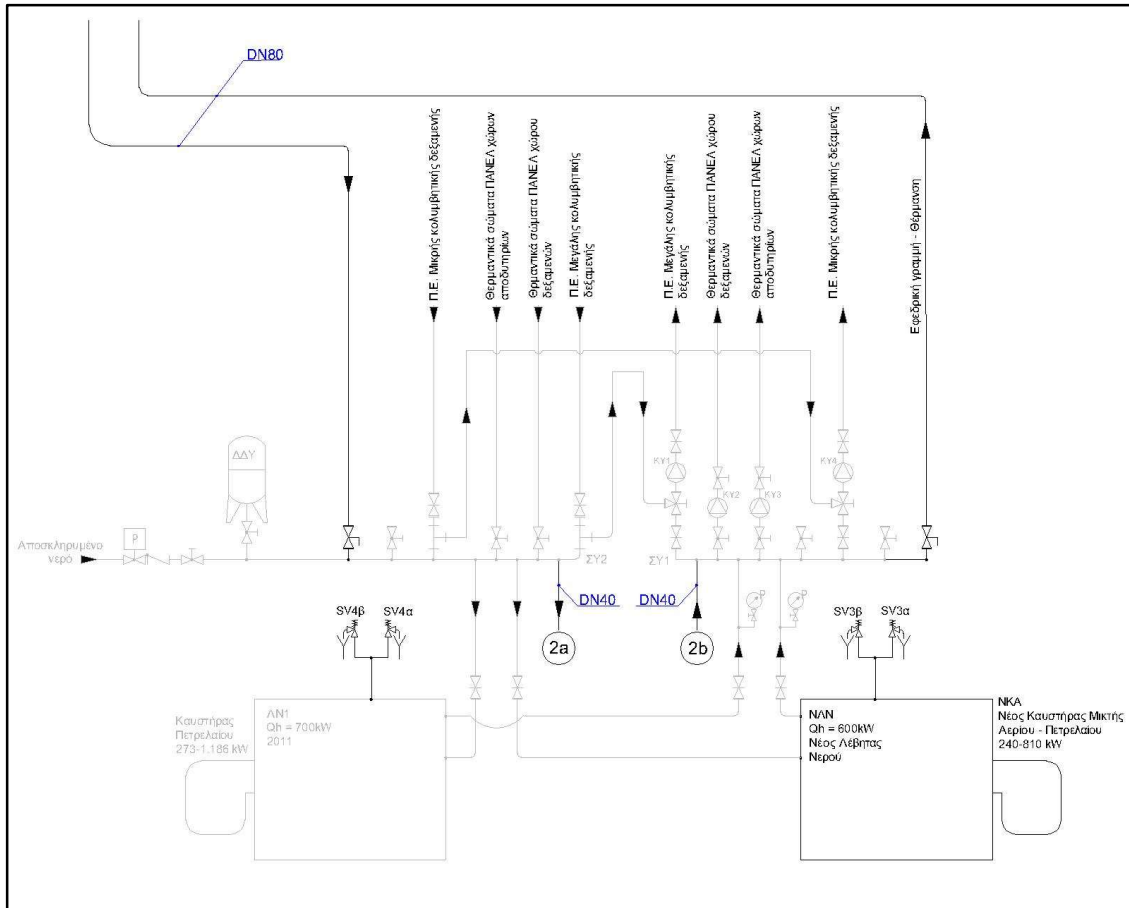
Στο χώρο του μηχανοστασίου μέσα σε ιδιαίτερο περιτοιχισμένο χώρο βρίσκονται οι δυο δεξαμενές πετρελαίου, χωρητικότητας 6.750 λίτρα το καθένα. Σύμφωνα με τα καταγεγραμμένα στοιχεία κατανάλωσης πετρελαίου, όπως αποτυπώνονται στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης, η μια δεξαμενή πετρελαίου επαρκεί για να καλύψει το συνολικό θερμικό φορτίο του κολυμβητηρίου στα διαστήματα ανάμεσα στις παραλαβές. Η επάρκεια της μιας μόνο δεξαμενής ισχυροποιείται και με την εγκατάσταση του νέου συστήματος όπου το συμβατικό σύστημα θα αποκτήσει συμπληρωματικό – συμβατικό χαρακτήρα. Με την απεγκατάσταση της μιας δεξαμενής πετρελαίου δημιουργείται επιπλέον διαθέσιμος χώρος για την εγκατάσταση του νέου επιπρόσθετου εξοπλισμού.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το συνολικό μονογραμμικό σχέδιο της εγκατάστασης θέρμανσης του κτιρίου και των κολυμβητικών δεξαμενών. Σύμφωνα με το μονογραμμικό σχέδιο ο ένας εκ των λεβήτων αντικαθίσταται και παίρνει την θέση του παλιού.



**Εικόνα 4.2.2: Μονογραμμικό εγκατάστασης θέρμανσης κτιρίου και κολυμβητικών δεξαμενών**

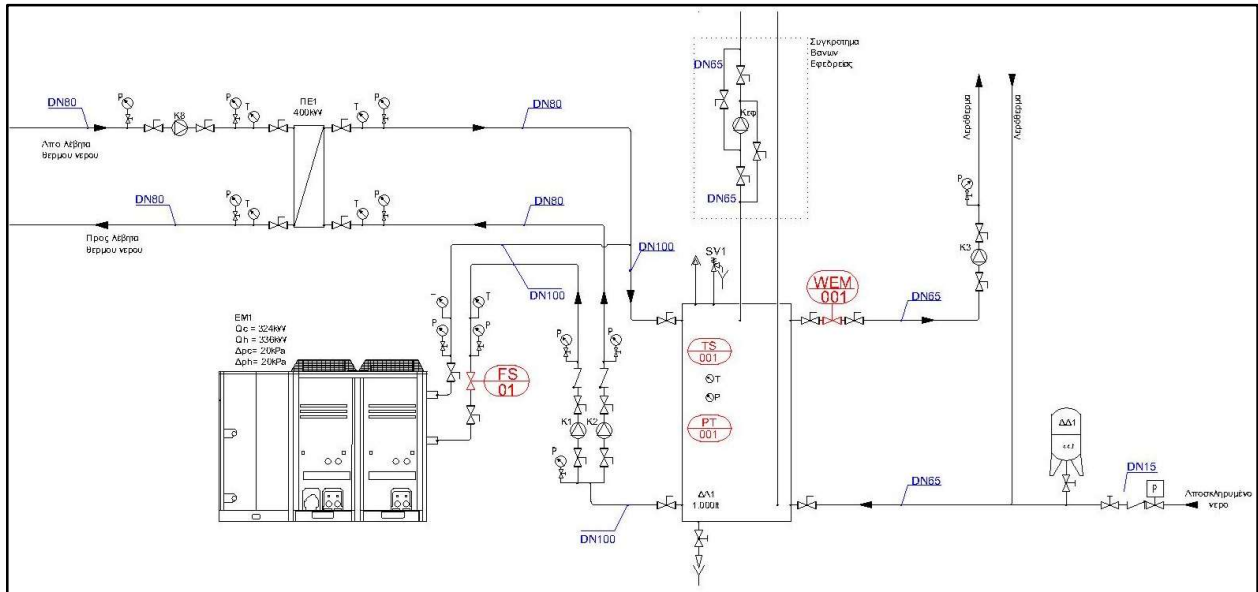
Ο υφιστάμενος Διανομέας/ Συλλέκτης είναι εγκατεστημένος ακριβώς πάνω από τους λέβητες και παραμένει σε λειτουργία. Καταργούνται οι υδραυλικές γραμμές προς τα αερόθερμα του κτιρίου, πραγματοποιείται η υδραυλική συνδεσμολογία με τον λέβητα ΑΝ3 (της κάλυψης των αναγκών σε ΖΝΧ) και δημιουργούνται αναμονές για το επιπλέον ζεύγος υδραυλικών αναχωρήσεων από τους συλλέκτες προς τους πλακοειδής εναλλάκτες εφεδρείας ΠΕ1 και ΠΕ2, όπως αποτυπώνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4.2.3: Υφιστάμενος διανομέας και συλλέκτης με τις αλλαγές ενσωμάτωσης του νέου συστήματος

Το νέο σύστημα θέρμανσης θα αποτελείται από το δοχείο αδρανείας, τους πλακοειδής εναλλάκτες, τους κυκλοφορητές ανακυκλοφορίας και το νέο υδραυλικό δίκτυο της επέκτασης – διασύνδεσης.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται μια τυπική εγκατάσταση θέρμανσης του νέου συστήματος, και ειδικότερα της κάλυψης του φορτίου του κτιριακού κελύφους. Το νέο σύστημα αποτελείται από την αντλία θερμότητας EM1, το δοχείο αδρανείας ΔΑ1 και τον πλακοειδή εναλλάκτη ΠΕ1. Μέσω του κυκλοφορητή K1 αποθηκεύετε το θερμό νερό της αντλίας θερμότητας στο δοχείο αδρανείας ενώ μέσω του κυκλοφορητή K2 αξιοποιείται η συμβατική πηγή (με καύση πετρελαίου). Μέσω του κυκλοφορητή K3 τροφοδοτούνται τα αερόθερμα του κτιριακού κελύφους, μέσω του υφιστάμενου υδραυλικού δικτύου από την κατάργηση των αναχωρήσεων στο κεντρικό διανομέα Σ1.

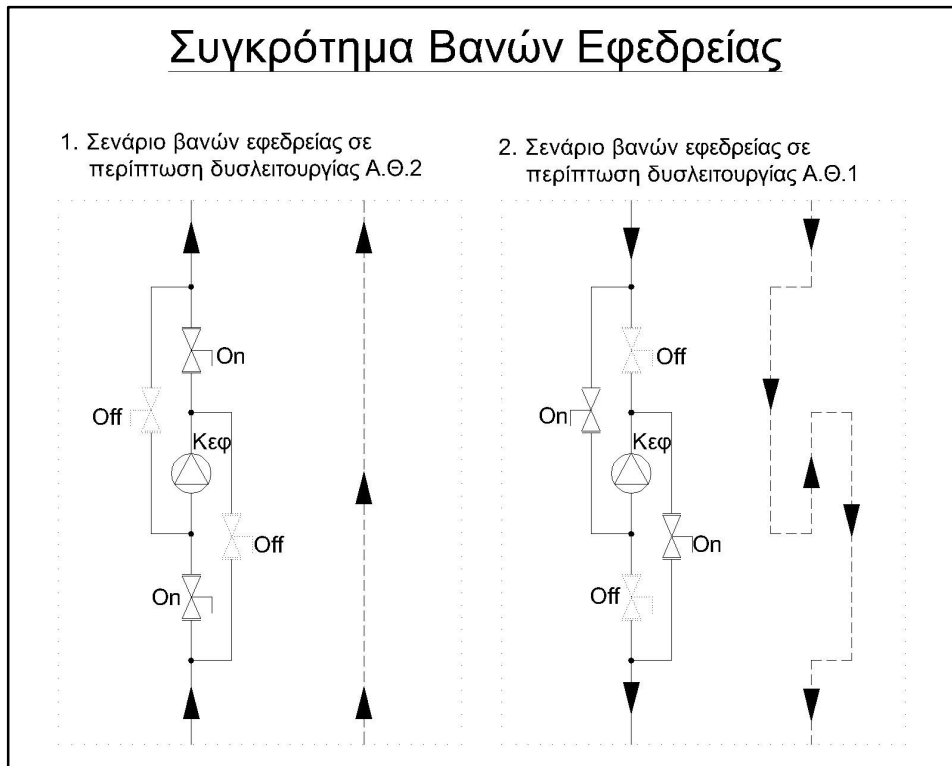


**Εικόνα 4.2.4: Τυπική διάταξη εγκατάστασης του νέου συστήματος θέρμανσης**

Η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας για την κάλυψη του φορτίου θέρμανσης των κολυμβητικών δεξαμενών ακολουθεί την παραπάνω τυπική εγκατάσταση του κτιριακού κελύφους με την διαφορά το είδος των θερματικών μονάδων. Οι θερματικές μονάδες στην περίπτωση των δεξαμενών θέρμανσης αποτελούν οι νέοι πλακοειδής εναλλάκτες ΠΕ3 και ΠΕ4, 400 kW και 100kW αντίστοιχα. Οι πλακοειδής εναλλάκτες ΠΕ3 και ΠΕ4 εγκαθίστανται πλησίον των αντίστοιχων υφιστάμενων και θα τροφοδοτούνται με τμήμα του νερού ανακυκλοφορίας των δεξαμενών ακολουθώντας την λογική της υφιστάμενης διάταξης. Οι υφιστάμενοι πλακοειδής εναλλάκτες θα παραμείνουν στην θέση τους και θα αποκτήσουν εφεδρικό χαρακτήρα.

Όπως αναφέρθηκε οι νέοι πλακοειδής εναλλάκτες ΠΕ1 και ΠΕ2 συνδέουν θερμικά το νέο σύστημα με το συμβατικό. Σε περίπτωση ανεπάρκειας ή βλάβης του νέου συστήματος δύναται με καύση πετρελαίου (ή φυσικού αερίου μελλοντικά) να ενισχυθεί θερμικά το νέο σύστημα (κατά κάποιο ποσοστό) ή να λάβει χώρα η λειτουργία εξολοκλήρου του συμβατικού συστήματος και να παυθεί το νέο.

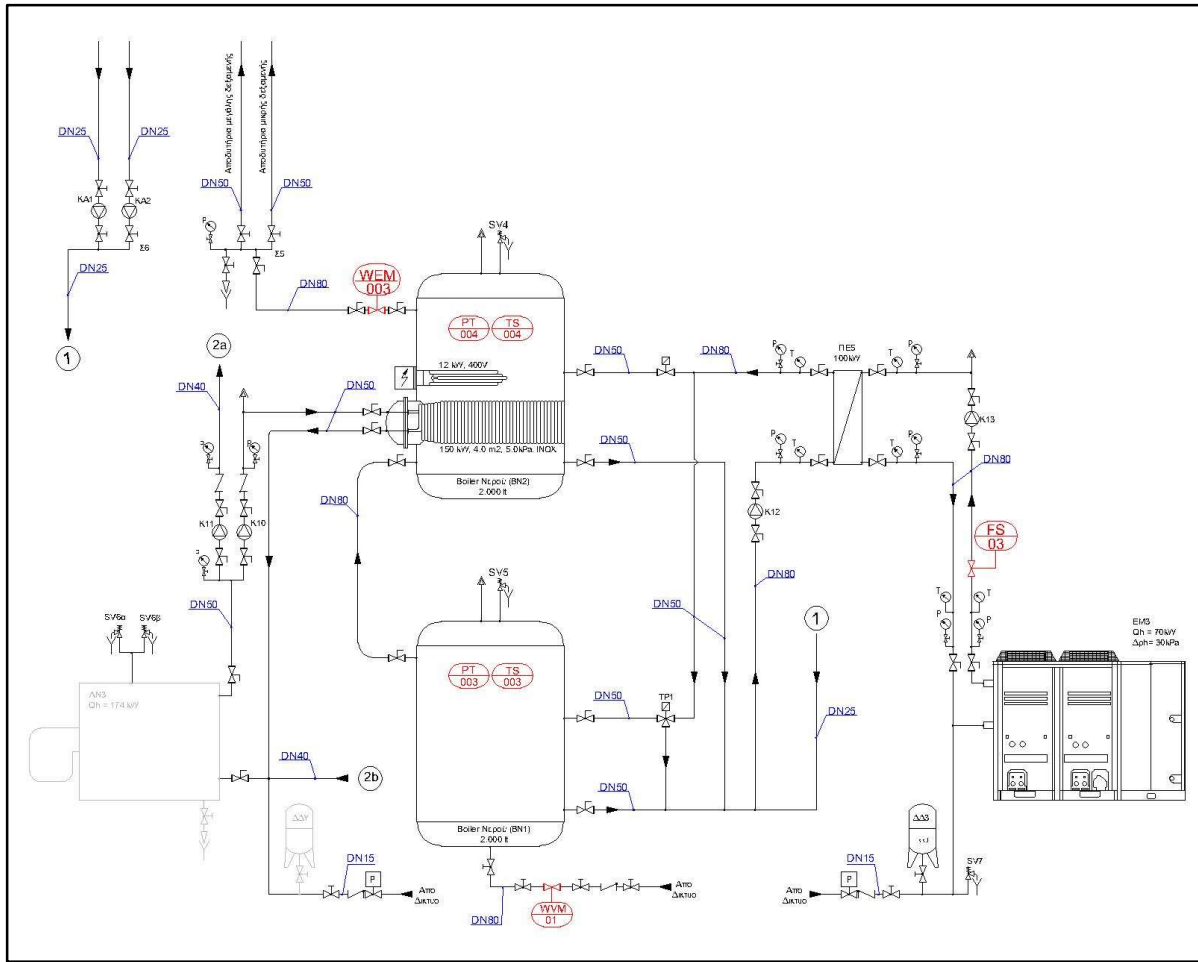
Στο νέο σύστημα προβλέπεται η εγκατάσταση συστήματος βανών εφεδρείας και ενός νέου κυκλοφορητή Κεφ. Το νέο σύστημα βανών εφεδρείας θα δίνει την δυνατότητα υδραυλικής και θερμικής συνδεσμολογίας του συστήματος της αντλίας θερμότητας EM1 με το σύστημα της αντλίας θερμότητας EM2.



**Εικόνα 4.2.5: Τυπική διαμόρφωση συγκροτήματος βανών εφεδρείας**

Η παραπάνω διάταξη των βανών επιτρέπει την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των δοχείων αδρανείας ΔΑ1 και ΔΑ2 και δη ανακυκλοφορώντας το νερό μεταξύ των υψηλών και χαμηλών στρωμάτων διασφαλίζοντας την θερμική διαστρωμάτωση.

Για την κάλυψη του θερμικού φορτίου των αναγκών σε ΖΝΧ εγκαθίσταται το παρακάτω σύστημα της εικόνας το οποίο περιλαμβάνει μια αντλία θερμότητα, δυο μπόιλερ νερού και έναν πλακοειδή εναλλάκτη. Η μεταφορά θερμικής ενέργειας από την αντλία θερμότητας EM3 προς τα μπόιλερ νερού BN1 και BN2 πραγματοποιείται μέσω του πλακοειδή εναλλάκτη ΠΕ5. Παρατηρείται ότι το δευτερεύον κύκλωμα του ΠΕ5 συνδέεται με τα μπόιλερ μέσω διάταξης σωληνώσεων reverse – return (ή ισοδύναμου μήκους όδευσης) για την ισοδύναμη θερμική αξιοποίηση των δυο δοχείων. Το μπόιλερ νερού BN2, ως τελικού σταδίου & τριπλής ενεργείας, είναι εξοπλισμένο με εσωτερικό ανοξείδωτο εναλλάκτη και μια τριφασική ηλεκτρική αντίσταση στα ανώτερα στρώματα. Με αξιοποίηση πολλών μορφών ενέργειας διασφαλίζεται η αποτελεσματικότητα του συστήματος καθώς και η τελική θερμοκρασία νερού χρήσης (>65 °C) για την αποτροπή ανάπτυξης αποικίας του βακτηρίου λεγεωνέλλα και περιορισμού των εν δυνάμει κρουσμάτων αναπνευστικής λοίμωξης.



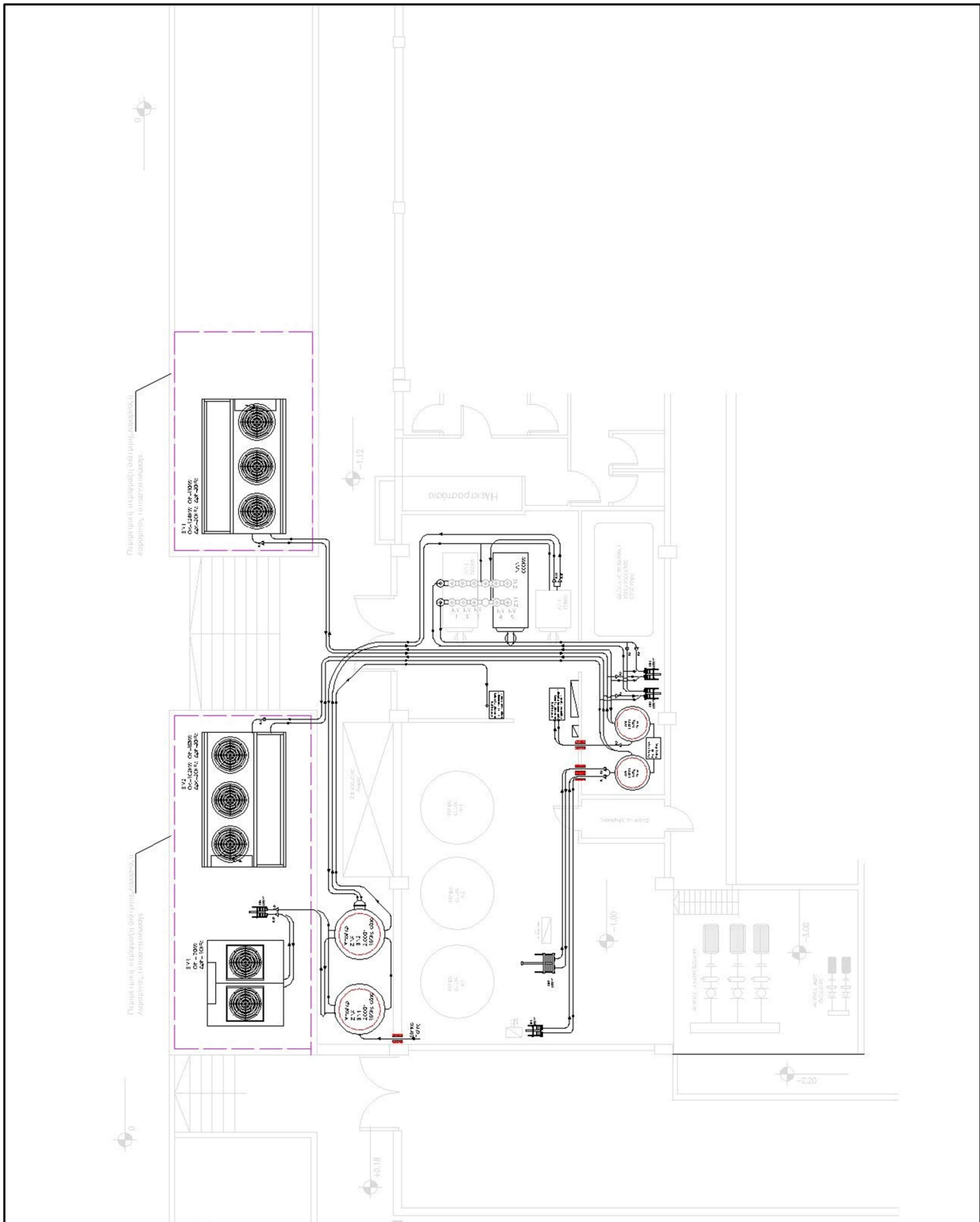
**Εικόνα 4.2.6: Μονογραμμικό εγκατάσταση του νέου συστήματος αντλίας θερμότητας για την κάλυψη του θερμικού φορτίου των αναγκών ΖΝΧ**

Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζεται το κύκλωμα ανακυκλοφορίας του ΖΝΧ μέσω των κυκλοφορητών ΚΑ1 και ΚΑ2, καθώς και των αναχωρήσεων 2α και 2β για την σύνδεση του λέβητα ΑΝ3 με τον υφιστάμενο κεντρικό διανομέα/συλλέκτη Σ1/Σ2.

#### 4.2.2 Χωροθέτηση του νέου εξοπλισμού

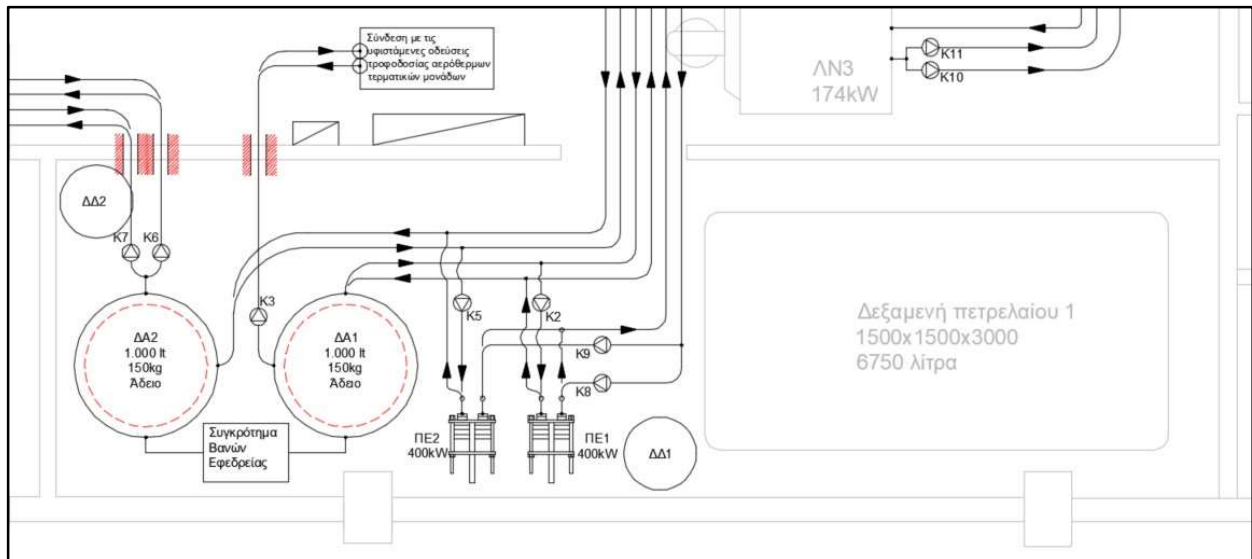
Ο διαθέσιμος χώρος στο μηχανοστάσιο του κολυμβητηρίου είναι πολύ περιορισμένος, πόσο μάλλον όταν ο υφιστάμενος εξοπλισμός θα παραμείνει στην θέση του ως εφεδρικός. Για να προσπεραστεί αυτό το εμπόδιο θα απεγκατασταθεί ένα μικρό τμήμα του υφιστάμενου εξοπλισμού, χωρίς να αλλοιώνεται ο εφεδρικός χαρακτήρας του, και θα αξιοποιηθούν οι υπαίθριοι χώροι έξω από το μηχανοστάσιο.

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η χωροθέτηση και οι υδραυλικές οδεύσεις του συνόλου του νέου εξοπλισμού. Για τις ανάγκες εγκατάστασης του νέου εξοπλισμού έχει απεγκατασταθεί η μια εκ των δεξαμενών πετρελαίου, το μπόιλερ νερού και οι πλακοειδής εναλλάκτες των αποδυτηρίων ανδρών – γυναικών (πλησίον της κεντρικής εισόδου του μηχανοστασίου). Λόγω του περιορισμένου διαθέσιμου χώρου γίνεται προσπάθεια να μην χρησιμοποιηθούν νέοι διανομείς – συλλέκτες και οι κυκλοφορητές να εγκαθίστανται πλησίον των συσκευών ενδιαφέροντος.



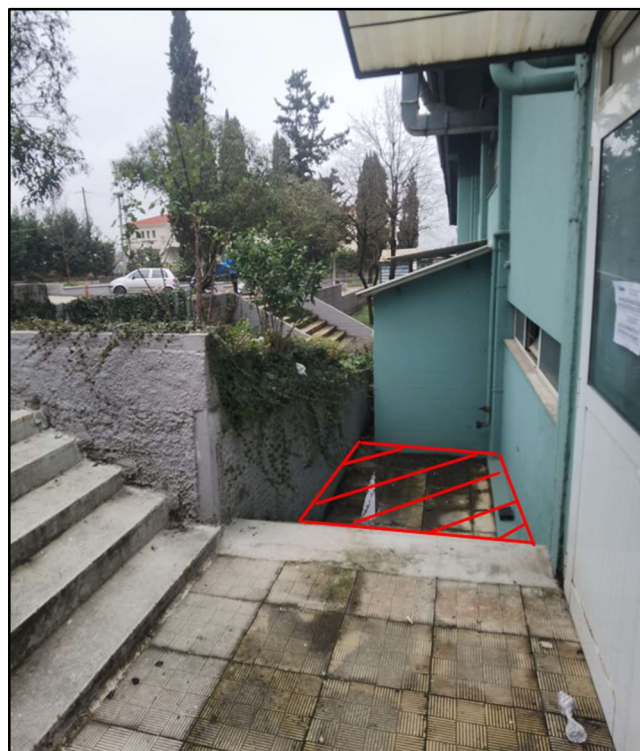
**Εικόνα 4.2.7: Χωροθέτηση του νέου εξοπλισμού και οι νέες υδραυλικές οδεύσεις**

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται ο διαθέσιμος χώρος από την αφαίρεση της μιας δεξαμενής πετρελαίου και η εγκατάσταση μέρους του νέου εξοπλισμού. Στο νέο χώρο εγκαθίστανται τα δυο δοχεία αδρανείας ΔΑ1 και ΔΑ2, τα δυο δοχεία διαστολής ΔΔ1 και ΔΔ2, οι πλακοειδείς εναλλάκτες ΠΕ1 και ΠΕ2, οι κυκλοφορητές Κ2, Κ3, Κ5, Κ6, Κ7, Κ8, Κ9, και η διάταξη βανών εφεδρείας.



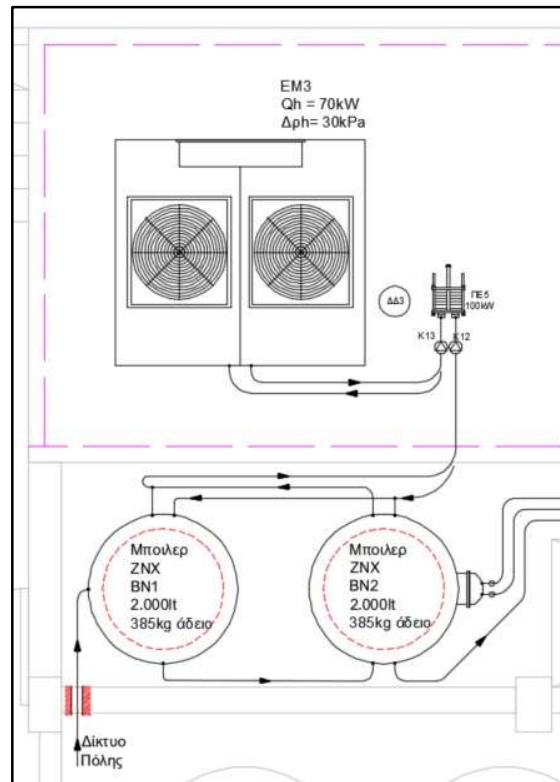
**Εικόνα 4.2.8: Εγκατάσταση νέου εξοπλισμού στο χώρο δεξαμενής πετρελαίου**

Τα δυο μπόιλερ νερού για την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ θα εγκατασταθούν σε υπαίθριο χώρο πλησίον του υφιστάμενου στεγασμένου χώρου που χρησιμοποιείται ως αποθηκευτικός χώρος.



**Εικόνα 4.2.9: Διαθέσιμο σημείο εγκατάστασης των μπόιλερ νερού ΖΝΧ**

Το σημείο εγκατάστασης των μπόιλερ στη παραπάνω εικόνα, επισημαίνεται με κόκκινη διαγράμμιση, αν και αρχικά είχε χρήση πεζόδρομου ωστόσο η κατασκευή του στεγασμένου χώρου κατέστη αυτό το τμήμα ανενεργό και διαθέσιμο για άλλη χρήση.



**Εικόνα 4.2.10: Χωροθέτηση συστήματος παραγωγής ZNX**

Στην **Εικόνα 4.2.10** παρουσιάζεται η χωροθέτηση του συστήματος ZNX στο διαθέσιμο υπαίθριο χώρο της **Εικόνα 4.2.9**.

Όπως αναφέρθηκε προτύτερα οι τρεις αντλίες θερμότητας θα εγκατασταθούν σε υπαίθριο χώρο έξω από το μηχανοστάσιο του κολυμβητηρίου. Συγκεκριμένα, οι υφιστάμενοι χώροι πρασιιάς πρέπει να διαμορφωθούν, δημιουργία βάσεων και περίφραξης, για να είναι κατάλληλοι γι' αυτό το σκοπό. Στην παρακάτω εικόνα με κόκκινη επισήμανση παρουσιάζεται ο χώρος εγκατάστασης της αντλίας θερμότητας EM1 ενώ με μπλε παρουσιάζεται ο χώρος εγκατάστασης των αντλιών θερμότητας EM2 και EM3.



Εικόνα 4.2.11: Διαθέσιμα σημεία για την εγκατάσταση των νέων αντλιών θερμότητας

#### 4.2.2.1 Ιδιαιτερότητες του νέου συστήματος θέρμανσης

Η θέρμανση με χρήση αντλιών θερμότητας λόγω των πολύ χαμηλότερων θερμοκρασιών λειτουργίας, τυπικές θερμοκρασίες 50-45 °C, έχει ως αποτέλεσμα οι τερματικές μονάδες να είναι ογκώδη και να απαιτείται η χρήση ανεμιστήρα για την εντατικοποίηση των φαινομένων μετάδοσης θερμότητας. Γι' αυτό το λόγο η εγκατάσταση των αντλιών θερμότητας συνοδεύεται με την εγκατάσταση τερματικών μονάδων ανεμιστήρα – στοιχείου (ή Fan coil).

Στο κτίριο συναντώνται οι παρακάτω τερματικές μονάδες:

- Θερμαντικά σώματα πάνελ, περιμετρικά του χώρου των κολυμβητικών δεξαμενών και στα αποδυτήρια
- Αερόθερμα, στην ΒΔ πλευρά του κτιρίου
- Πλακοειδής εναλλάκτες

Όπως αναφέρθηκε θα εγκατασταθούν νέοι πλακοειδής εναλλάκτες συμβατοί με τις νέες θερμοκρασιακές διαφορές και οι υφιστάμενοι θα είναι εφεδρικοί. Θα εγκατασταθούν νέα αερόθερμα λόγω την μη λειτουργίας και αχρηστίας των υφιστάμενων. Ωστόσο, τα υφιστάμενα θερμαντικά σώματα πάνελ είναι σε λειτουργική κατάσταση. Εξάλλου, η χρήση θερμαντικών σωμάτων πάνελ στους χώρους των κολυμβητικών δεξαμενών με παράλληλη χρήση αερόθερμων και της τεράστιας θερμής επιφάνειας νερού θέτει εν αμφιβόλω την αναγκαιότητα ή της χρησιμότητά τους. Όσο για τα θερμαντικά σώματα πάνελ των αποδυτηρίων λόγω των περιορισμένων θερμικών απωλειών των χώρων αυτών (των ανδρών – γυναικών είναι ημιυπόγειο και των παιδιών είναι σε εσωτερικό χώρο) εκτιμάται ότι η λειτουργία τους θα είναι αναγκαία για μικρό διάστημα της περιόδου θέρμανσης.

Ο λέβητας νερού ΛΝ3 θα μπορεί να υποστηρίξει συμπληρωματικά την αντλία θερμότητας ΕΜ3 μέσω του ανοξείδωτο ενσωματωμένου εναλλάκτη του μπόιλερ ΒΝ2. Επιπρόσθετα την περίοδο θέρμανσης ο λέβητας ΛΝ3, μέσω την διασύνδεσης του με τον υφιστάμενο κεντρικό διανομέα Σ1, θα τροφοδοτεί με θερμό νερό 90-70 °C τα θερμαντικά σώματα πάνελ του κτιρίου.

### 4.2.3 Επιλογή εξοπλισμού

Η επιλογή του νέου εξοπλισμού βασίστηκε στα δεδομένα της ενεργειακής μελέτης, όπου υπολογίστηκαν τα μέγιστα θερμικά φορτία συνάρτηση των ωριαίων κλιματολογικών δεδομένων για την περιοχή των Ιωαννίνων. Επειδή, επρόκειτο για διαστασιολόγηση και επιλογή εξοπλισμού ελήφθησαν οι μέσες τιμές των χαμηλότερων εμφανιζόμενων θερμοκρασιών.

Για την θέρμανση του κτιριακού κελύφους και την κάλυψη των απωλειών αερισμού εγκαθίσταται αντλία θερμότητας αέρα – νερού θερμικής απόδοσης 336 kW, ενώ για την κάλυψη των θερμικών απωλειών της κολυμβητικής δεξαμενής εγκαθίσταται αντίστοιχη μονάδα θερμικής απόδοσης 387 kW. Για την κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ εγκαθίσταται μια αντλία θερμότητας υψηλών θερμοκρασιών θερμικής απόδοσης 70 kW.

Σε συνέχεια της χωροθέτησης του εξοπλισμού και τον καθορισμό της όδευσης των σωληνώσεων υπολογίζονται οι διατομές των σωληνώσεων του δικτύου, η απαιτούμενη ισχύς των κυκλοφορητών και το απαιτούμενο μέγεθος των δοχείων διαστολής.

Κατάσταση αντλιών/ κυκλοφοι					
α/α	Κωδικός κυκλοφορητή/ αντλίας	Περιγραφή κυκλώματος	Παροχή	Απαιτούμενο Μανομετρικό	Ποσότητα
			[m <sup>3</sup> /h]	[mH <sub>2</sub> O]	τμχ
1	K1	Κυκλοφορητής εξωτερικής μονάδας EM1 - δευτερεύον κύκλωμα	61,30	12,15	1
2	K2	Κυκλοφορητής πλακοειδή εναλλάκτη ΠΕ1 - γραμμή εφεδρείας - δευτερεύον κύκλωμα	18,03	3,10	1
3	K3	Κυκλοφορητής τροφοδοσίας αερόθερμων	61,30	18,99	1
4	K4	Κυκλοφορητής εξωτερικής μονάδας EM2 - δευτερεύον κύκλωμα	65,27	14,01	1
5	K5	Κυκλοφορητής πλακοειδή εναλλάκτη ΠΕ2 - γραμμή εφεδρείας - δευτερεύον κύκλωμα	18,03	3,13	1
6	K6	Κυκλοφορητής πλακοειδή εναλλάκτη ΠΕ3 - μεγάλης δεξαμενής - πρωτεύον κύκλωμα	24,04	4,88	1
7	K7	Κυκλοφορητής πλακοειδή εναλλάκτη ΠΕ4 - μικρής δεξαμενής - πρωτεύον κύκλωμα	6,01	1,95	1
8	K8	Κυκλοφορητής πλακοειδή εναλλάκτη ΠΕ1 - γραμμή εφεδρείας - πρωτεύον κύκλωμα	18,03	2,46	1
9	K9	Κυκλοφορητής πλακοειδή εναλλάκτη ΠΕ2 - γραμμή εφεδρείας - πρωτεύον κύκλωμα	18,03	2,46	1
10	K10	Κυκλοφορητής ενσωματωμένου ανοξείδωτου εναλλάκτη μπόιλερ νερού BN2 - πρωτεύ	5,41	1,85	1
11	K11	Κυκλοφορητής τροφοδοσίας υφιστάμενων συλλεκτών ΣΥ1 & ΣΥ2	4,51	1,66	1
12	K12	Κυκλοφορητής τροφοδοσίας πλακοειδή εναλλάκτη ΠΕ5 ΖΝΧ, δευτερεύον κύκλωμα	18,03	1,34	1
13	K13	Κυκλοφορητής τροφοδοσίας πλακοειδή εναλλάκτη ΠΕ5 ΖΝΧ, πρωτεύον κύκλωμα	18,03	6,29	1
14	Κεφ	Κυκλοφορητής της εφεδρικής διάταξης βανών	18,03	4,29	1
<b>Σύνολο</b>					<b>14,00</b>

**Πίνακας 4.2.1: Κατάσταση κυκλοφορητών νέου συστήματος θέρμανσης**

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται η συνολική κατάσταση των κυκλοφορητών του νέου συστήματος, ενώ στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η καταγραφή της πρόσθετης ποσότητας ύδατος και ο υπολογισμός του μεγέθους των νέων δοχείων διαστολής.

Πρόσθετη ποσότητα ύδατος		
Κωδικός βρόχου/ συσκευής	Περιγραφή κυκλώματος	Ποσότητα ύδατος [t]
<b>Υδραυλικό κύκλωμα ΔΔ1</b>		
ΔΑ1	Δοχείο Αδρανείας 1	1.000
ΕΜ1	Εξωτερική Μονάδα 1	50
ΠΕ1	Πλακοειδής Εναλλάκτης 1	40
ΔΣ	Δίκτυο Σωληνώσεων	810
ΑΕΡ	Αερόθερμα	45
	<b>Σύνολο</b>	<b>1.945,0</b>
<b>Υδραυλικό κύκλωμα ΔΔ2</b>		
ΔΑ2	Δοχείο Αδρανείας 2	1.000
ΕΜ2	Εξωτερική Μονάδα 2	50
ΠΕ2	Πλακοειδής Εναλλάκτης 2	40
ΠΕ3	Πλακοειδής Εναλλάκτης 3	20
ΠΕ4	Πλακοειδής Εναλλάκτης 4	7
ΔΣ	Δίκτυο Σωληνώσεων	650
	<b>Σύνολο</b>	<b>1.767,0</b>
<b>Υδραυλικό κύκλωμα ΔΔ3</b>		
ΕΜ3	Εξωτερική Μονάδα 3	50
ΠΕ5	Πλακοειδής Εναλλάκτης 5	7
ΔΣ	Δίκτυο Σωληνώσεων	40
	<b>Σύνολο</b>	<b>97,0</b>
	<b>Σύνολο</b>	<b>3.809,0</b>

Πίνακας 4.2.2: Πρόσθετη ποσότητα ύδατος νέου συστήματος

Κωδικός Δοχείου Διαστολής	Ονομαστικό μέγεθος <i>Vvessel</i>	Πίεση εκτόνωσης της βαλβίδας ασφαλείας <i>Psv</i>	Θερμοκρασία περιβάλλοντος κατά την αρχική πλήρωση <i>θπ</i>	Έλαχιστη τιμή αρχικής πλήρωσης σε θερμοκρασία περιβάλλοντος <i>θπ, min</i>	Μέγιστη τιμή αρχικής πλήρωσης σε θερμοκρασία περιβάλλοντος <i>θπ, P.in, max</i>
	[lit]	[barg]	[°C]	[barg]	[barg]
ΔΔ1	140	4,5	20,0	1,20	1,51
ΔΔ2	140	4,5	20,0	0,80	1,07
ΔΔ3	12	4,5	20,0	1,06	1,61

Πίνακας 4.2.3: Μέγεθος των επιπρόσθετων δοχείων διαστολής

Στο παράρτημα της παρούσας μελέτης επισυνάπτονται οι σχετικοί υδραυλικοί υπολογισμοί των παραπάνω αποτελεσμάτων.

### 4.3 Ηλεκτρικό Δίκτυο – Ισχυρά ρεύματα

#### 4.3.1 Κανονισμοί

- Ο κανονισμός ΕΛΟΤ 60364 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις»
- 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).
- Η κοινή υπουργική απόφαση περί εγκατάστασης Διακόπτη Διαφορικού Ρεύματος, ΚΥΑ Αρ.130414/16.12.2019 (ΦΕΚ Β' 4825/24.12.2019)
- Κανονισμός ΚΕΝΑΚ και σχετικές ΤΟΤΕΕ.
- Γερμανικοί κανονισμοί DIN και VDE συμπληρωματικά προς τους ελληνικούς.
- ΕΛΟΤ EN 50522 Γείωση εγκαταστάσεων ισχύος που υπερβαίνουν το 1 kV εναλλασσόμενου ρεύματος, (Ευρωπαϊκή Τεχν. Επιτροπή: CENELEC/TC 99X)
- IEC 60502 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ( $U_m = 1,2 \text{ kV}$ ) up to 30 kV ( $U_m = 36 \text{ kV}$ ) - ALL PARTS

#### 4.3.2 Υφιστάμενη κατάσταση

Κατά την υφιστάμενη κατάσταση το σύνολο των εγκαταστάσεων του Π.Ε.Α.Κ.Ι τροφοδοτείται από το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ μέσω ενός υποσταθμού 20/0.4 kV ο οποίος βρίσκεται εγκατεστημένος σε εξωτερικό χώρο ανάμεσα στο γήπεδο ποδοσφαίρου και στον Ιστιοπλοϊκό όμιλο Ιωαννίνων.



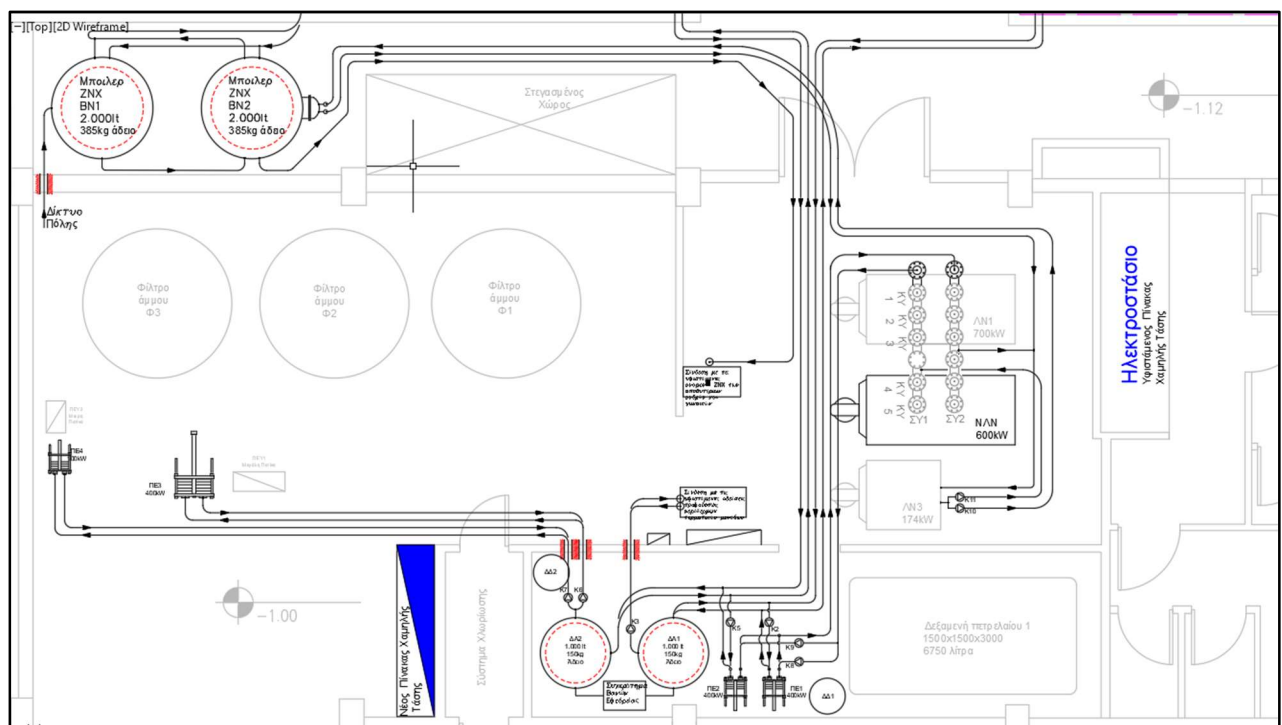
Εικόνα 4.3.1 Θέση υφιστάμενου Υποσταθμού ΧΤ/ΜΤ

Ο Υποσταθμός αποτελείται από:

- Τα πεδία Μέσης Τάσης, ήτοι το πεδίο άφιξης και το πεδίο αναχώρησης προς τον μετασηματιστή
- Τον μετασηματιστή ονομαστικής ισχύος 400kVA
- Τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης του υποσταθμού που έχει το σύνολο των αναχωρήσεων προς τους πίνακες των εγκαταστάσεων του Π.Ε.Α.Κ.Ι, μεταξύ των οποίων και του κολυμβητηρίου.

Η τροφοδότηση του κολυμβητηρίου γίνεται μέσω υπόγειας όδευσης καλωδίων τύπου NYG 3×185mm<sup>2</sup> + 120 mm<sup>2</sup>+120 mm<sup>2</sup>, και το συνολικό μήκος της γραμμής ανέρχεται σε περίπου 300 μέτρα, σύμφωνα με την όδευση που υπεδείχθη από το προσωπικό της εγκατάστασης.

Ο κεντρικός πίνακας του κολυμβητηρίου είναι εγκατεστημένος σε χώρο πλησίον του μηχανοστασίου, και τροφοδοτεί τους συνολικά 7 υποπίνακες της εγκατάστασης και κάποια φορτία. Ο εν λόγω πίνακας παρουσιάζεται ως ηλεκτροστάσιο στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4.3.2 Θέση Υφιστάμενου πίνακα Χαμηλής Τάσης

#### 4.3.3 Προτεινόμενες παρεμβάσεις

#### 4.3.4 Προμήθεια και εγκατάσταση Υποσταθμού 20/0.4 kV 630 kVA

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης προβλέπεται η εγκατάσταση νέων φορτίων (αντλίες θερμότητας, κυκλοφορητών και boiler ZNX) συνολικής ισχύος περί τα 370 kW για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης και ZNX του κολυμβητηρίου. Δεδομένου ότι ο υφιστάμενος μετασηματιστής είναι 400 kVA, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι τα νέα φορτία δεν δύναται να τροφοδοτηθούν από τον υφιστάμενο υποσταθμό.

Ως εκ τούτου προβλέπεται η προμήθεια και εγκατάσταση νέου υποσταθμού 20/0,4 kV σε χώρο πλησίον του Κολυμβητηρίου για την ηλεκτρική τροφοδότηση του Κολυμβητηρίου και η σύνδεση με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ μέσω νέας παροχής Μέσης Τάσης. Ο νέος Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης (εντός του υποσταθμού) θα τροφοδοτεί τόσο τον υφιστάμενο κεντρικό πίνακα χαμηλής τάσης του κολυμβητηρίου όσο και τον νέο πίνακα που προβλέπεται να εγκατασταθεί στο μηχανοστάσιο για την τροφοδότηση των νέων φορτίων. Η συμφωνημένη ισχύς θα είναι ίση με 600 kVA.



Εικόνα 4.3.3 Προτεινόμενη θέση εγκατάστασης νέου Υποσταθμού ΧΤ/ΜΤ

Ο νέος υποσταθμός θα αποτελείται από τρεις (3) ανεξάρτητα επισκέψιμους χώρους:

- Χώρος Μέσης Τάσης
- Χώρος Μετασχηματιστή 630 kVA Ελαίου
- Χώρος Χαμηλής Τάσης

Επισημαίνεται ότι κατά τη διαστασιολόγηση του εξοπλισμού του υποσταθμού η στάθμη βραχυκύκλωσης του δικτύου πρέπει να θεωρηθεί ίση με 350 MVA.

#### 4.3.4.1 Κόστος έργων και εργασιών αρμοδιότητας ΔΕΔΔΗΕ για τη νέα παροχή Μέσης τάσης συμφωνημένης ισχύος 600 kVA

Βάσει του συστήματος υπολογισμού συμμετοχών καταναλωτών Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ μπορεί να εκτιμηθεί το κόστος συμμετοχής νέας ηλεκτροδότησης καταναλωτή ΜΤ. Η συνολική συμμετοχή αποτελείται από τους τους τρεις παρακάτω όρους:

$$\Sigma = \Sigma_{\Pi} + \Sigma_{\text{ΕΠ}} + \Sigma_{\text{ΕΝ}}$$

Όπου:

$\Sigma_{\Pi}$ : Η συμμετοχή λόγω παροχής και αποτελείται από δαπάνες μέτρησης και μέσων προστασίας οι οποίες μπορούν να υπολογιστούν μόνο έπειτα από μελέτη του ΔΕΔΔΗΕ.

$\Sigma_{\text{ΕΠ}}$ : Εξαρτάται από την απόσταση από το πλησιέστερο υφιστάμενο δίκτυο ΜΤ ανεξάρτητα από την επάρκεια του και γενικότερα την τεχνική αιτιολόγησή του και από έναν συντελεστή  $\delta$  ο οποίος για τα πρώτα 3000 kVA συμφωνημένης ισχύος ισούται με 39,10 €/kVA.

$\Sigma_{\text{ΕΝ}}$ :  $\Sigma_{\text{ΕΝ}} = \Sigma 1 + \Sigma 2$ . Η συμμετοχή  $\Sigma 1$  υπολογίζεται βάσει της συμφωνημένης ισχύος του καταναλωτή για κάθε kVA και αποτελεί το σταθερό κομμάτι συμμετοχών που μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια. Η συμμετοχή  $\Sigma 2$  εξαρτάται από την γεωμετρική απόσταση των ζυγών ΜΤ του πλησιέστερου Υ/Σ ΥΤ.

Από τις παραπάνω συμμετοχές το μεγαλύτερο κομμάτι αποτελεί η συμμετοχή  $\Sigma 1$  η οποία μπορεί και να υπολογιστεί.

$\Sigma_{\Pi}$  : δεν μπορεί να υπολογιστεί

$$\Sigma_{\text{ΕΠ}} = \delta \cdot L_{\text{ΕΠ}} = 1.435 \text{ € (θεωρώντας } L_{\text{ΕΠ}} = 50\mu\text{)}$$

$$\Sigma_{\text{ΕΝ}} = \Sigma 1 + \Sigma 2 = (39,10 \cdot 600\text{kVA}) + (L \cdot 600) = 26.250,00 \text{ € (θεωρώντας } L = 3\text{km)}$$

Επομένως η συνολική συμμετοχή για την ηλεκτροδότηση νέας παροχής μέσης τάσης 600 kVA υπολογίζεται (λαμβάνοντας υπόψη τις θεωρήσεις αποστάσεων που παρουσιάζονται παραπάνω) στα 27.685,00 € συν τις όποιες δαπάνες μέτρησης και μέσων προστασίας υποδείξει ο ΔΕΔΔΗΕ.

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης έγινε εκτίμηση του συνολικού κόστους έργων και εργασιών αρμοδιότητας ΔΕΔΔΗΕ για τη νέα παροχή Μέσης Τάσης η οποία ανέρχεται σε 35.000,00 € μη συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ. Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να καταβάλει ποσό έως 35.000,00 € μη συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ στο ΔΕΔΔΗΕ για τη νέα Παροχή Μέσης Τάσης. Σε περίπτωση που το κόστος της νέας παροχής, όπως θα υπολογιστεί από το αρμόδιο τμήμα του ΔΕΔΔΗΕ, υπερβαίνει τις 35.000,00 € μη συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ, τότε το επιπρόσθετο κόστος (πλέον των 35.000,00 €) θα βαρύνει την Αναθέτουσα Αρχή.

#### 4.3.4.2 Χώρος Μέσης Τάσης

Στο χώρο Μέσης Τάσης θα εγκατασταθεί ο Πίνακας Μέσης Τάσης (20kV) ο οποίος, θα αποτελείται από δύο (2) πεδία:

- Πεδίο Άφιξης
- Πεδίο Αναχώρησης

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

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

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

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

#### 4.3.4.2.1 Πεδίο Άφιξης

Το Πεδίο Άφιξης θα περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον τον παρακάτω κύριο εξοπλισμό:

- Τριπολικές μπάρες χαλκού 630 A.
- Αποζεύκτη φορτίου 24kV, 630A, 50/125kV, 16kA/3sec με χειροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας, σε κοινό κέλυφος με γειωτή
- Βοηθητικές επαφές ένδειξης κατάστασης διακόπτη και γειωτή
- Τρεις (3) χωρητικούς καταμεριστές παρουσίας τάσης με ενδεικτικές λυχνίες
- Υποδοχές για τη σύνδεση τριών (3) μονοπολικών καλωδίων
- Τρία (3) αλεξικέραυνα γραμμής 21kV/10kA

#### 4.3.4.2.2 Πεδίο Αναχώρησης

Το Πεδίο Αναχώρησης θα περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον τον εξής κύριο εξοπλισμό:

- Τριπολικές μπάρες χαλκού 630 A.
- Αποζεύκτη φορτίου 24kV, 630A, 50/125kV, 16kA/3sec με χειροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας, σε κοινό κέλυφος με γειωτή
- Βοηθητικές επαφές ένδειξης κατάστασης διακόπτη και γειωτή
- Τρεις (3) χωρητικούς καταμεριστές παρουσίας τάσης με ενδεικτικές λυχνίες
- Αυτόματο διακόπτη ισχύος (Α.Δ.Ι.) 24kV, 630A, 12.5 kA/3sec με ηλεκτροκίνητο μηχανισμό λειτουργίας SF6. Ο Α.Δ.Ι. θα είναι σταθερού τύπου και θα διαθέτει βοηθητικές επαφές, πηνίο εργασίας 230V AC, πηνίο κλεισίματος 230V AC, και κλειδαριά σε θέση OFF.
- Υποδοχές για τη σύνδεση τριών (3) μονοπολικών καλωδίων
- Τρεις (3) τοροειδείς μετασχηματιστές έντασης μονού τυλίγματος
- Γειωτή καλωδίων με ικανότητα ζεύξης σε βραχυκύκλωμα.

#### 4.3.4.3 Χώρος Μετασχηματιστή

Ο μετασχηματιστής θα είναι ονομαστικής ισχύος 630kVA, ελαίου και θα έχει τα κάτωθι τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Ονομαστική συχνότητα – 50 Hz
- Ονομαστική τάση πρωτεύοντος - 20 kV με δυνατότητα ρύθμισης  $\pm 2 \times 2,5\%$
- Ονομαστική τάση δευτερεύοντος (εν κενώ) – 400/230V
- Τάση βραχυκύκλωσης  $u_k - 6\%$
- Χαμηλών απωλειών σύμφωνα με τον κανονισμό οικολογικού σχεδιασμού EU548/2014

Επιπρόσθετα θα συνοδεύεται από τα εξής εξαρτήματα:

- Αισθητήρια θερμοκρασία τυλιγμάτων
- Μονάδα ελέγχου θερμοκρασίας
- Ηλεκτρονόμο Bucholtz δύο επαφών
- Off load tap changer
- Θερμόμετρο δύο επαφών με Α' βαθμίδα για συναγερμό και Β' βαθμίδα για αφόπλιση
- Δοχείο διαστολής ελαίου και δείκτη στάθμης

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

- IEC 60076-1
- EN 50464
- EU 548/2014
- EU 2019/1783
- IEC76-1
- IEC76-2
- IEC76-3
- IEC76-4
- IEC76-5
- IEC726:1982
- IEC 354
- CENELEC

- HD428.1. S1
- HD428.3. S3

Επισημαίνεται ότι δεκτοί γίνονται και Υποσταθμοί 20/0.4 kVA με μετασχηματιστή ξηρού τύπου 630 kVA, εφόσον πληρούνται οι τεχνικές προδιαγραφές που παρατίθενται στο σχετικό τεύχος.

#### 4.3.4.4 Χώρος Χαμηλής Τάσης

Στον χώρο Χαμηλής Τάσης θα εγκατασταθεί ο Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης (εφεξής ΓΠΧΤ), κατασκευής από χαλυβδόελασμα DKP πάχους 2,0 mm ηλεκτροστατικά βαμμένο. Ο πίνακας θα είναι εύκολα επεκτάσιμος, κατάλληλος για έδραση πάνω στο δάπεδο, χειριζόμενος και επισκεψίμος από την μπροστινή του πλευρά. Ο πίνακας θα έχει και την απαραίτητη εφεδρεία χώρου και ισχύος, ώστε να είναι εφικτή πιθανή τροφοδότηση νέων φορτίων χωρίς να απαιτούνται εκ νέου ιδιαίτερες τροποποιήσεις στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση.

Η ονομαστική τάση λειτουργίας θα είναι 400V/50Hz και η ονομαστική τάση μόνωσης 690V.

Από τον ΓΠΧΤ θα τροφοδοτούνται:

- ο υφιστάμενος κεντρικός πίνακας Χαμηλής Τάσης (εφεξής ΥΠΧΤ) του Κολυμβητηρίου, ο οποίος είναι εγκατεστημένος σε χώρο πλησίον του μηχανοστασίου (σημειώνεται ως ηλεκτροστάσιο στο σχέδιο EL-PWR-01). Για την ηλεκτρική τροφοδότηση του ΥΠΧΤ θα χρησιμοποιηθούν καλώδια 3x(FG16R16 1x240) + FG16R16 1x120 + FG16R161G120, και η γραμμή θα ασφαλιζεται με ΑΔΙ 3x250A.
- ο νέος πίνακας Χαμηλής Τάσης (εφεξής ΝΠΧΤ) που θα εγκατασταθεί στο μηχανοστάσιο για την τροφοδότηση των νέων φορτίων (αντλιών θερμότητας, κυκλοφορητών, boiler κλπ) που προβλέπεται να εγκατασταθούν στα πλαίσια της ενεργειακής αναβάθμισης του Κολυμβητηρίου. Για την ηλεκτρική τροφοδότηση του ΝΠΧΤ θα χρησιμοποιηθούν καλώδια 3//3x(FG16R16 1x300) + FG16R16 1x150 + FG16R161G150, και η γραμμή θα ασφαλιζεται με ΑΔΙ 3x800A.
- Βοηθητικά φορτία του υποσταθμού (π.χ. φωτισμός, ανεμιστήρας απαγωγής αέρα, ρευματοδότες κλπ.)

Επιπρόσθετα, εντός του χώρου χαμηλής τάσης θα εγκατασταθεί και Απομακρυσμένο Κέντρο Ελέγχου (ΑΚΕ), το οποίο περιγράφεται αναλυτικά στην ενότητα του ΒΕΜΣ.

#### 4.3.4.5 Γείωση του υποσταθμού

Η γείωση του Υποσταθμού θα πραγματοποιηθεί με τη εγκατάσταση ταινίας 30 × 3,5 mm St/tZn, εντός της τσιμεντένιας βάσης αυτού.

Επιπρόσθετα, ο υποσταθμός θα διαθέτει ισοδυναμικό ζυγό συνδέσεων, ο οποίος θα διασυνδέει:

- Την περιμετρική γείωση του υποσταθμού
- Τα μεταλλικά μέρη του μετασχηματιστή
- Την ουδετερογείωση του μετασχηματιστή
- Τα μεταλλικά μέρη του πίνακα μέσης τάσης
- Τη γείωση του ΓΠΧΤ

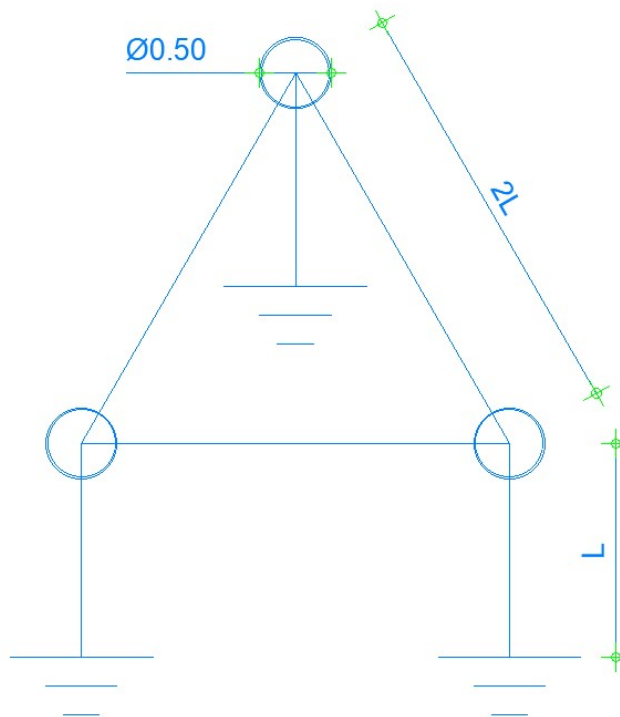
Από τον ισοδυναμικό ζυγό συνδέσεων θα αναχωρήσουν δύο χάλκινοι αγωγοί κατάλληλης διατομής για την άμεση γείωση των αντίστοιχων μπαρών γείωσης των πινάκων του Κολυμβητηρίου (ΥΠΧΤ & ΝΠΧΤ). Σε

κάθε περίπτωση ο Ανάδοχος πρέπει να εξασφαλίσει την ενιαία γείωση του νέου Υποσταθμού με το κτίριο του Κολυμβητηρίου.

Η γείωσης Μέσης και Χαμηλής Τάσης δηλαδή η γείωση προστασίας των κυψελών μέσης τάσης και του δοχείου του Μετασχηματιστή συνδέεται με τον ουδέτερο μόνο αν προκύπτει συνολική αντίσταση γείωσης μικρότερη του  $1 \Omega$ . Η γείωση γίνεται σύμφωνα με τον κανονισμό ΕΛΟΤ HD384.

Το υπό μελέτη κτίριο έχει κατασκευασμένα θεμέλια στη υφιστάμενη κατάσταση και φέρει σύστημα γείωσης. Ο Ανάδοχος οφείλει να πραγματοποιήσει μέτρηση της αντίστασης γείωσης με τις αποδεκτές από τα αντίστοιχα πρότυπα μεθόδους και να πιστοποιήσει τη συμμόρφωση με την ελάχιστη τιμή. Σε περίπτωση που από τις μετρήσεις προκύψει τιμή μεγαλύτερη από  $1 \Omega$  θα πραγματοποιηθεί ενίσχυση του συστήματος γείωσης με εγκατάσταση τριγώνου γείωσης στο χώρο στάθμευσης. Η προσθήκη θα πραγματοποιείται μέχρι να επιτευχθεί η τιμή γείωσης που θέτει ο κανονισμός.

Σε περίπτωση που απαιτηθεί ενίσχυση, προτείνεται ένα σύστημα γείωσης τριγώνων με επιχαλκωμένες ράβδους γείωσης που θα συνδέονται μεταξύ τους με χάλκινο πολύκλωνο αγωγό διατομής  $70\text{mm}^2$  με τη χρήση χάλκινου σφικκτήρα αγωγού  $\varnothing 10\text{mm}$  / Ράβδου  $\varnothing 16\text{m}$ . Από τη μία ράβδο θα εκκινεί όδευση προς το ζυγό γείωσης στο χώρο του υποσταθμού. Κάθε ράβδος θα είναι προσβάσιμη μέσω φρεατίου γείωσης από πολυπροπυλένιο διαστάσεων  $\varnothing 250 \times 200 \text{ mm}$  το οποίο θα φέρει άνοιγμα για τη ράβδο γείωσης  $40\text{mm}$ .



**Εικόνα 4.3.4 Τρίγωνο γείωσης**

Προκειμένου η αντίσταση γείωσης να ικανοποιεί την απαίτηση του ορίου ( $R < 1 \Omega$ ) θα τοποθετηθεί πλήθος ηλεκτροδίων. Η τιμή της αντίστασης γείωσης εξαρτάται φυσικά και από την ειδική αντίσταση εδάφους  $\rho_e$  ( $\Omega \cdot \text{m}$ ), οπότε δε μπορεί να γίνει προμέτρηση των απαραίτητων ηλεκτροδίων που απαιτούνται για την επίτευξη του στόχου στην τιμή της αντίστασης γείωσης. Σε κάθε περίπτωση ο ανάδοχος οφείλει να εκπονήσει εδαφοτεχνική μελέτη και να μετρήσει την τιμή της αντίστασης γείωσης με την ολοκλήρωση του έργου. Σε περίπτωση που δεν επιτευχθεί η τιμή του  $1 \Omega$  ή μικρότερη θα πρέπει να επεκταθεί το σύστημα γείωσης μέχρις ότου το αποτέλεσμα ικανοποιεί πλήρως την απαίτηση του προτύπου.

#### 4.3.5 Διασύνδεση με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ

Για τη διασύνδεση με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ θα χρησιμοποιηθούν τρία (3) μονοπολικά καλώδια τύπου N2XS<sub>Y</sub>, διατομής 1x95/16 mm<sup>2</sup>. Η όδευση θα γίνει με υπογείως εντός πλαστικών σωλήνων σπирάλ ή σιδηροσωλήνων κατάλληλης διατομής. Κάθε ένα από τα καλώδια θα οδεύει σε ένα σωλήνα κατάλληλης διατομής και για το τμήμα εισόδου και εξόδου από το χαντάκι σε μήκος 1,5m από την επιφάνεια του εδάφους. Τα καλώδια θα εγκατασταθούν εντός στρώματος άμμου πάχους περίπου 30cm. Πάνω από το στρώμα άμμου θα τοποθετηθούν τούβλα ή πλάκες πεζοδρομίου για μηχανική προστασία από κάθετες μηχανικές καταπονήσεις και πλέγμα προειδοποίησης. Η όδευση των καλωδίων επί της κολώνας Μέσης Τάσης πρόκειται να πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΔΕΔΔΗΕ.

#### 4.3.6 Όδευση καλωδίων χαμηλής τάσης

Η όδευση των καλωδίων για τη διασύνδεση του ΓΠΧΤ με τον υφιστάμενο κεντρικό πίνακα Χαμηλής Τάσης (ΥΠΧΤ) και με τον νέο πίνακα Χαμηλής Τάσης (ΝΠΧΤ) που θα εγκατασταθεί εντός του μηχανοστασίου, θα γίνει εντός σωλήνων PE ή σιδηροσωλήνων σε όλο το μήκος τους.

Για την τοποθέτηση των σωλήνων διέλευσης καλωδίων θα διανοίγονται τάφροι κατάλληλων διαστάσεων, με στάθμη πυθμένα σε βάθος 10 cm κάτω από την προβλεπόμενη στάθμη των σωλήνων. Κάτω από τους σωλήνες και μέχρι 10cm πάνω από αυτούς η τάφρος θα επανεπιχώνεται με άμμο, θα τοποθετείται πλέγμα σήμανσης (πορτοκαλί χρώματος) ενώ το υπολειπόμενο βάθος μέχρι την επιφάνεια συμπληρώνεται με κατάλληλα υλικά επιχωμάτων με κοκκομετρική διαβάθμιση η οποία διέρχεται κατά 100% από κόσκινο βρόχου 25mm. Το υλικό της επανεπίχωσης συμπυκνώνεται ώστε να δέχεται τα φορτία που προβλέπονται να διέρχονται στην επιφάνεια της τάφρου χωρίς να παραμορφώνεται.

Για τη διέλευση σωλήνων στα σημεία όπου υπάρχει οδόστρωμα, η τομή αυτού θα γίνεται με ασφαλτοκόπτη και η όδευση των καλωδίων θα γίνεται εντός σωλήνων PE ή σιδηροσωλήνων. Η τοποθέτηση των σωλήνων θα γίνεται σε βάθος τουλάχιστον 50cm. Επάνω από τους σωλήνες θα τοποθετηθεί πλέγμα σήμανσης (πορτοκαλί χρώματος), ενώ το σκάμμα τα πληρωθεί με άοπλο σκυρόδεμα C12/15 και εν συνέχεια ασφαλτος 10 cm για την ομαλή διέλευση των οχημάτων. Στην περίπτωση σκάμματος εγκάρσια οδού, η θέση του θα είναι κάθετη (ως προς τα κράσπεδα της οδού) όσο αυτό είναι πρακτικά δυνατό.

Πρόκειται να εγκατασταθούν φρεάτια έλξης και επίσκεψης καλωδίων, στα σημεία έναρξης και τερματισμού της διέλευσης των καλωδίων, καθώς επίσης και στα σημεία όπου αλλάζει η ευθύγραμμη πορεία των οδεύσεων.

Τα φρεάτια (προκατασκευασμένα ή μη), θα είναι από σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25, και θα φέρουν διπλό χυτοσιδηρό κάλυμμα. Η πλήρωση του κενού, μεταξύ των παρειών του σκάμματος και των φρεατίων θα υλοποιείται με άμμο λατομείου, ενώ η φυσική ή τεχνητή επιφάνεια του εδάφους θα πρέπει να αποκαθίσταται στην αρχική της κατάσταση.

Κρίνεται σκόπιμο να αποφευχθεί η παράλληλη όδευση καλωδίων με σωλήνες ζεστού νερού εντός του ίδιου φρεατίου. Σε περίπτωση που κατά την υλοποίηση επιλεγεί αυτή η λύση, τότε θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η αύξηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος κατά τους υπολογισμούς.

Ο Ανάδοχος, μετά την ανάληψη της προμήθειας, οφείλει να εκπονήσει και να υποβάλλει το μονογραμμικό διάγραμμα και τους υπολογισμούς ισχυρών ρευμάτων, σύμφωνα με τα στοιχεία του προσφερόμενου εξοπλισμού και τις υποδείξεις των κατασκευαστών αυτού.

#### 4.3.6.1 Παροχή - Ηλεκτροδότηση πρόσθετων νέων φορτίων

Όπως προαναφέρθηκε για την παροχή των νέων φορτίων (αντλίες θερμότητας, κυκλοφορητών και boiler ZNX), θα εγκατασταθεί νέος πίνακας χαμηλής τάσης εντός του μηχανοστασίου, ο οποίος θα τροφοδοτείται από τον ΓΠΧΤ εντός του νέου υποσταθμού 20/0.4kV. Η θέση εγκατάστασης του ΝΠΧΤ παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες καθώς και στο σχέδιο EL-PWR-01.



Εικόνα 4.3.5 Θέση εγκατάστασης νέου πίνακα ΧΤ (2/2)

#### 4.3.7 Διανομή ηλεκτρικής ενέργειας

Το σύνολο των νέων φορτίων που προβλέπεται να εγκατασταθεί στα πλαίσια της Ενεργειακής Αναβάθμισης του Κολυμβητηρίου θα τροφοδοτείται από τον ΝΠΧΤ με καλώδια τύπου F16OR16/FG16R16 κατάλληλης διατομής. Στο σχέδιο EL-SLD-1 δίνεται το μονογραμμικό διάγραμμα του νέου πίνακα χαμηλής τάσης.

Η όδευση των καλωδίων εντός του μηχανοστασίου θα γίνει σε μεταλλικές διατηρητές σχάρες κατάλληλων διαστάσεων που θα προμηθεύσει ο Ανάδοχος. Αντίστοιχα, σε εξωτερικούς χώρους (όπου θα εγκατασταθούν οι αντλίες θερμότητας) η όδευση θα γίνεται εντός σωλήνων σπιράλ κατάλληλης διατομής.

Η τελική επιλογή των διαστάσεων της σχάρας και της διατομής των σωλήνων σπιράλ, θα γίνεται σύμφωνα με το Τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών.

Επισημαίνεται ότι το σύνολο των υπολογισμών ισχυρών ρευμάτων εκπονήθηκε βάσει του ενδεικτικού εξοπλισμού (αντλίες θερμότητας, κυκλοφορητές κλπ.) που θεωρήθηκε στην παρούσα μελέτη για λόγους

διενέργειας υπολογισμών. Ο Ανάδοχος, μετά την ανάληψη της προμήθειας, οφείλει να εκπονήσει και να υποβάλλει το μονογραμμικό διάγραμμα και τους υπολογισμούς ισχυρών ρευμάτων, σύμφωνα με τα στοιχεία του προσφερόμενου εξοπλισμού και τις υποδείξεις των κατασκευαστών αυτού.

#### **4.3.8 Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης - BEMS**

##### **4.3.8.1 Κανονισμοί**

Κατά την εκπόνηση της παρούσας μελέτης λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω κανονισμοί:

- EN 15500-1 “Energy performance of Buildings – Control for heating, ventilating and air conditioning applications – Part 1: Electronic individual zone control equipment.”
- EN 12098 “Energy performance of buildings – Control for heating systems”
- EN IEC 63044 “Home and building electronic systems (HBES) and building automation and control systems (BACS)”
- EN ISO 16484 “Building automation and control systems (BACS)”

##### **4.3.8.2 Υφιστάμενη κατάσταση**

Στο κτίριο του δημοτικού κολυμβητηρίου δεν υπάρχει εγκατεστημένο κεντρικό σύστημα τηλε – εποπτείας και τηλε – διαχείρισης. Ο έλεγχος των συστημάτων θέρμανσης (και ψύξης σε ιδιαίτερους μεμονωμένους χώρους) πραγματοποιείται σε τοπικό επίπεδο και δεν υπάρχει καμία επικοινωνία και εξάρτηση του ενός συστήματος με το άλλο. Δεν υπάρχουν συστήματα ελέγχου και εποπτείας των συνθηκών του χώρου του κολυμβητηρίου. Πόσο μάλλον, δεν ανευρέθησαν συστήματα καταγραφής της καταναλισκόμενης ενέργειας, η καταγραφή της ηλεκτρικής ενέργειας πραγματοποιείται γενικά στην μεριά της μέσης τάσης (δικαιοδοσία ΔΕΔΔΗΕ) και περιλαμβάνει πλην των επιθυμητών καταναλώσεων και τις καταναλώσεις των λοιπών εγκαταστάσεων του ΠΕΑΚΙ. Ενώ, για την περίπτωση του πετρελαίου υπάρχουν μόνο τα αποδεικτικά αγοράς και παραλαβής.

##### **4.3.8.3 Προτεινόμενη κατάσταση**

Το BEMS θα αποτελέσει ένα ολοκληρωμένο σύστημα επιτήρησης, καταγραφής και διαχείρισης των κρίσιμων μεγεθών της εγκατάστασης.

Ο κύριος εξοπλισμός που πρόκειται να εγκατασταθεί για την υλοποίηση του BEMS είναι ο εξής:

- Ηλεκτρονικός υπολογιστής τύπου Server, ο οποίος θα φέρει το απαραίτητο λογισμικό του Κεντρικού Συστήματος Επιτήρησης και Ελέγχου.
- Σταθμοί αυτοματισμού (ΑΚΕ) με ψηφιακούς ελεγκτές
- Πολυόργανα μέτρησης ενεργειακών παραμέτρων – Αναλυτές ενέργειας
- Θερμιδομετρητές υπερήχων θέρμανσης/ψύξης
- Αισθητήρια ροής, θερμοκρασίας και πίεσης
- Ηλεκτρομαγνητικός ογκομετρητής νερού ZNX
- Ενεργος δικτυακός εξοπλισμός (ethernet switches).

Ο Ανάδοχος έχει την ευθύνη της προμήθειας όλων των υλικών του εξοπλισμού, των υλικών καλωδίωσης και σωληνώσεων, καθώς και των μικροϋλικών που θα απαιτηθούν για την εγκατάσταση και σύνδεση του εξοπλισμού. Επιπρόσθετα θα εκτελέσει όλες τις εργασίες διασύνδεσης, προγραμματισμού/παραμετροποίησης και ελέγχου της εγκατάστασης και την παράδοση του BEMS σε πλήρη και κανονική λειτουργία (commissioning).

#### 4.3.8.4 Αρχιτεκτονική συστήματος

Το κεντρικό σύστημα θα διαθέτει τη βασική αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων, βάσει του ISO EN 16484-3, ήτοι:

- Επίπεδο διαχείρισης
- Επίπεδο αυτοματισμού (ελεγκτές εγκαταστάσεων / ελεγκτές χώρων)
- Επίπεδο συλλογής πληροφοριών και εντολοδότησης συσκευών (είσοδοι / έξοδοι, περιφερειακά υλικά)

Τα τρία επίπεδα του συστήματος θα επικοινωνούν και θα αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους.

#### 4.3.8.5 Σταθμός διαχείρισης

Ο Κεντρικός σταθμός διαχείρισης (ηλεκτρονικός υπολογιστής τύπου Server), ο οποίος θα διαθέτει το λογισμικό ενεργειακής διαχείρισης) θα εγκατασταθεί σε χώρο των εγκαταστάσεων του ΠΕΑΚΙ που θα υποδείξει η ΕΠΠΕ.

Μέσω του κεντρικού σταθμού διαχείρισης θα υπάρχει η δυνατότητα επιτήρησης, καταγραφής και διαχείρισης των κρίσιμων μεγεθών που σχετίζονται με τις ενεργειακές καταναλώσεις του κολυμβητηρίου, καθώς επίσης και τα συστήματα θέρμανσης και παραγωγής ΖΝΧ.

#### 4.3.8.6 Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου

Στο κολυμβητήριο καθώς και στον νέο Υποσταθμό 20/0.4kV πρόκειται να εγκατασταθούν Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (εφεξής ΑΚΕ), που θα διαθέτουν «έξυπνους» ψηφιακούς ελεγκτές με δυνατότητα απομακρυσμένου χειρισμού με σκοπό τη συλλογή και διαχείριση δεδομένων από τις τοπικές μετρητικές διατάξεις και την ενημέρωση του κεντρικού εξυπηρετητή BEMS. Στο σύνολο των ΑΚΕ, πρόκειται να εγκατασταθούν Πίνακες Αυτοματισμού, οι οποίοι θα περιλαμβάνουν το σύνολο του απαιτούμενου εξοπλισμού για την ορθή λειτουργία του BEMS.

Συγκεκριμένα πρόκειται να εγκατασταθούν τρία (3) ΑΚΕ στις εξής θέσεις:

- ΑΚΕ1 - Εντός του νέου Υποσταθμού 20/0.4 kV, στο χώρο Χαμηλής Τάσης
- ΑΚΕ2 - Πλησίον του υφιστάμενου κεντρικού πίνακα Χαμηλής Τάσης του κολυμβητηρίου (σημειώνεται ως Ηλεκτροστάσιο στο σχέδιο EL-PWR-01)
- ΑΚΕ3 - Πλησίον του νέου πίνακα Χαμηλής Τάσης, ο οποίος θα εγκατασταθεί στο μηχανοστάσιο και θα τροφοδοτεί τα νέα φορτία (αντλίες θερμότητας, κυκλοφορητές, boiler ΖΝΧ).

#### **ΑΚΕ1**

Στο ΑΚΕ1, ο πίνακας αυτοματισμού θα περιλαμβάνει τον κάτωθι βασικό εξοπλισμό:

- Συμπαγή σταθμό αυτοματισμού με δυνατότητα ενσωμάτωσης έως και 40 σημείων δεδομένων Modbus RTU ή TCP.

- Ενεργό δικτυακό εξοπλισμό (switch)

Επιπρόσθετα, θα λαμβάνει τις μετρήσεις από δύο (2) πολυόργανα μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών, και συγκεκριμένα:

- Πολυόργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών πόρτας για την μέτρηση της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας στο κολυμβητήριο, ήτοι την άφιξη του νέου Γενικού Πίνακα Χαμηλής Τάσης (εντός του Υποσταθμού).
- Πολυόργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών ράγας για την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας στην αναχώρησης προς στον υφιστάμενο κεντρικό πίνακα Χαμηλής Τάσης (σημειώνεται ως Ηλεκτροστάσιο στο σχέδιο EL-PWR-01). Το πολυόργανο θα εγκατασταθεί είτε εντός του νέου Γενικού Πίνακα Χαμηλής Τάσης (εντός του Υποσταθμού), είτε εντός του πίνακα ΑΚΕ1.

### **ΑΚΕ2**

Στο ΑΚΕ2, ο πίνακας αυτοματισμού θα περιλαμβάνει τον εξής βασικό εξοπλισμό:

- Σταθμό αυτοματισμού με δυνατότητα ενσωμάτωσης έως και 500 σημείων ελέγχου Modbus RTU ή/και TCP
- Ενεργό δικτυακό εξοπλισμό (switch)
- Επτά (7) πολυόργανα μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών τύπου ράγας

Τα προαναφερθέντα πολυόργανα μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών θα παρακολουθούν τα μεγέθη στα κάτωθι φορτία/πίνακες:

1. Αντλία ανακυκλοφορίας μεγάλης πισίνας 1
2. Αντλία ανακυκλοφορίας μεγάλης πισίνας 2
3. Αντλία ανακυκλοφορίας μεγάλης πισίνας 3
4. Αντλία ανακυκλοφορίας μικρής πισίνας 1
5. Αντλία ανακυκλοφορίας μικρής πισίνας 2
6. Αντλία ανακυκλοφορίας μικρής πισίνας 3
7. Πίνακας φωτισμού κολυμβητηρίου

### **ΑΚΕ3**

Αντίστοιχα στο ΑΚΕ3, ο πίνακας αυτοματισμού θα περιλαμβάνει τον κάτωθι βασικό εξοπλισμό:

- Σταθμό αυτοματισμού με δυνατότητα ενσωμάτωσης έως και 500 σημείων ελέγχου Modbus RTU ή/και TCP
- Ενεργό δικτυακό εξοπλισμό (switch)

Επιπρόσθετα, ο σταθμός αυτοματισμού θα λαμβάνει τις μετρήσεις από τα πολυόργανα, τους μετρητές και τα αισθητήρια που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

<b>ΑΚΕ3</b>
WEM001 - Θερμιδομετρητής, 16 m3/h
WEM002 - Θερμιδομετρητής, 31 m3/h
WEM003 - Θερμιδομετρητής, 15 m3/h
WVM001 - Ηλεκτρομαγνητικός ογκομετρητής νερού ΖΝΧ, 15 m3/h
FS01 - Αισθητήριο ροής, 62 m3/h

FS02 - Αισθητήριο ροής, 66 m <sup>3</sup> /h
FS03 - Αισθητήριο ροής, 18 m <sup>3</sup> /h
TS001 - Αισθητήριο θερμοκρασίας
TS002 - Αισθητήριο θερμοκρασίας
TS003 - Αισθητήριο θερμοκρασίας
TS004 - Αισθητήριο θερμοκρασίας
PT001 - Αισθητήριο Πίεσης
PT002 - Αισθητήριο Πίεσης
PT003 - Αισθητήριο Πίεσης
PT004 - Αισθητήριο Πίεσης
Πολυόργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών πόρτας για την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας στον νέο πίνακα χαμηλής τάσης (άφιξη από τον νέο ΓΠΧΤ εντός του Υποσταθμού 20/0.4)
Πολυόργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών ράγας για την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας στην αντλία θερμότητας θερμαντικής ισχύος 340kW±5% (εγκατάσταση εντός του νέου πίνακα χαμηλής τάσης)
Πολυόργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών ράγας για την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας στην αντλία θερμότητας θερμαντικής ισχύος 390kW±5% (εγκατάσταση εντός του νέου πίνακα χαμηλής τάσης)
Πολυόργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών ράγας για την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας στην αντλία θερμότητας θερμαντικής ισχύος 70kW±5% (εγκατάσταση εντός του νέου πίνακα χαμηλής τάσης)
Πολυόργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών ράγας για την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας στον υποζυγό ηλεκτροδότησης κυκλοφορητών (εγκατάσταση εντός του νέου πίνακα χαμηλής τάσης)
Πολυόργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών ράγας για την μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας στον υποζυγό ηλεκτροδότησης boiler ZNX (εγκατάσταση εντός του νέου πίνακα χαμηλής τάσης)

Η ακριβής θέση εγκατάστασης των θερμιδομετρητών, του ογκομετρητή νερού, καθώς και των αισθητηρίων που παρατίθενται στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζεται στα σχέδια MECH-MN-01 και MECH-MN-02.

Τα πολυόργανα μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών τύπου ράγας, που παρατίθενται στον παραπάνω πίνακα, δύναται να τοποθετηθούν εντός του πίνακα ΑΚΕ3, σε περίπτωση που κριθεί ως προτιμότερη λύση από τον Ανάδοχο και κατόπιν εγκρίσεως από την Επιτροπή Παραλαβής και Παρακολούθησης.

Στους πίνακες αυτοματισμού και των τριών ΑΚΕ, θα περιλαμβάνεται (πέραν του βασικού εξοπλισμού που προαναφέρθηκε παραπάνω) το σύνολο του απαιτούμενου εξοπλισμού και μικροϋλικών για την ορθή λειτουργία του συστήματος, όπως μετασχηματιστές 230/24V, ρευματοδότες, καλώδια, μικροαυτόματοι κλπ.

#### 4.3.8.7 Πολυόργανα μετρήσεων ηλεκτρικών μεγεθών

Τα πολυόργανα μετρήσεων ηλεκτρικών μεγεθών θα συνδέονται με καλώδια FTP Cat6 στους σταθμούς αυτοματισμού. Τα δεδομένα θα μεταφέρονται μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας Modbus TCP.

Η μέτρηση του ρεύματος θα γίνεται μέσω μετασχηματιστών έντασης. Το καλώδιο σύνδεσης των μετασχηματιστών έντασης θα είναι εύκαμπτο, κατάλληλης διατομής. Σε όλες τις περιπτώσεις θα χρησιμοποιηθούν μετασχηματιστές με ρεύμα δευτερεύοντος 5A.

Το πολυόργανο ηλεκτρικών μετρήσεων θα έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιεί μετρήσεις για τις ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές για τουλάχιστον τα παρακάτω μεγέθη:

- Φασική και πολική τιμή τάσης ( $U_{L-N}$  και  $U_{L-L}$ )
- Ένταση ( $I_L$ ,  $I_N$ )
- Ενεργό, άεργο και φαινόμενη ισχύ ανά φάση και συνολικά (P, Q, S)
- Συντελεστή ισχύος ανά φάση και συνολικά ( $\cos\phi$ )
- Συχνότητα (f)

Συνολικά πρόκειται να εγκατασταθούν δύο (2) πολυόργανα πόρτας και δεκατρία (13) ράγας.

#### 4.3.8.8 Θερμιδομετρητές

Θα εγκατασταθούν θερμιδομετρητές τεχνολογίας υπερήχων, σε θέσεις που παρουσιάζονται στα σχετικά σχέδια/μονογραμμικά διαγράμματα (MECH-MN-01 και MECH-MN-02). Η επικοινωνία των θερμιδομετρητών με το σύστημα BEMS θα υλοποιείται μέσω πρωτοκόλλου Modbus RTU, με την τοποθέτηση κατάλληλης κάρτας επικοινωνίας.

Οι θερμιδομετρητές που πρόκειται να εγκατασταθεί περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον:

- Την μονάδα υπολογισμού
- Αισθητήριο θερμοκρασίας Pt500
- Κάρτα τροφοδοσίας AC/DC 24V
- Κάρτα επικοινωνίας θερμιδομετρητή Modbus RTU
- Κυάθια αισθητηρίου, υψηλής ποιότητας χάλυβα
- Καλώδια, φλάντζες και λοιπά μικροϋλικά που απαιτούνται για την ορθή εγκατάσταση και λειτουργία του εξοπλισμού

#### 4.3.8.9 Λοιπά αισθητήρια και μετρητές

Εκτός των προαναφερθέντων πολυοργάνων ηλεκτρικών μετρήσεων και θερμιδομετρητών, πρόκειται να εγκατασταθεί και ενσωματωθεί στο BEMS ο εξής εξοπλισμός:

- Ηλεκτρομαγνητικός ογκομετρητής νερού ZNX, 15 m<sup>3</sup>/h
- Τρία (3) αισθητήρια ροής
- Τέσσερα (4) αισθητήρια θερμοκρασίας
- Τέσσερα (4) αισθητήρια πίεσης

#### 4.3.8.10 Καλωδιώσεις

Για την καλωδίωση των σταθμών αυτοματισμού με τα περιφερειακά υλικά θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου FTP Cat6 ή/και LiYCY κατάλληλης διατομής, σύμφωνα και με τα εγχειρίδια εγκατάστασης (manuals) του κατασκευαστή του προσφερόμενου εξοπλισμού.

Το σύνολο των καλωδιώσεων ασθενών θα οδεύει εντός καναλιών ή σωλήνων προστασίας κατάλληλων διαστάσεων ή διατομών αντίστοιχα. Επιπρόσθετα, θα πρέπει να υπάρχει η απαραίτητη απόσταση από τα καλώδια ισχυρών για την αποφυγή ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών.

#### 4.3.8.11 Απαιτούμενες εργασίες για την υλοποίηση του BEMS – Υποχρεώσεις Αναδόχου

Ο Ανάδοχος θα παρέχει όλες τις απαραίτητες υπηρεσίες για την ορθή εγκατάσταση και λειτουργία του συστήματος BEMS που θα περιλαμβάνουν τουλάχιστον τα εξής:

- Την παρουσίαση της προτεινόμενης σύνθεσης δικτύου.
- Την προμήθεια, μεταφορά, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία του απαιτούμενου εξοπλισμού (βασικού εξοπλισμού που αναφέρεται στις προηγούμενες ενότητες, καθώς και του απαιτούμενου παρελκόμενου εξοπλισμού και μικροϋλικών που απαιτούνται για την ορθή εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία του BEMS).
- Τις απαιτούμενες εργασίες για τον προγραμματισμό και την παραμετροποίηση του συστήματος ελέγχου κτιριακών εγκαταστάσεων.
- Τη διαμόρφωση των ελεγκτών αυτοματισμού / πεδίου για την ενσωμάτωσή τους στο BEMS, ώστε να επιτελούν τις λειτουργίες επιτήρησης / ελέγχου για τις ζητούμενες λειτουργίες που αφορούν στα επιμέρους υποσυστήματα.
- Την επεξεργασία και προγραμματισμό όλων των ελέγχων, λειτουργιών, σηματοδοτήσεων και καταγραφών όλων των συναρτήσεων που περιλαμβάνει το σύστημα ελέγχου των κτιριακών εγκαταστάσεων.
- Τη δημιουργία λίστας σημείων που θα διαθέτει όλες τις καταχωρήσεις που απαιτούνται σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα.
- Την ανασκόπηση και εφαρμογή της τεχνικής περιγραφής του συστήματος.
- Τον ορισμό χρονοπρογραμμάτων, ρυθμίσεων τιμών, και παραμέτρων ελέγχου για την επίτευξη των λειτουργιών που θα καθοριστούν από την επίβλεψη.
- Την εξέταση της τήρησης των στόχων των εγκαταστάσεων, και ιδιαίτερα τους στόχους που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση.
- Τη δημιουργία εγγράφων που σχετίζονται με τις επιλεγμένες συναρτήσεις, την επικοινωνία, την τοπολογία και τους πίνακες αυτοματισμού των κτιριακών εγκαταστάσεων.

Ο Ανάδοχος θα προβεί σε όλες τις απαραίτητες δοκιμές των εγκαταστάσεων του συστήματος που θα περιλαμβάνουν κατ' ελάχιστον τα κάτωθι:

- Τη δημιουργία καταλόγων παραμέτρων και παραμετροποίησης.
- Την εξέταση και εξασφάλιση της επικοινωνίας όλων των συσκευών του κτιριακού αυτοματισμού.
- Το έλεγχο του φορτίου του δικτύου, καθώς και τον χρόνο απόκρισης που προκύπτει.
- Τις δοκιμές των συσκευών συλλογής πληροφοριών, των ψηφιακών ελεγκτών, και όλα των σημείων εισόδων και εξόδων που είναι συνδεδεμένα στους ψηφιακούς ελεγκτές.

- Τις δοκιμές των λειτουργιών ασφαλείας για τον απαιτούμενο έλεγχο και επεξεργασία των αλγορίθμων του συστήματος (π.χ. την αλληλεπίδραση των τεχνικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων και την προσομοίωση των λειτουργιών αστοχίας/βλαβών).
- Την σαφή σήμανση όλων των στοιχείων του δικτύου (ψηφιακών ελεγκτών και περιφερειακών υλικών).
- Τις δοκιμές όλων των σημείων εισόδου και εξόδου του συστήματος και την επιβεβαίωση της ορθής λειτουργίας τους.
- Τον έλεγχο όλων των καλωδιώσεων για την τήρηση της σωστής εγκατάστασης τους σύμφωνα με τα ισχύοντα πρότυπα.
- Τον έλεγχο όλων των απολήξεων των καλωδίων και την παροχή τάσης στου πίνακες αυτοματισμού.
- Τον ορισμό των παραμέτρων που απαιτούνται για την σωστή ρύθμιση των εγκαταστάσεων βάσει των απαιτήσεων της παρούσας μελέτης και των υποδείξεων της Επίβλεψης.
- Τον έλεγχο όλων των αισθητηρίων, ψηφιακών εισόδων, εντολοδοτήσεων και την επίδρασή τους στις σχετικές μηχανολογικές και ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις.
- Την εξέταση της λειτουργίας των συναρτήσεων σύμφωνα με τις προδιαγραφές.
- Την καταγραφή των ρυθμίσεων και των μετρούμενων τιμών.
- Την καταγραφή της συνάρτησης ενεργειακής διαχείρισης.

Ο Ανάδοχος θα παρέχει και τις υπηρεσίες εκπαίδευσης του προσωπικού (που θα υποδειχθεί από την Επίβλεψη) και θα περιλαμβάνουν τουλάχιστον τα παρακάτω θέματα:

- Τη δομή, ιδιότητες και λειτουργίες των εγκαταστάσεων του κεντρικού συστήματος ελέγχου των κτιρίων.
- Την εκπαίδευση σχετικά με το σύνολο των λειτουργιών (Χειριστήρια χώρου, έλεγχος διακοπών, σταθμός διαχείρισης, κλπ.)
- Την λεπτομερή λειτουργία όλων των διεργασιών στον σταθμό διαχείρισης (δημιουργία παρουσίασης, αναλύσεων, καταγραφών στοιχείων, ερμηνεία και χειρισμό των σηματοδοτήσεων και συναγερμών, τη δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας, κλπ.).
- Τη διάγνωση και αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων μέσω του κεντρικού συστήματος.
- Την προσαρμογή απλών λειτουργιών, την εφαρμογή ενημερώσεων κλπ.

## 4.4 Παρεμβάσεις ΑΠΕ

### 4.4.1 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού

Στα πλαίσια της ενεργειακής αναβάθμισης του ΠΕΑΚΙ προτείνεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού σταθμού ισχύος 396,9 kWp και η λειτουργία αυτού υπό το καθεστώς του εικονικού ενεργειακού συμψηφισμού (Virtual Net Metering).

Ο φωτοβολταϊκός σταθμός πρόκειται να εγκατασταθεί επί εδάφους στο τεμάχιο υπ' αριθμ. 8 του αναδασμού τμήμα «Ανατολής», που βρίσκεται στην εκτός σχεδίου περιοχή της κτηματικής περιφέρειας Τοπικής Κοινότητας Ανατολής.

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

Ο ενδεικτικός βασικός εξοπλισμός που έχει επιλεγεί προς εγκατάσταση είναι:

- Φωτοβολταϊκά πλαίσια: 735 τεμ. ονομαστικής ισχύος 540 Wp
- Inverter: 4 τεμ. ονομαστικής ισχύος 100 kWp

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

- Η συνολική ισχύς του φωτοβολταϊκού σταθμού είναι μεγαλύτερη από 395,9 kWp και μικρότερη/ίση με 369,9 kWp (το ανώτατο όριο βάσει της οριστικής προσφοράς σύνδεσης του ΔΕΔΔΗΕ).
- Ο προσφερόμενος εξοπλισμός πληροί τις απαιτήσεις – προδιαγραφές που παρατίθενται στο Τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών της παρούσας μελέτης.
- Ο διαθέσιμος χώρος, όπως αυτός παρουσιάζεται στο τοπογραφικό διάγραμμα και στο αντίστοιχο σχέδιο χωροθέτησης, επαρκεί για την εφαρμογή της προτεινόμενης λύσης.

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

Ο Ανάδοχος, μετά την ανάληψη του έργου, πρέπει να υποβάλλει πλήρη μελέτη, αποτελούμενη από τεχνική περιγραφή, τεχνικά φυλλάδια, σχέδια (χωροθέτησης, μονογραμμικά κλπ) βάσει του εξοπλισμού που θα επιλέξει και σύμφωνα με τα οριζόμενα στο Τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών και στην Ειδική Συγγραφή Υποχρεώσεων (ΕΣΥ).

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης έγινε εκτίμηση του συνολικού κόστους έργων και εργασιών αρμοδιότητας ΔΕΔΔΗΕ για τη σύνδεση του φωτοβολταϊκού σταθμού με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ μέσω νέας παροχής η οποία ανέρχεται σε 32.500,00 € μη συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ. Η εκτίμηση έγινε βάσει παλαιότερης Οριστικής Προσφοράς Σύνδεσης που είχε λάβει το Π.Ε.Α.Κ.Ι. για τον εν λόγω φωτοβολταϊκό σταθμό.

Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να καταβάλει ποσό έως 32.500,00 € μη συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ στο ΔΕΔΔΗΕ για τη σύνδεση του φωτοβολταϊκού σταθμού. Σε περίπτωση που το κόστος των έργων και εργασιών σύνδεσης του φωτοβολταϊκού σταθμού, όπως θα υπολογιστεί από το αρμόδιο τμήμα του ΔΕΔΔΗΕ, υπερβαίνει τις 32.500,00 € μη συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ, τότε το επιπρόσθετο κόστος (πλέον των 32.500,00 €) θα βαρύνει την Αναθέτουσα Αρχή.

#### 4.4.2 Κανονισμοί

Κατά την εκπόνηση της παρούσας μελέτης για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού σταθμού, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω κανονισμοί:

- ΕΛΟΤ 60364 “Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις”
- EN 50618 “Electric cables for photovoltaic systems”
- EN 62852 “Connectors for DC-application in photovoltaic systems – Safety requirements and tests”
- EN IEC 61730-1 “Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 1: Requirements for construction”

- EN 62109-1 “Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 1: General requirements”
- EN 62109-2 “Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 2: Particular requirements for inverters”
- IEC 62116 “Utility-interconnected photovoltaic inverters – Test procedure of islanding prevention measures”
- EN 62446-1 “Photovoltaic (PV) systems – Requirements for testing, documentation and maintenance – Part 1: Grid connected systems – Documentation, commissioning tests and inspection”
- EN 61643-31 “Low-voltage surge protective devices – Part 31: Requirements and test methods for SPDs for photovoltaic installations”
- EN 62561 “Lightning Protection System Components (LPSC)”
- EN 62305 “Protection against lightning”

#### 4.4.3 Φωτοβολταϊκά πλαίσια

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης επιλέχθηκαν μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά πλαίσια, ονομαστικής μέγιστης ισχύος 540 Wp, τεχνολογίας half-cell ώστε να επιτυγχάνεται βέλτιστη απόδοση των κυψελών και κατ’ επέκταση των πλαισίων. Για λόγους ευκολίας και πληρότητας παρατίθενται παρακάτω τα κυριότερα στοιχεία των φωτοβολταϊκών πλαισίων.

1. Ονομαστική ισχύς φωτοβολταϊκού πλαισίου (Wp) σε συνθήκες STC (P = 540 Wp).
2. Τάση ανοικτού κυκλώματος και σημείου μέγιστης ισχύος (Voc = 49,28 V & Vmpp= 41,10 V).
3. Ρεύμα βραχυκύκλωσης και σημείου μέγιστης ισχύος (Isc= 13,89 A & Impp= 13,15 A).
4. Μέγιστο ρεύμα επιστροφής φωτοβολταϊκού πλαισίου (IR= 25 A).
5. Μέγιστη επιτρεπτή τάση συστήματος ίση με 1500 V.
6. Συντελεστής πλήρωσης φωτοβολταϊκού στοιχείου (Fill Factor – FF): ο συντελεστής πλήρωσης στο προσφερόμενο φωτοβολταϊκό πλαίσιο είναι ίσος με 0,7897 και υπολογίζεται ως εξής:  $FF = (V_{mpp} \times I_{mpp}) / (V_{oc} \times I_{sc}) = (41,10 \times 13,15) / (49,28 \times 13,89) = 0,7896$ .
7. Βαθμός απόδοσης φωτοβολταϊκού πλαισίου ίσος με 21,15%.
8. Πλήθος διόδων παράκαμψης ανά κυτίο σύνδεσης φωτοβολταϊκού πλαισίου: 3 bypass δίοδοι.
9. Θερμοκρασίες λειτουργίας φωτοβολταϊκού πλαισίου: -40°C μέχρι 85°C.
10. Ονομαστική Απόκλιση ισχύος (Wp) αποκλειστικά θετική.
11. Θερμοκρασιακός συντελεστής Ρεύματος Βραχυκυκλώσεως (%/°C) ίσος με 0,049 %/ °C.
12. Θερμοκρασιακός συντελεστής Τάσης Ανοικτού Κυκλώματος (%/°C) ίσος με -0,285 %/ °C.
13. Θερμοκρασιακός συντελεστής Μέγιστης Ισχύος Πλαισίου (%/°C) ίσος με -0,360 %/ °C.

Τα εν λόγω φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι πιστοποιημένα κατά IEC 61215, IEC 61730 και είναι κατάλληλα για διάθεση στην Ευρωπαϊκή Ένωση (CE listed).

Η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών πλαισίων επί του στηρικτικού θα γίνει σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή σε σχέση με τα σημεία στήριξης για τη μέγιστη αντοχή έναντι ανεμοπίεσης, της ροπής συσφίξεων και του συνόλου των προδιαγραφών για την τήρηση όλων των σχετικών εγγυήσεων.

#### 4.4.4 Αντιστροφείς

Στα πλαίσια της μελέτης επιλέχθηκαν τριφασικοί αντιστροφείς συστοιχίας (string – inverter) ονομαστικής ισχύος 100 kW, άνευ μετασχηματιστή απομόνωσης, τα κύρια στοιχεία των οποίων παρατίθενται στη συνέχεια.

1. Μέγιστη ισχύς εισόδου: 1.100 V
2. Αριθμός ανεξάρτητων MPP trackers: 10
3. Μέγιστος αριθμός εισόδων συστοιχιών ανά MPPT: 2
4. Μέγιστο ρεύμα ανά MPPT: 26 A.
5. Μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης ανά MPPT: 40 A.
6. Ελάχιστη τάση εκκίνησης λειτουργίας: 200V.
7. Εύρος τάσης για MPPT: από 200V έως και 1.000V
8. Ονομαστική τάση εισόδου: 600V στα 400Vac
9. Συχνότητα: 50Hz
10. Ονομαστική ένταση ρεύματος εξόδου αντιστροφέα: 144,4 A στα 400Vac
11. Μέγιστη ένταση ρεύματος εξόδου αντιστροφέα: 160,4 A στα 400 Vac.
12. Συντελεστή ισχύος: ρυθμιζόμενος από 0,8 επαγωγικός έως και 0,8 χωρητικός.
13. Μέγιστη συνολική αρμονική παραμόρφωση: < 3%.
14. Θερμοκρασιακό εύρος λειτουργίας: -25 °C έως και +60 °C.
15. Βαθμός προστασίας από υγρασία και σκόνη: IP66.
16. Ευρωπαϊκός βαθμός απόδοσης: 98,4% στα 400V.

Ο αντιστροφέας είναι εναρμονισμένος με τα Ελληνικά πρότυπα διασύνδεσης με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ, πληροί τις απαιτήσεις του προτύπου DIN VDE 0126-1-1, και τέλος είναι κατάλληλος για διάθεση στην Ευρωπαϊκή Ένωση (CE listed).

Όπως προαναφέρθηκε, ο Ανάδοχος δύναται να προσφέρει διαφορετικό ισοδύναμο αντιστροφέα, με την προϋπόθεση ότι πληρούνται οι Τεχνικές Προδιαγραφές που παρατίθενται σε ξεχωριστό Τεύχος.

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

#### 4.4.5 Χωροθέτηση φωτοβολταϊκού σταθμού

Στο σχέδιο χωροθέτησης δίνεται η κάτοψη του φωτοβολταϊκού σταθμού και η χωροθέτηση των φωτοβολταϊκών πλαισίων, καθώς και του λοιπού βασικού εξοπλισμού (inverters και Υποσταθμός 20/0.4kV). Η χωροθέτηση έγινε με τα εξής δεδομένα:

- ✓ Η κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ίση με 25°.
- ✓ Η απόσταση μεταξύ των σειρών των φωτοβολταϊκών πλαισίων είναι ίση με 4,8m. Το ύψος των φωτοβολταϊκών σειρών θα είναι ίσο με 1,92 m. Προκύπτει λόγος απόστασης προς ύψος ίσος με 2,5.

#### 4.4.6 Υποσταθμός 20/0,4 kV

Ο φωτοβολταϊκός σταθμός θα συνδεθεί στο δίκτυο Μέσης Τάσης μέσω Υποσταθμού 20/0,4 kV. Ο υποσταθμός θα είναι τύπου κίосκι και θα αποτελείται από τρία (3) τουλάχιστον διαμερίσματα, και συγκεκριμένα:

- α) Διαμέρισμα πίνακα Μέσης Τάσης: Στο χώρο αυτό θα καταλήγουν τα καλώδια (μέσης τάσης) διασύνδεσης με το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ και θα είναι εγκατεστημένος ο πίνακας μέσης τάσης («κυψέλη»). Ο συγκεκριμένος χώρος θα επικοινωνεί με το χώρο του μετασχηματιστή.
- β) Διαμέρισμα μετασχηματιστή: Στο χώρο αυτό θα είναι εγκατεστημένος ο μετασχηματιστής. Ο συγκεκριμένος χώρος θα επικοινωνεί με τα άλλα δύο διαμερίσματα.
- γ) Διαμέρισμα χαμηλής τάσης: Στο χώρο αυτό θα καταλήγουν τα καλώδια χαμηλής τάσης του φωτοβολταϊκού σταθμού, και θα είναι εγκατεστημένος ο γενικός πίνακας χαμηλής τάσης (Πίνακας Αυτοπαραγωγού).

**Επισημαίνεται ότι κατά τη διαστασιολόγηση του εξοπλισμού του υποσταθμού η στάθμη βραχυκύκλωσης του δικτύου πρέπει να θεωρηθεί ίση με 350 MVA.**

##### 4.4.6.1 Πεδία Μέσης Τάσης

Στο διαμέρισμα μέσης τάσης θα υπάρχουν τρεις κυψέλες. Η πρώτη κυψέλη είναι η κυψέλη εισόδου που αποτελεί το πεδίο άφιξης του καλωδίου από τον ιστό του ΔΕΔΔΗΕ και στην οποία θα βρίσκεται ο αποζεύκτης φορτίου. Στη δεύτερη κυψέλη βρίσκονται τα μετρητικά όργανα και ο ηλεκτρονόμος δευτερογενούς προστασίας. Στην τρίτη κυψέλη βρίσκεται η αναχώρηση προς το μετασχηματιστή και ένας Διακόπτης Ισχύος στον οποίον θα επενεργεί ο ηλεκτρονόμος δευτερογενούς προστασίας.

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

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

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

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

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

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

- IEC 62271-200:2021 High-voltage switchgear and controlgear - Part 200: A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

- IEC 62271-103:2021 High-voltage switchgear and controlgear - Part 103: Alternating current switches for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV
- IEC 62271-102:2018 High-voltage switchgear and controlgear - Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches
- IEC 62271-1:2017/AMD1:2021 Amendment 1 - High-voltage switchgear and controlgear - Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controlgear
- IEC 62271-105:2021 High-voltage switchgear and controlgear - Part 105: Alternating current switch-fuse combinations for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV
- IEC 62271-100:2021/COR:2021 Corrigendum 1 - High-voltage switchgear and controlgear - Part 100: Alternating-current circuit-breakers
- IEC 60282-1:2020 High-voltage fuses - Part 1: Current-limiting fuses
- IEC 61869-2:2012 Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for current transformers
- IEC 61869-3:2012 Instrument transformers - Part 3: Additional requirements for voltage transformers

#### 4.4.6.2 Μετασηματιστής

Με γνώμονα τον περιορισμό των απωλειών, θα εγκατασταθεί μετασηματιστής 20/0,4 kV ονομαστικής ισχύος 500 kVA, με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Ελαίου
- Dyn11
- Χαμηλών απωλειών
- Τάση βραχυκύκλωσης  $u_k = 4\%$

Επιπρόσθετα ο μετασηματιστής θα φέρει ηλεκτρονόμο Buchholz, off load tap changer και θερμόμετρο δύο επαφών με Α' βαθμίδα για συναγερμό και Β' βαθμίδα για αφόπλιση. Θα είναι χαμηλών απωλειών σύμφωνα με την οδηγία EU548/2014.

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

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

#### 4.4.6.3 Πίνακας Αυτοπαραγωγού

Ο πίνακας αυτοπαραγωγού θα εγκατασταθεί στο διαμέρισμα χαμηλής τάσης, και σε αυτό θα συνδέονται οι μετατροπείς (inverters) και κάποιες ιδιοκαταναλώσεις του φωτοβολταϊκού σταθμού (φωτισμός, CCTV, σύστημα τηλεμετρίας κλπ.). Η άφιξη από τον κάθε μετατροπέα θα ασφαλίζεται με Αυτόματο Διακόπτη Ισχύος (ΑΔΙ), ενώ οι ιδιοκαταναλώσεις με μικροαυτόματους.

#### 4.4.7 Στηρικτικό σύστημα

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

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

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

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

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

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

##### 4.4.7.1 Μέθοδος έδρασης

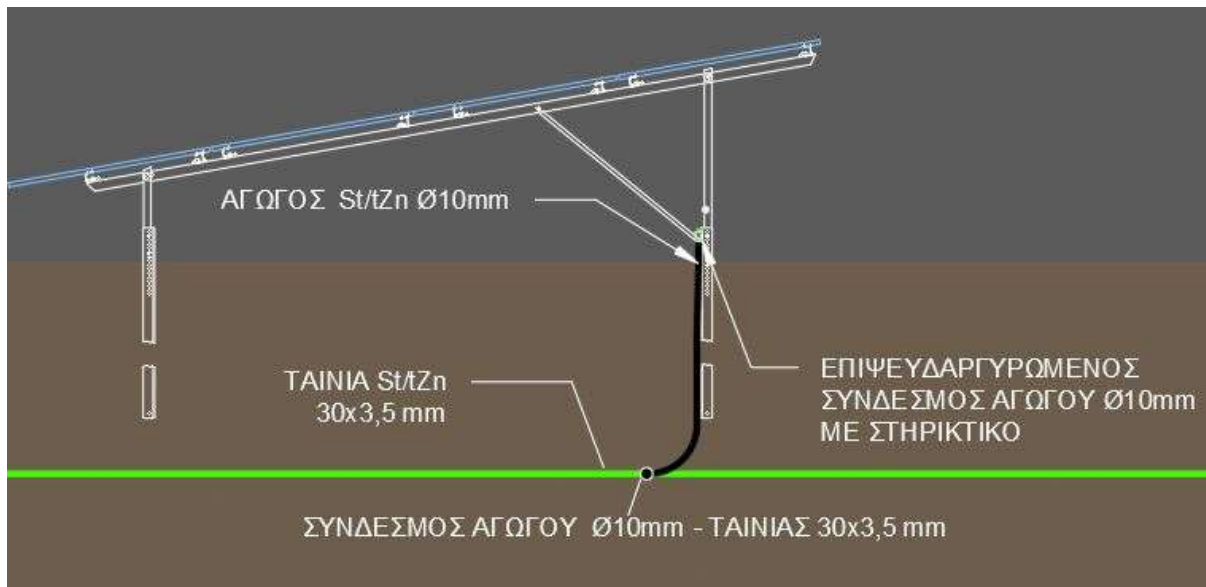
Ως μέθοδος έδρασης του στηρικτικού συστήματος, λόγω των χαρακτηριστικών του εδάφους, προκρίνεται η πασαλλόμπηξη. Για την επιλογή της βέλτιστης μεθόδου έδρασης του στηρικτικού συστήματος, ο οριστικός Ανάδοχος θα πρέπει πριν την έναρξη της κατασκευής, να πραγματοποιήσει δοκιμαστικές εξολκεύσεις (pull-out tests), όπως αυτές περιγράφονται στο Τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών.

#### 4.4.8 Σύστημα γείωσης

Το κύριο σύστημα γείωσης του φωτοβολταϊκού σταθμού θα αποτελείται από την περιμετρική γείωση που θα δημιουργεί βρόγχους και θα συνδέει άμεσα όλες τις σειρές του στηρικτικού μέσω κατάλληλων προδιαγραφόμενων ειδικών τεμαχίων, και τη γείωση του Υποσταθμού ΜΤ/ΧΤ. Τα συστήματα θα είναι διασυνδεδεμένα μεταξύ τους στις μπάρες γείωσης του Υποσταθμού.

Η περιμετρική γείωση του φωτοβολταϊκού σταθμού θα υλοποιηθεί με την εγκατάσταση χαλύβδινης επιψευδαργυρωμένης εν θερμώ ταινίας 30 × 3,5 mm St/tZn. Η ταινία θα πρέπει να εγκατασταθεί με τη μεγάλη επιφάνεια κάθετα στο έδαφος. Για την συγκράτηση της ταινίας με τη μεγάλη επιφάνεια κάθετα στο έδαφος θα χρησιμοποιηθούν κατάλληλα εξαρτήματα – στηρίγματα από St/tZn ανά περίπου 2 μέτρα. Η ταινία θα εγκατασταθεί σε χαντάκι βάθους περί τα 0,5 μέτρα και πλάτους περί τα 0,5 μέτρα.

Για τη σύνδεση του στηρικτικού συστήματος με τον περιμετρικό βρόχο θα χρησιμοποιηθούν χαλύβδινοι εν θερμώ επιψευδαργυρωμένοι (St/tZn) αγωγοί κυκλικής διατομής  $\varnothing 10\text{mm}$ . Για τη σύνδεση της ταινίας με τους αγωγούς θα χρησιμοποιηθούν σφικτήρες St/tZn σύνδεσης αγωγού – ταινίας βαρέως τύπου.



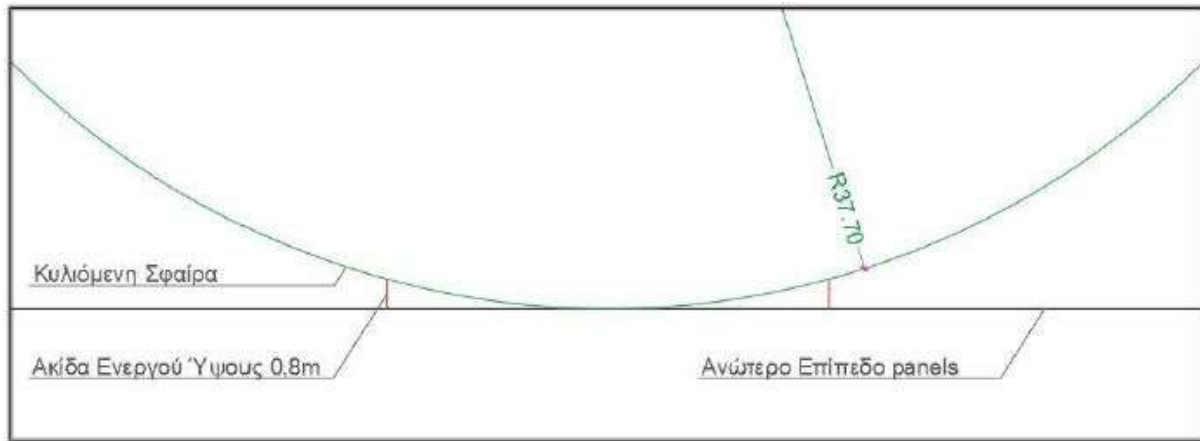
Η γείωση του Υποσταθμού θα πραγματοποιηθεί με τη εγκατάσταση ταινίας 30 × 3,5 mm St/tZn, εντός της τσιμεντένιας βάσης αυτού.

Από τον εξωτερικό περιμετρικό βρόγχο θα πρέπει να προβλεφθούν αναμονές για τη σύνδεση της περίφραξης, των ιστών φωτισμού και των λοιπών περιμετρικών μεταλλικών στοιχείων. Επιπρόσθετα, από το βρόγχο της γείωσης θα πρέπει να προβλεφθούν δύο αναμονές (για λόγους εφεδρείας) προς τον Υποσταθμό.

Όλα τα υλικά γείωσης θα είναι πιστοποιημένα κατά EN 62561.

#### 4.4.9 Σύστημα Αντικεραυνικής Προστασίας

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



### Εγκατάσταση απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων

Πρόκειται να εγκατασταθούν απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων για προστασία από έμμεσα κεραυνικά πλήγματα:

- ✓ Εντός του ηλεκτρικού πίνακα παραγωγής πρόκειται να εγκατασταθούν απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων T1 + T2. Με αυτόν τον τρόπο πρόκειται να επιτευχθεί προστασία έναντι των κρουστικών υπερτάσεων που προέρχονται από το δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ.
- ✓ Ο αντιστροφέας διαθέτει απαγωγούς κρουστικών υπερτάσεων T2 τόσο στην AC όσο και στην DC πλευρά.

Η σύνδεση των απαγωγών (SPD) θα υλοποιηθεί με καλώδιο κατάλληλης διατομής, ώστε να προστατεύεται από το ανάντι μέσο προστασίας του Πίνακα Παραγωγής και να μην απαιτείται επιπρόσθετο μέσο προστασίας.

### 4.4.10 Καλωδιώσεις

#### 4.4.10.1 Καλωδιώσεις dc

Για τις ηλεκτρικές συνδέσεις που πρόκειται να πραγματοποιηθούν υπό συνεχή (dc) τάση θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου solar type, σύμφωνα με το πρότυπο H1Z2Z2\_K για ονομαστική τάση 1500 V.

Θα γίνει εγκατάσταση καλωδίων διαφορετικών χρωμάτων για τους πόλους (-) και (+).

Σημειώνεται ότι το μέγιστο ρεύμα των φωτοβολταϊκών πλαισίων, όπως προκύπτει από τα τεχνικά φυλλάδια είναι 13,89 A. Λαμβάνοντας υπόψη την απαίτηση του προτύπου EN 62446 σχετικά με τη σχεδίαση υπό το κριτήριο του  $1,25 \times I_{sc}$ , το αντίστοιχο ρεύμα σχεδίασης είναι ίσο με 17,37 A. Ως εκ τούτου, επιλέγοντας καλώδια 6 mm<sup>2</sup> η ικανότητα μεταφοράς ρεύματος των 70 A (ακόμη και στους 60°C θερμοκρασίας περιβάλλοντος) είναι επαρκής.

**H1Z2Z2-K**  
**SOLAR ENERGY CPR Eca**
**H1Z2Z2-K**

Numero conduttori	Sezione nominale	Diametro indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Diametro esterno Massimo	Peso indicativo del cavo	Resistenza elettrica a 20°C	Portata di Corrente ammissibile a 60°C	Portate di corrente In CC interrato a 20°C
Cores number	Nominal Section	Approx conductor diameter	Insulation medium thickness	Maximum external diameter	Approx cable weight	Electric resistance at 20°C	Current carrying capacities 60°C	Current carrying burried 20°C
(N°)	(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ohm/km)	(A)	(A)
Unipolare / Single core								
1x	4	2.5	0.7	6.6	58.2	5.09	55	41
1x	6	3.0	0.7	7.4	79.4	3.39	70	52
1x	10	3.9	0.7	8.8	128.4	1.95	98	70
1x	16	5.0	0.7	10.1	184.5	1.24	132	91
1x	25	6.4	0.9	12.5	276.8	0.795	176	118
1x	35	7.7	0.9	14.0	368.8	0.565	218	144
1x	50	9.2	1.0	16.3	557	0.393	276	178
1x	70	11.0	1.1	18.7	767	0.277	347	218
1x	95	12.5	1.1	20.8	989.6	0.210	416	258
1x	120	14.2	1.2	22.8	1232.8	0.164	488	298
1x	150	15.8	1.4	25.5	1540	0.132	566	386
1x	185	17.5	1.6	28.5	1833	0.108	644	515
1x	240	20.1	1.7	32.1	2450	0.0817	775	620

#### 4.4.10.2 Καλωδιώσεις AC Χαμηλής Τάσης

Η καλωδίωση ac χαμηλής τάσης χρησιμοποιείται για τη σύνδεση των inverters με τον πίνακα παραγωγής . Θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου E1VV-R (600/1000V) 4x70mm<sup>2</sup>+35mm<sup>2</sup>.

Επιπρόσθετα καλώδια τύπου E1VV-R κατάλληλης διατομής (ώστε η πτώση τάσης να είναι μικρότερη του 4%), θα χρησιμοποιηθούν για την τροφοδότηση βοηθητικών φορτίων (π.χ. προβολείς, ρευματοδότες κλπ.).

Σε κάθε περίπτωση ο Ανάδοχος έχει την υποχρέωση να υπολογίσει τις σωστές διατομές, βάσει του εξοπλισμού που θα επιλέξει και της τελικής χωροθέτησης του σταθμού.

#### 4.4.10.3 Καλωδιώσεις AC Μέσης Τάσης

Οι καλωδιώσεις ac Μέσης Τάσης χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των πεδίων Μέσης Τάσης του Υποσταθμού με το σημείο σύνδεσης του ΔΕΔΔΗΕ. Τα καλώδια που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν είναι τύπου N2XSY 1x95/16 mm<sup>2</sup>. Πρόκειται να εγκατασταθούν 4 συνολικά καλώδια Μέσης Τάσης (3 για τις τρεις φάσεις και 1 εφεδρικό). Η όδευση των καλωδίων Μέσης Τάσης μεταξύ των πεδίων του Υποσταθμού και του σημείο σύνδεσης με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ πρόκειται να πραγματοποιηθεί υπογειώς εντός πλαστικών σωληνώσεων. Η όδευση των καλωδίων επί της κολώνας Μέσης Τάσης πρόκειται να πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΔΕΔΔΗΕ.

Τα κριτήρια επιλογής διατομής καλωδίων Μέσης Τάσης είναι τρία: (i) η ικανότητα μεταφοράς ρεύματος, (ii) η ικανότητα αντοχής σε ρεύμα υπό βραχυκύκλωμα και (iii) η αναπτυσσόμενη πτώση τάσης κατά μήκος του καλωδίου. Για καλώδια Μέσης Τάσης και για ισχύεις σύμφωνες με την περίπτωση που εξετάζεται το κρίσιμο κριτήριο που καθορίζει τη διατομή των καλωδίων είναι η αντοχή σε βραχυκύκλωμα.

Κατόπιν διενέργειας των σχετικών υπολογισμών, επιλέχθηκε διατομή ίση με 95mm<sup>2</sup>. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα στοιχεία καλωδίων N2XSY ενδεικτικού τύπου.

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

#### 4.4.11 Οδεύσεις καλωδιώσεων

##### 4.4.11.1 Καλωδιώσεις dc

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

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

Σε κάθε περίπτωση η όδευση των καλωδιώσεων θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις του προτύπου EN 62446.

##### 4.4.11.2 Καλωδιώσεις ac χαμηλής τάσης

Τα καλώδια ac χαμηλής τάσης θα οδεύουν εντός κατάλληλου σπιδάλ (σύμφωνα με το Τεύχος Τεχνικών προδιαγραφών), σε χαντάκι βάθους τουλάχιστον 800 mm και πλάτους περί τα 600 mm ώστε ο σωλήνας σπιδάλ να είναι σε βάθος μεγαλύτερο από το όριο των 700 mm.

#### **4.4.11.3 Καλωδιώσεις ac μέσης τάσης**

Η όδευση των καλωδίων Μέσης Τάσης μεταξύ των πεδίων του Υποσταθμού και του σημείο σύνδεσης με το δίκτυο Μέσης Τάσης του ΔΕΔΔΗΕ πρόκειται να πραγματοποιηθεί υπογείως εντός πλαστικών σωληνώσεων. Η όδευση των καλωδίων επί της κολώνας Μέσης Τάσης πρόκειται να πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΔΕΔΔΗΕ.

#### **4.4.12 Περίφραξη**

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

#### **4.4.13 Συστήματα ασφαλείας/Φωτισμός**

Ο πίνακας συναγερμού θα εγκατασταθεί εντός του διαμερίσματος χαμηλής τάσης του υποσταθμού, όπως και οι λοιπές διατάξεις των συστημάτων συναγερμού, φωτισμού και CCTV.

##### **4.4.13.1 Συστήματα περιμετρικής ανίχνευσης παραβίασης περίφραξης**

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

##### **4.4.13.2 Σύστημα παρακολούθησης κλειστού κυκλώματος CCTV**

Αποτελείται από σταθερές κάμερες εξωτερικού χώρου διατεταγμένες στην περίμετρο της εγκατάστασης. Οι κάμερες θα τοποθετηθούν σε ιστούς γαλβανισμένους εν θερμώ. Οι κάμερες θα επιτηρούν τον χώρο και θα καταγράφουν σε όλη την διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Τα δεδομένα θα αποθηκεύονται τοπικά σε σκληρούς δίσκους Η/Υ. Από την στιγμή που διαπιστωθεί παραβίαση του χώρου τα δεδομένα εκτός του ότι θα καταγράφονται τοπικά θα αποστέλλονται και μέσω του δικτύου στην εταιρεία διαχείρισης του συστήματος αλλά και στην Αναθέτουσα.

##### **4.4.13.3 Φωτισμός**

Προς ενίσχυση της ασφάλειας του φωτοβολταϊκού σταθμού, περιμετρικά του σταθμού, θα εγκατασταθεί φωτισμός χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, τεχνολογίας LED. Τα φωτιστικά σώματα θα τοποθετηθούν επί χαλύβδινων ιστών ύψους 3-4 μέτρων, κωνικής οκταγωνικής διατομής, θα συνδέονται με ακροκιβώτιο διπλού ασφαλειοαποζεύκτη και θα εδραστούν επί προκατασκευασμένων βάσεων αγκύρωσης με πλάκα έδρασης. Σε περίπτωση συναγερμού θα δίνεται εντολή για την έναυση των προβολέων.

#### **4.4.14 Σύστημα παρακολούθησης φωτοβολταϊκού σταθμού**

Η λειτουργία και η απόδοση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του φωτοβολταϊκού σταθμού θα ελέγχεται θα παρακολουθείται σε πραγματικό χρόνο τόσο επιτόπου, όσο και απομακρυσμένα μέσω

διαδικτύου, με τις σύγχρονες μεθόδους τηλεμετρίας. Ο έλεγχος και η επιτήρηση της παραγωγής ηλεκτρική ενέργειας του φωτοβολταϊκού συστήματος θα πραγματοποιείται τόσο σε επίπεδο αντιστροφέα, όσο και σε επίπεδο ολόκληρης της μονάδας. Επιπλέον, θα παρακολουθούνται και θα καταγράφονται κρίσιμες παράμετροι, όπως η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου, η θερμοκρασία πάνω στην επιφάνεια των φωτοβολταϊκών πλαισίων, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στο χώρο της εγκατάστασης, προς σύγκριση της θεωρητικά υπολογιζόμενης απόδοσης του συστήματος με την πραγματική απόδοση.

Το σύστημα παρακολούθησης απόδοσης του φωτοβολταϊκού σταθμού θα αποτελείται από:

- Αισθητήρα καταγραφής της ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο κλίσης και προσανατολισμού των Φωτοβολταϊκών πλαισίων
- Αισθητήρα καταγραφής της ταχύτητας του ανέμου και της διεύθυνσης του.
- Αισθητήρα καταγραφής της θερμοκρασίας περιβάλλοντος.
- Αισθητήρα καταγραφής των Φωτοβολταϊκών πλαισίων
- Ηλεκτρονικό Υπολογιστή κατάλληλο για τοποθέτηση σε Rack
- Λογισμικό εποπτείας/παρακολούθησης
- Ενεργό δικτυακό εξοπλισμό

## Παράρτημα Ι – Υδραυλικοί υπολογισμοί του προτεινόμενου συστήματος

### Τυπολόγιο

#### Α. Υπολογισμός του υδραυλικού δικτύου σωληνώσεων:

Ο υπολογισμός των υδραυλικών δικτύων συνίσταται στον υπολογισμό των αντιστάσεων τις οποίες συναντά το ρευστό κατά την όδυσή του. Προσοχή θα πρέπει να δοθεί στα κλειστά κυκλώματα, καθώς δεν λαμβάνεται υπόψη η υψομετρική διαφορά. Η υδραυλική αντίσταση η οποία συναντάται στις διάφορες συσκευές και η οποία δεν δύναται να υπολογισθεί, λαμβάνεται από στοιχεία του κατασκευαστή και προστίθεται σαν ιδιαίτερος όρος στην συνολική πτώση πίεσης, η οποία προκαλείται από:

1. Τη ροή στα ευθύγραμμα τμήματα των σωληνώσεων
2. Τη ροή στα διάφορα εξαρτήματα του δικτύου.

Η ταχύτητα μέσα στους σωλήνες δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 1.2 m/s για σωλήνες μέχρι DN50, για λόγους σπηλαιώσης και υδραυλικού πλήγματος.

Ειδικότερα, οι υπολογισμοί γίνονται με βάση τα παρακάτω:

1. Οι παροχές στα τμήματα που καταλήγουν σε συσκευές καθορίζονται από την απόδοση τους σύμφωνα με τους πίνακες ή τα διαγράμματα του κατασκευαστή, για τις αντίστοιχες συνθήκες θερμοκρασιών περιβάλλοντος, νερού κλπ. Η διατομή του σωλήνα θα επιλεγεί με βάση αυτές τις παροχές.
2. Οι παροχές αθροίζονται στους κόμβους (διακλαδώσεις) του δικτύου.
3. Οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς είναι:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V \quad [3.1.1] \quad (\text{εξίσωση συνέχειας})$$

$$J = \frac{\Delta h}{L} = \frac{\lambda_R}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad [3.1.2] \quad (\text{εξίσωση Darcy})$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_R}} = -2lg \left[ \frac{2,51}{Re \times \sqrt{\lambda_R}} + \frac{k}{d \times 3,71} \right] \quad [3.1.3] \quad (\text{εξίσωση Colebrook})$$

$$Re = \frac{VD}{\nu} \quad [3.1.4] \quad (\text{αριθμός Reynolds})$$

όπου:

Q:	Παροχή σε m <sup>3</sup> /h
D:	Εσωτερική διάμετρος σε m
V:	Μέση ταχύτητα σε m/s
J:	Απώλειες πίεσης ανά μονάδα μήκους σε m/m
Δh:	Απώλειες πίεσης σε mWS
L:	Μήκος αγωγού σε m
λ:	Συντελεστής τριβής
k:	Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα σε mm

Re: Αριθμός Reynolds  
 ν: Ιξώδες νερού σε m<sup>2</sup>/sec

4. Οι τριβές στα εξαρτήματα (γωνίες, ταυ, κρουνοί κλπ) κάθε τμήματος του δικτύου υπολογίζονται με την σχέση:

$$J = \frac{1}{2} \sum \zeta \rho V^2 \quad [3.1.5]$$

όπου:

Σζ: Συνολική αντίσταση των εξαρτημάτων του κλάδου  
 ρ: Πυκνότητα νερού

Οι τιμές των τοπικών αντιστάσεων πάρθηκαν από τον εγχειρίδιο της ASHRAE "FUNDAMENTALS".

Η πτώση πίεσης μέσα σε κάθε συσκευή, υπολογίζεται με βάση την χαρακτηριστική τιμή που δίνει ο κατασκευαστής για δεδομένη παροχή νερού.

### B. Υπολογισμός των Δοχείων Διαστολής:

Τα κλειστά δοχεία διαστολής πρέπει να είναι ικανά να απορροφήσουν τον όγκο διαστολής του νερού χωρίς υπερβολική αύξηση της πίεσης στο δίκτυο. Ο όγκος διαστολής του νερού εξαρτάται από τον όγκο του περιεχομένου στην εγκατάσταση νερού, από τη θερμοκρασία της αρχικής πλήρωσης της εγκατάστασης και από τη θερμοκρασία λειτουργίας.

Για τη διαστασιολόγηση κάθε δοχείου διαστολής λαμβάνονται ως δεδομένα τα εξής:

- Αρχικός όγκος ρευστού  $V_0$  [lt]
- Στατικό ύψος εγκατάστασης  $H_{st}$  [m]
- Ελάχιστη θερμοκρασία νερού  $T_{min}$  [°C]
- Μέγιστη θερμοκρασία νερού  $T_{max}$  [°C]
- Πίεση εκτόνωσης βαλβίδας ασφαλείας  $P_{sv}$  [barg]

Ο όγκος του νερού  $V_0$  που περιέχεται σε κάθε δίκτυο υπολογίζεται ως άθροισμα του νερού που περιέχουν οι σωληνώσεις του δικτύου και ο εξοπλισμός αυτού (buffer, λέβητες, ψύκτες).

Αρχικά υπολογίζεται ο συντελεστής διαστολής του ρευστού  $n$  λόγω αύξησης της θερμοκρασίας από τον τύπο:

$$n = 1 - \left( \rho_{t,max} / \rho_{t,min} \right)$$

Με βάση τον παραπάνω συντελεστή υπολογίζεται ο όγκος διαστολής  $\Delta V_1$  του νερού:

$$\Delta V_1 = V_0 \times n$$

Στη συνέχεια λαμβάνεται μια προσαύξηση  $\Delta V_2$  της τάξης του 0,5% για τον συνολικό όγκο του νερού, ώστε να καλυφθούν πιθανές διαρροές στο σύστημα. Σε κάθε περίπτωση λαμβάνεται ως ελάχιστη προσαύξηση ένας όγκος  $\Delta V_2 = 3$  lt.

Η αρχική πίεση του αερίου  $P_0$  [barg] στο δοχείο διαστολής υπολογίζεται ως εξής:

$$P_0 = \left( H_{st} / 10 \right) + 0,2$$

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει η αρχική πίεση  $P_0$  να είναι τουλάχιστον 0,5 barg.

Η τελική πίεση του αερίου  $P_e$  [barg] στο δοχείο διαστολής λαμβάνεται ίση με το 90% της πίεσης στην οποία εκτονώνεται η βαλβίδα ασφαλείας  $P_{sv}$  [barg].

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο συντελεστής αποδοχής  $\eta_G$  (acceptance factor), που αποτελεί λόγο απόλυτων πιέσεων:

$$\eta_G = (P_e - P_0) / P_e$$

Το μέγεθος του δοχείου διαστολής προκύπτει σύμφωνα με την εξίσωση:

$$V_{gross} = (V_0 + \Delta V_1 + \Delta V_2) / \eta_G$$

Με βάση το μέγεθος αυτό επιλέγεται ένα τυποποιημένο δοχείο διαστολής με ονομαστική χωρητικότητα  $V_{vessel}$  [lt] μεγαλύτερη ή ίση από την υπολογιζόμενη  $V_{gross}$  [lt].

Επίσης για την ορθή διαστασιολόγηση κάθε δοχείου διαστολής, πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη το κριτήριο της πίεσης αρχικής πλήρωσης του, η οποία πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ ορισμένων ορίων. Συγκεκριμένα ορίζονται τα παρακάτω μεγέθη για την ελάχιστη ( $P_{ini,min}$ ) και τη μέγιστη ( $P_{ini,max}$ ) πίεση αρχικής πλήρωσης:

$$P_{ini,min} = \frac{V_{vessel} \times (P_0 + 1)}{(V_{vessel} - \Delta V_2 - V_{e,fill})} - 1$$

$$P_{ini,max} = \frac{V_{vessel} \times (P_0 + 1)}{[V_{vessel} \times (P_0 + 1) / (P_e + 1) + \Delta V_e]} - 1$$

Όπου,

$P_{ini,min}$ :	ελάχιστη πίεση αρχικής πλήρωσης	[bar]
$P_{ini,max}$ :	μέγιστη πίεση αρχικής πλήρωσης	[bar]
$P_0$ :	αρχική πίεση αερίου	[bar]
$V_{vessel}$ :	ονομαστικός όγκος δοχείου διαστολής	[lt]
$\Delta V_2$ :	προσαύξηση όγκου νερού λόγω διαρροών	[lt]
$V_{e,fill}$ :	όγκος διαστολής νερού στη θερμοκρασία πλήρωσης	[lt]
$\Delta V_e$ :	διαφορά όγκου διαστολής νερού μεταξύ θερμοκρασίας πλήρωσης και μέγιστης θερμοκρασίας	[lt]

Σε κάθε περίπτωση η ελάχιστη πίεση αρχικής πλήρωσης  $P_{ini,min}$  [bar] πρέπει να είναι ικανοποιεί την παρακάτω σχέση:

$$P_{ini,min} \geq P_0 + 0,3$$

### Αποτελέσματα

Φυσικές ιδιότητες																	
Είδος Αντιπυκτικού	Προπυλενογλυκόλη																
Ποσοστό αντιπυκτικού μίγματος	[%]	25															
Μέση θερμοκρασία	[°C]	80															
Μέση ειδ. Θερμοχωρητικότητα	[KJ/kgK]	4.050															
Μέση πυκνότητα	[Kg/m3]	986															
Μέσο δυναμικό ιξώδες	[Ns/m2]	0.00067															
Θερμική αγωγιμότητα μονωτικού	W/mK	0.035															
Κλάδος ή Βρόχος (Περιλαμβάνεται και η επιστροφή)	Υλικό σωλήνα	Τραχύτητα k	Μεταφερόμενη Ισχύς P	Διαφορά θερμοκρασίας ΔT	Μήκος Κλάδου L	Παροχή V	Τυποποιημένη Εσωτερική διάμετρος di	Τυποποιημένη Εξωτερική διάμετρος Do	Ποσότητα νερού	Πραγματική Ταχύτητα Ροής u	Ανηγμένη Γραμμική Πτώση Πίεσης R	Άθροισμα Τοπικών Αντιστάσεων Σζ	Τοπική αντίσταση μη προβλεπόμενη X	Γραμμική Πτώση Πίεσης R	Τοπική Πτώση Πίεσης Z	Συνολική Πτώση Πίεσης Κλάδου ΔΡ	Συνολική Πτώση Πίεσης Κλάδου ΔΡ
		[mm]	[Watt]	[°C]	[m]	[m3/h]	[mm]	[mm]	[lt]	[m/s]	[Pa/m]		[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[mmH2O]
K1-EM1	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	340.000	5,0	40,0	61,303	103,10	114,30	333,94	2,04	446,3	40,80	20.000	17852,50	83684,80	121537,31	12153,73
K2-ΠΕ1	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	400.000	20,0	6,0	18,030	77,70	88,90	28,45	1,06	176,0	34,40	11.000	1056,23	18920,72	30976,95	3097,70
K3	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	340.000	20,0	130,0	15,326	66,10	76,10	446,10	1,24	295,7	59,40	10.000	38438,94	45069,40	93508,34	9350,83
K4-EM2	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	362.000	5,0	50,0	65,269	103,10	114,30	417,42	2,17	504,9	40,80	20.000	25245,10	94864,98	140110,08	14011,01
K5-ΠΕ2	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	400.000	20,0	8,0	18,030	77,70	88,90	37,93	1,06	176,0	34,40	11.000	1408,31	18920,72	31329,03	3132,90
K6-ΠΕ3	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	400.000	15,0	20,0	24,040	77,70	88,90	94,83	1,41	308,4	18,00	25.000	6168,92	17600,67	48769,59	4876,96
K7-ΠΕ4	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	100.000	15,0	30,0	6,010	53,10	60,30	66,44	0,75	148,9	18,00	10.000	4467,43	5043,30	19510,74	1951,07
ΣΥ1-K8&9	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	800.000	20,0	20,0	36,060	77,70	88,90	94,83	2,11	683,1	6,80	0	13662,95	14960,57	28623,52	2862,35
K8-ΠΕ1	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	400.000	20,0	4,0	18,030	77,70	88,90	18,97	1,06	176,0	7,10	20.000	704,16	3905,15	24609,30	2460,93
K9-ΠΕ2	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	400.000	20,0	4,0	18,030	77,70	88,90	18,97	1,06	176,0	7,10	20.000	704,16	3905,15	24609,30	2460,93
ΛN3-K10&11	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	200.000	20,0	4,0	9,015	77,70	88,90	18,97	0,53	46,3	29,10	18.001	185,03	4001,40	22187,43	2218,74
K10-ZNX	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	120.000	20,0	50,0	5,409	53,10	60,30	110,73	0,68	121,6	32,90	5.000	6079,17	7466,61	18545,79	1854,58
K11-ΣΥ1	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	100.000	20,0	15,0	4,508	41,90	48,30	20,68	0,91	289,4	30,10	0	4341,55	12236,40	16577,95	1657,80
K12	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	100.000	5,0	12,0	18,030	77,70	88,90	56,90	1,06	176,0	13,20	4.000	2112,47	7260,28	13372,75	1337,27
K13	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	100.000	5,0	8,0	18,030	77,70	88,90	37,93	1,06	176,0	11,80	55.000	1408,31	6490,25	62898,56	6289,86
Kεφ	Χαλυβδοσωλήνας	0,1500	400.000	20,0	4,0	18,030	53,10	60,30	8,86	2,26	1268,5	15,00	0	5073,92	37824,78	42898,70	4289,87

Πίνακας 0.1: Δεδομένα και αποτελέσματα υπολογισμών του υδραυλικού δικτύου σωληνώσεων

Επιλογή Δοχείου Διαστολής																	
α/α	Κωδικός Δοχείου Διαστολής	Αρχική ποσότητα ρευστού $V_0$	Στατικό ύψος έγκατάστασης $H_{st}$	Ποσοστό αντιπυκτικού ρευστού	Μέγιστη Εμφανιζόμενη Θερμοκρασία $T_{max}$	Πίεση εκτόνωσης της βαλβίδας ασφαλείας $P_{sv}$	Συντελεστής Διαστολής ρευστού $n$	Όγκος Διαστολής $\Delta V_1$	Προσαύξη 0,5% $\Delta V_2$	Αρχική πίεση αερίου $P_{0^*}$	Τελική Πίεση $P_e$	Acceptance Factor $A_F$	Υπολογισμένο μέγεθος Δοχείου Διαστολής $V_{gross}$	Τυποποιημένο μέγεθος Δοχείου Διαστολής $V_{vessel}$	Θερμοκρασία περιβάλλοντος κατά την αρχική πλήρωση $\theta_{ππ}$	Έλαχιστη τιμή αρχικής πλήρωσης στους 20°C, $P_{in,min}$	Μέγιστη τιμή αρχικής πλήρωσης στους 20°C, $P_{in,max}$
		[lit]	[m]	[%]	[°C]	[barg]	[%]	[lit]	[lit]	[barg]	[barg]		[lit]	[lit]	[°C]	[barg]	[barg]
1	<a href="#">ΔΔ1</a>	2.000	7,0	10%	80	4,5	2,93%	58,6	68,60	0,9	4,05	0,62	109,98	140	20	1,20	1,51
2	<a href="#">ΔΔ2</a>	1.800	2,0	10%	90	4,5	3,60%	64,8	73,80	0,5	4,05	0,70	104,98	140	20	0,80	1,07
3	<a href="#">ΔΔ3</a>	100	2,0	10%	90	4,5	3,60%	3,6	6,60	0,5	4,05	0,70	9,3887	12	20	1,06	1,61

Πίνακας 0.2: Δεδομένα και αποτελέσματα υπολογισμών των απαιτούμενων δοχείων διαστολής

