

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΟΡΓΑΝΩΣΗΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ, ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΩΝ
Τμήμα Προγραμματισμού και Μελετών

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ
ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ ΑΠΘ

ΘΕΣΗ: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥΠΟΛΗ Α.Π.Θ.

ΤΙΤΛΟΣ ΤΕΥΧΟΥΣ:

Τεχνική Περιγραφή

ΑΑ ΤΕΥΧΟΥΣ:

ΤΕ-01

ΧΡΟΝΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ:

2024

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ Η/Μ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Ν. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ



ΜΕΛΕΤΗ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

ΥΠΟΓΡΑΦΗ

ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ & ΜΕΛΕΤΩΝ

ΕΛΙΣΑΒΕΤ ΤΣΟΓΚΑ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 15/10/2024
ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

ΕΛΕΝΗ ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 15/10/2024
Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΩΝ

ΕΛΙΣΑΒΕΤ ΤΣΟΓΚΑ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 15/10/2024
Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΤΗΣ Δ/ΝΣΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ, ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ
ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΩΝ

ΣΤΥΛΙΑΝΗ ΤΖΑΝΑΚΗ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
2.	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ	6
	2.1 Γενικά	6
	2.2 Υφιστάμενη κατάσταση – τυπολογία.....	6
	2.3 Επεμβάσεις κουφωμάτων	21
	2.3.1 Αποξήλωση υφισταμένων.....	21
	2.3.2 Τύποι νέων κουφωμάτων	21
	2.3.3 Συντελεστές θερμοπερατότητας.....	51
3.	ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	53
	3.1 Στεγάνωση δώματος.....	53
	3.2 Θερμοπρόσοψη και εσωτερική θερμομόνωση δομικών στοιχείων του ορόφου	54
4.	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ – ΑΕΡΙΣΜΟΥ	62
	4.1 Γενικά	62
	4.2 Ισόγειο - Εγκατάσταση Θέρμανσης – Ψύξης – Αερισμού	62
	4.2.1 Εγκατάσταση Αερισμού	62
	4.2.2 Εγκατάσταση Θέρμανσης – Ψύξης	63
	4.3 Όροφος - Εγκατάσταση Θέρμανσης – Ψύξης – Αερισμού	66
	4.4 Στήριξη αεραγωγών δώματος-ορόφου-ισογείου.....	69
5.	ΙΣΧΥΡΑ ΡΕΥΜΑΤΑ.....	70
	5.1 Γενικά	70
	5.2 Τροφοδοσία Δ.Ε.Η. - Μετρητές	70
	5.3 Καλωδιώσεις - Σωληνώσεις	70
	5.4 Πίνακες διανομής.....	71
	5.5 Παρατηρήσεις.....	71
	5.6 Γειώσεις	71
	5.7 Αντικεραυνική Προστασία.....	71
	5.7.1 Γενικά.....	71
	5.7.2 Κανονισμοί – Προδιαγραφές	71
	5.7.3 Κτίρια προς προστασία	72
	5.7.4 ΣΑΠ τύπου κλωβού της Βιβλιοθήκης.....	72
	5.8 Φωτισμός.....	74
	5.8.1 Γενικά.....	74
	5.8.2 Προτεινόμενη Παρέμβαση.....	74
	5.8.3 Κρέμαση Φωτιστικών Σωμάτων	77
	5.8.4 Καλωδίωση.....	79
6.	ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ / BMS	80

6.1	Γενικά	80
6.2	Ελεγκτές Fan Coil Units με επικοινωνία	82
6.3	Βάνες ελέγχου στοιχείου Fan Coil Units	83
6.4	Έλεγχος φωτισμού χώρων	83
6.5	Ηλεκτρικές μετρήσεις εγκαταστάσεων.....	83
6.6	Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες.....	83
6.7	Μονάδες αερισμού-εξαερισμού (VAM)	84
6.8	Αντλίες θερμότητας.....	84
6.9	Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών	84
6.10	Δίκτυο καλωδιώσεων	85
7.	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ	93
7.1	Γενικά	93
7.2	Προϋποθέσεις.....	94
7.3	Διαμόρφωση εγκατάστασης.....	94
7.3.1	Φωτοβολταϊκά πλαίσια.....	94
7.3.2	Βάσεις στήριξης.....	95
7.3.3	Αντιστροφείς	96
7.3.4	Ηλεκτρικός Πίνακας.....	98
7.3.5	Καλωδιώσεις	99
7.3.6	Μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας	99
7.3.7	Γείωση του συστήματος.....	100
7.4	Ενεργειακή Προσέγγιση.....	100

ΛΙΣΤΑ ΤΕΥΧΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ – ΤΕΥΧΩΝ ΔΗΜΟΠΡΑΤΗΣΗΣ

A/A	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΑΑ ΤΕΥΧΟΥΣ	ΤΙΤΛΟΣ ΤΕΥΧΟΥΣ
1	Μελέτη Κλιματισμού – Αερισμού	AC-01	Υπολογισμός Αναγκών Αερισμού
2	Μελέτη Κλιματισμού – Αερισμού	AC-02	Υπολογισμός Δικτύου Αεραγωγών Ισογείου
3	Μελέτη Κλιματισμού – Αερισμού	AC-03	Υπολογισμός Δικτύου Αεραγωγών Ορόφου
4	Μελέτη Κλιματισμού	AC-04	Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων Ισογείου
5	Μελέτη Κλιματισμού	AC-05	Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών Ισογείου
6	Μελέτη Κλιματισμού	AC-06	Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων Ορόφου
7	Μελέτη Κλιματισμού	AC-07	Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών Ορόφου
8	Μελέτη Κλιματισμού	AC-08	Ψυχομετρικοί Υπολογισμοί Ορόφου
9	Μελέτη Κλιματισμού	AC-09	Υπολογισμός Εγκατάστασης F/C Ισόγειο
10	Μελέτη Κλιματισμού	AC-10	Υπολογισμός Εγκατάστασης ΚΚΜ Δώμα
11	Μελέτη Ηλεκτρολογικών	EL-01	Τεύχος Υπολογισμών Ηλεκτρικής Εγκατάστασης
12	Μελέτη Αντικεραυνικής Προστασίας	GR-01	Τεύχος Υπολογισμών Αντικεραυνικής Προστασίας
13	Μελέτη Φωτισμού	L-01	Τεύχος Υπολογισμών Εγκατάστασης Φωτισμού
14	Μελέτη Φωτοβολταϊκών	PV-01	Τεύχος Υπολογισμών Φωτοβολταϊκού Συστήματος
15	Όλες οι μελέτες – ΤΔ	TE-01	Τεχνική περιγραφή
16	Όλες οι μελέτες - ΤΔ	TE-02	Τεχνικές προδιαγραφές
17	Όλες οι μελέτες – ΤΔ	TE-03	Δοκιμές και λειτουργική παραλαβή ηλ/μηχ εγκαταστάσεων
18	Όλες οι μελέτες – ΤΔ	TE-04	Φάκελος ασφάλειας και υγείας έργου
19	Όλες οι μελέτες – ΤΔ	TE-05	Σχέδιο ασφάλειας και υγείας έργου
20	Όλες οι μελέτες – ΤΔ	TE-06	Αναλυτικές Προμετρήσεις
21	Όλες οι μελέτες – ΤΔ	TE-07	Προϋπολογισμός
22	Όλες οι μελέτες – ΤΔ	TE-08	Τιμολόγιο
23	Όλες οι μελέτες – ΤΔ	TE-09	Αναλυτικό Τιμολόγιο
24	Όλες οι μελέτες – ΤΔ	TE-10	Ειδική Συγγραφή Υποχρεώσεων
25	Όλες οι μελέτες – ΤΔ	TE-11	Έντυπο οικονομικής προσφοράς
26	Όλες οι μελέτες – ΤΔ	TE-12	Διακήρυξη (ΣΧΕΔΙΟ)

ΛΙΣΤΑ ΣΧΕΔΙΩΝ Η-Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

A/A	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΑΑ ΣΧΕΔΙΟΥ	ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ
1	Μελέτη Κλιματισμού – Αερισμός	AC-01	Κάτοψη Ισογείου Μελέτη Κλιματισμού – Εγκατάσταση Αερισμού
2	Μελέτη Κλιματισμού	AC-02	Κάτοψη Ορόφου Μελέτη Κλιματισμού – Εγκατάσταση Αερισμού
3	Μελέτη Κλιματισμού	AC-02.1	Σχέδιο Λεπτομερειών Εγκατάστασης Αερισμού Ορόφου
4	Μελέτη Κλιματισμού	AC-02.2	Σχέδιο Λεπτομερειών Εγκατάστασης Αερισμού Στηρίγματα Ορόφου Δώματος
5	Μελέτη Κλιματισμού	AC-03	Κάτοψη Δώματος Μελέτη Κλιματισμού – Εγκατάσταση Αερισμού
6	Μελέτη Κλιματισμού	AC-04	Μονογραμμικό Διάγραμμα Κλιματισμού Ισογείου με fan-coils
7	Μελέτη Κλιματισμού	AC-05	Κάτοψη Ισογείου – Εγκατάσταση FC
8	Μελέτη Κλιματισμού	AC-06	Λειτουργικό Διάγραμμα ΚΚΜ
9	Μελέτη Κλιματισμού	AC-07	Κάτοψη Δώματος – Δίκτυο Σωληνώσεων ΚΚΜ
10	Μελέτη Ηλεκτρολογικών	EL-01	Κάτοψη Ισογείου – Δίκτυο Ισχυρών Ρευμάτων
11	Μελέτη Ηλεκτρολογικών	EL-02	Κάτοψη Ορόφου – Δίκτυο Ισχυρών Ρευμάτων
12	Μελέτη Ηλεκτρολογικών	EL-03	Κάτοψη Δώματος – Δίκτυο Ισχυρών Ρευμάτων
13	Μελέτη Ηλεκτρολογικών	EL-04	Ισόγειο – Μονογραμμικό Πίνακα Α
14	Μελέτη Ηλεκτρολογικών	EL-05	Ισόγειο – Μονογραμμικό Πίνακα Β
15	Μελέτη Ηλεκτρολογικών	EL-06	Όροφος – Μονογραμμικό Πίνακα Α
16	Μελέτη Ηλεκτρολογικών	EL-07	Δώμα – Μονογραμμικό Πίνακα Α
17	Μελέτη Ηλεκτρολογικών	EL-08	Υπόγειο – Μονογραμμικό Πίνακα Α
18	Μελέτη Αντικεραυνικής Προστασίας	GR-01	Κάτοψη Δώματος – Αντικεραυνική Προστασία
19	Μελέτη Φωτισμού	L-01	Κάτοψη Ισογείου – Μελέτη Φωτισμού
20	Μελέτη Φωτισμού	L-02	Κάτοψη Ορόφου – Μελέτη Φωτισμού
21	Μελέτη Φωτισμού	L-02.1	Σχέδιο Λεπτομερειών Εγκ/σης Φωτισμού Στηρίγματα Ορόφου
22	Μελέτη Φωτοβολταϊκών	PV-01	Κάτοψη Δώματος –Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση
23	Μελέτη Φωτοβολταϊκών	PV-02	Δώμα – Μονογραμμικό Πίνακα Φωτοβολταϊκών
24	Μελέτη Συστήματος BMS	BMS-01	Τοπολογία BMS Ισόγειο
25	Μελέτη Συστήματος BMS	BMS-02	Τοπολογία BMS Όροφος
26	Μελέτη Συστήματος BMS	BMS-03	Τοπολογία BMS Δώματος
27	Μελέτη Συστήματος BMS	BMS-04	Κάτοψη Ισογείου - BMS
28	Μελέτη Συστήματος BMS	BMS-05	Κάτοψη Ορόφου – BMS

ΛΙΣΤΑ ΣΧΕΔΙΩΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ

A/A	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ	ΤΙΤΛΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ
1	Μελέτη Αντικατάστασης Κουφωμάτων	ΑΙΘ-1	ΑΙΘ-1-Κάτοψη Ισογείου
2	Μελέτη Αντικατάστασης Κουφωμάτων	ΑΙΘ-2	ΑΙΘ-2-Κάτοψη ορόφου
3	Μελέτη Αντικατάστασης Κουφωμάτων	ΠΕΡ-0.1	ΠΕΡ-0.1-Κάτοψη Ισογείου -ΝΑ ΟΨΗ
4	Μελέτη Αντικατάστασης Κουφωμάτων	ΠΕΡ-0.2	ΠΕΡ-0.2- Κάτοψη Ισογείου -ΝΔ ΟΨΗ
5	Μελέτη Αντικατάστασης Κουφωμάτων	ΠΕΡ-0.3	ΠΕΡ-0.3- Κάτοψη Ισογείου -ΒΔ ΟΨΗ
6	Μελέτη Αντικατάστασης Κουφωμάτων	ΠΕΡ-0.4	ΠΕΡ-0.4- Κάτοψη Ισογείου -ΒΑ ΟΨΗ
7	Μελέτη Αντικατάστασης Κουφωμάτων	ΠΕΡ-1.1	ΠΕΡ-1.1- Κάτοψη Ορόφου -ΒΔ ΟΨΗ
8	Μελέτη Αντικατάστασης Κουφωμάτων	ΠΕΡ-1.2	ΠΕΡ-1.2- Κάτοψη Ορόφου -ΝΔ ΟΨΗ
9	Μελέτη Αντικατάστασης Κουφωμάτων	ΠΕΡ-1.3	ΠΕΡ-1.3- Κάτοψη Ορόφου -ΝΑ ΟΨΗ
10	Μελέτη Αντικατάστασης Κουφωμάτων	ΠΕΡ-1.4	ΠΕΡ-1.4- Κάτοψη Ορόφου -ΒΑ ΟΨΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Το κτίριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης του Α.Π.Θ. βρίσκεται στο κέντρο της Πανεπιστημιούπολης, θεμελιώθηκε το 1964 και λειτούργησε το 1974. Αποτελείται από το ισόγειο, που στεγάζει τις Διοικητικές υπηρεσίες και το Αμφιθέατρο, έναν όροφο, στον οποίο βρίσκεται το 1.300 θέσεων Φοιτητικό Αναγνωστήριο και από υπόγειο που στεγάζει κυρίως τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του κτιρίου.

Σημειώνεται ιδιαίτερα ότι, πρόκειται για κτίριο, το οποίο λόγω της φύσης της λειτουργίας του, χαρακτηρίζεται ως κτίριο υψηλής χρηστικότητας. Φιλοξενεί καθημερινά και για πολλές ώρες εκατοντάδες μελών της Πανεπιστημιακής κοινότητας. Συγκεκριμένα το Αναγνωστήριο λειτουργεί καθημερινά από τις 8 π.μ. έως τις 2 π.μ., ενώ κατά τη διάρκεια των εξεταστικών περιόδων συνολικής διάρκειας 6 μηνών, το Αναγνωστήριο **λειτουργεί σε 24ωρη βάση** και εκτιμάται ότι **εξυπηρετεί ημερησίως έως 3.000 φοιτητές**.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το κτίριο της Βιβλιοθήκης είναι το μοναδικό κτίριο στην Πανεπιστημιούπολη που παρέχει σε φοιτητές/φοιτήτριες με οπτική βλάβη, ή/και με αντιληπτική ή αναγνωστική αναπηρία, ή/και με σωματική ανικανότητα (Νόμος 4672/2020 – ΦΕΚ 48/Α/4-3-2020) τρεις σταθμούς εργασίας με εξειδικευμένο εξοπλισμό για την φοίτηση τους.

Το κτίριο, λόγω ακριβώς της χρονολογίας ανέγερσής του, κατασκευάστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τους κανόνες της εποχής. Πρόκειται επομένως για ένα κτίριο, με ορόφους με μεγάλο ύψος (5,5-6m) και μεγάλα ανοίγματα που χαρακτηρίζεται από έλλειψη θερμομόνωσης, κουφώματα που δεν πληρούν τους συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας και συστήματα θέρμανσης-κλιματισμού-αερισμού παλαιά, ενεργοβόρα, που δεν καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών. Αποτελεί επομένως ένα κτίριο ενεργοβόρο, προκαλεί επιβάρυνση στο περιβάλλον, απαιτεί υψηλό λειτουργικό κόστος και δεν δημιουργεί ευχάριστες συνθήκες (ζέστη, κρύο) τόσο στους εργαζόμενους όσο και στους φοιτητές.

Αποδεικτικό της υπάρχουσας κατάστασης αποτελεί το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης του κτιρίου, **το οποίο κατατάσσει το κτίριο στην κατηγορία Z**, δηλ. σε κατηγορία πολύ χαμηλής ενεργειακής απόδοσης.

Οι προτεινόμενες εργασίες ενεργειακής αναβάθμισης περιλαμβάνουν:

1. αντικατάσταση των εξωτερικών κουφωμάτων και των κουφωμάτων αιθρίου,
2. θερμομόνωση του δώματος και θερμοπρόσοψη του δαπέδου ορόφου (pilotis) και των ποδιών των παραθύρων στην ΝΑ και ΒΑ όψη του κτιρίου,
3. αντικατάσταση του συστήματος ψύξης-θέρμανσης-κλιματισμού,
4. αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων με led,
5. τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ στο δώμα και
6. εγκατάσταση διατάξεων αυτόματου ελέγχου και εξ αποστάσεως παρακολούθησης.

Με τις παρεμβάσεις αυτές το κτίριο κατατάσσεται στην B+ ενεργειακή κατηγορία.

2. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

2.1 Γενικά

Η μεγαλύτερη επιφάνεια των εξωτερικών κάθετων δομικών στοιχείων του προς μελέτη κτιρίου αποτελείται από σταθερούς και ανοιγόμενους υαλοπίνακες. Τα κουφώματα του ισογείου καθώς και το υαλοστάσιο της βορειοανατολικής όψης του αιθρίου του ορόφου είναι διαβρωμένα, πεταλαιωμένα, κακής συναρμογής αεροστεγανότητας και με πολλές αστοχίες. Τα υπόλοιπα κουφώματα του ορόφου είναι μεν σε καλύτερη κατάσταση αλλά και πάλι η ενεργειακή τους συμπεριφορά χρήζει βελτίωσης. Έτσι, προκρίθηκε η αντικατάστασή του συνόλου των κουφωμάτων του ισογείου και του ορόφου με νέα, τύπου αλουμινίου με διπλό τζάμι, χαμηλού συντελεστή θερμοπερατότητας. Τα νέα κουφώματα που θα τοποθετηθούν θα είναι εργοστασιακής σειράς, βιομηχανοποιημένης και πιστοποιημένης κατά ISO 9001:2015. Τέλος, οι κατασκευές κατά την υλοποίηση του έργου θα συνοδεύονται από πενταετής εγγυήσεις καλής λειτουργίας και τις εγγυήσεις εξαρτημάτων από τους εκάστοτε προμηθευτές.

2.2 Υφιστάμενη κατάσταση – τυπολογία

Τα κουφώματα του ισογείου είναι μεταλλικά μονού υαλοπίνακα με πλαίσιο 7,5cm και συντελεστών θερμοπερατότητας υψηλούς ($>4 \text{ W/m}^2\text{K}$). Το ίδιο ισχύει και σε ότι αφορά το υαλοστάσιο του ισογείου και του ορόφου της βορειοανατολικής όψης του αιθρίου. Τα μεταλλικά κουφώματα μονού υαλοπίνακα του αιθρίου στο ισόγειο είναι κυρίως μη ανοιγόμενα και περιλαμβάνουν δύο γυάλινες πόρτες προς το αίθριο και τέσσερα συρόμενα κουφώματα (ΒΔ, ΝΔ όψεις). Επίσης, στις ΒΔ, ΝΔ και ΝΑ όψεις διακρίνονται και συρόμενα κουφώματα αλουμινίου διπλού υαλοπίνακα με πλαίσιο 7,5cm και συντελεστών θερμοπερατότητας υψηλούς ($>4 \text{ W/m}^2\text{K}$). Τέλος, διακρίνονται μεταλλικές πόρτες εισόδου που διαθέτουν μονό υαλοπίνακα, με σταθερά και ανοιγόμενα τμήματα, χωρίς αεροστεγανότητα. Οι πόρτες, τα κουφώματα ισογείου καθώς και το υαλοστάσιο της βορειοανατολικής όψης του αιθρίου είναι πεταλαιωμένα, κακής συναρμογής αεροστεγανότητας και με πολλές αστοχίες.

Τα κουφώματα στον όροφο των όψεων του αιθρίου εκτός της ΒΑ είναι μεταλλικά διπλού υαλοπίνακα, με πλαίσιο 7,5cm, μικρού διακένου και συντελεστών θερμοπερατότητας υψηλούς ($>4 \text{ W/m}^2\text{K}$). Τα μεταλλικά κουφώματα διπλού υαλοπίνακα του αιθρίου στον όροφο περιλαμβάνουν ανοίγματα τύπου φεγγίτη σε όλες τις όψεις του αιθρίου εκτός της βορειοανατολικής (υαλοστάσιο μονού τζαμιού). Σε όλες τις όψεις του ορόφου διακρίνονται τόσο ανοιγόμενα (στην πλειοψηφία επάλληλα συρόμενα) κουφώματα, όσο και σταθερά κουφώματα. Οι πόρτες του ορόφου είναι μεταλλικές με διπλό υαλοπίνακα, με σταθερά και ανοιγόμενα τμήματα, χαμηλής αεροστεγανότητας.

Στη συνέχεια παρατίθενται φωτογραφίες και αναλυτικά οι διαστάσεις όλων των ανοιγμάτων, ανά επίπεδο και προσανατολισμό του κτιρίου. Η πρόταση αφορά σε αντικατάσταση του συνόλου των κουφωμάτων της βιβλιοθήκης του Α.Π.Θ., με συντελεστή θερμοπερατότητας τέτοιο ώστε να μειώνονται σημαντικά οι απώλειες του κτιρίου.

Πίνακας 2.1. Κατάσταση κουφωμάτων προς αντικατάσταση

ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ ΑΙΘΡΟΥ (ΝΔΑ.0 & ΝΔΑ.1)

ΙΣΤΙΟ	ΠΑΡΑΘΥΡΑ		ΥΛΟΤΑΣΙΑ												ΠΟΡΤΕΣ	
	2,07Χ0,80		1,96Χ4,59		2,07Χ4,59		2,09Χ4,59		12,22Χ4,35		2,07Χ3,79					
	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΛΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΛΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΛΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΛΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΛΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΛΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΛΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΛΑΔ.
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	3,31	2	17,99	1	9,50	1	9,59	-	-	1	53,16	-	-	-	-	-
2	3,31	2	17,99	1	9,50	1	9,59	1	9,59	1	53,16	2	15,69	2	15,69	0



ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ ΟΥΣΗ ΑΙΘΡΙΟΥ (ΒΔΑ.0 & ΒΔΑ.1)

	ΠΑΡΑΘΥΡΑ				ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ								ΠΟΡΤΕΣ							
	2.00X0.80		2.17X0.80		2.12X4.59		2.00X4.59		2.17X4.59		2.16X4.59		1.37X4.59		2.00X3.79		2.17X3.79			
	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.		
ΟΡΟΦΟΣ	1	1,60	1	1,74	1	9,73	1	9,18	2	19,92	1	9,91	1	6,29	1	7,58	1	8,22		
ΣΥΝΟΛΟ	1	1,60	1	1,74	1	9,73	1	9,18	2	19,92	1	9,91	1	6,29	1	7,58	1	8,22	0	0

	ΠΑΡΑΘΥΡΑ		ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ				ΠΟΡΤΕΣ			
	2.20X1.43		2.20X2.15		2.20X4.35		2.20X2.20			
	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.		
ΙΣΟΓΕΙΟ	2	6,29	3	14,19	5	47,85	2	3,39	1	4,84
ΣΥΝΟΛΟ	2	6,29	3	14,19	5	47,85	2	3,39	1	4,84



ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΩΨΗ ΑΙΘΡΟΥ (ΝΑΑ.0 & ΝΑΑ.1)

		ΠΑΡΑΘΥΡΑ				ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ				ΠΟΡΤΕΣ			
2,00Χ0,80		2,17Χ0,80		2,12Χ4,59		2,00Χ4,59		2,17Χ4,59		2,00Χ3,79		2,17Χ3,79	
ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.
1	1,60	1	1,74	1	9,73	1	9,18	2	19,92	1	6,29	1	7,58
1	1,60	1	1,74	1	9,73	1	9,18	2	19,92	1	6,29	1	7,58
ΟΡΟΦΟΣ													
ΣΥΝΟΛΟ													

		ΠΑΡΑΘΥΡΑ				ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ				ΠΟΡΤΕΣ			
2,20Χ1,43		2,20Χ2,15		2,20Χ4,35		2,20Χ0,77		2,20Χ2,20		2,20Χ2,20		2,20Χ2,20	
ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.
2	6,29	3	14,19	5	47,85	2	3,39	1	4,84				
2	6,29	3	14,19	5	47,85	2	3,39	1	4,84				
ΙΣΟΓΕΙΟ													
ΣΥΝΟΛΟ													



ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ ΑΙΘΡΟΥ (ΒΑΑ.0)

ΠΟΣΟΤ.	ΠΑΡΑΘΥΡΑ		ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ		ΠΟΡΤΕΣ	
	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.
-	-	1	129,04	1	-	-
ΙΣΟΓΕΙΟ & ΟΡΟΦΟΣ						
ΣΥΝΟΛΟ		1	129,04	1	-	-



ΛΟΙΠΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΒΟΡΕΙΟΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ (ΒΔΠ.0 & ΒΔΠ.1)

ΠΑΡΑΘΥΡΑ		ΥΑΛΟΤΑΞΙΑ												ΠΟΡΤΕΣ								
2,08Χ1,20		1,55Χ0,95		2,63Χ4,37		2,08Χ4,37		1,97Χ2,27		2,02Χ2,27		12,19Χ0,95		2,08Χ2,27		2,08Χ0,90		1,97Χ2,10		2,02Χ2,10		
ΠΟΣΟΤ	ΕΜΒΑΔ	ΠΟΣΟΤ	ΕΜΒΑΔ	ΠΟΣΟΤ	ΕΜΒΑΔ	ΠΟΣΟΤ	ΕΜΒΑΔ	ΠΟΣΟΤ	ΕΜΒΑΔ	ΠΟΣΟΤ	ΕΜΒΑΔ	ΠΟΣΟΤ	ΕΜΒΑΔ	ΠΟΣΟΤ	ΕΜΒΑΔ	ΠΟΣΟΤ	ΕΜΒΑΔ	ΠΟΣΟΤ	ΕΜΒΑΔ	ΠΟΣΟΤ	ΕΜΒΑΔ	
3	7,49	3	4,42	1	11,49	7	63,63	2	8,94	2	9,17	1	11,58	3	14,16	3	5,61	2	8,27	2	8,48	
3	7,49	3	4,42	1	11,49	7	63,63	2	8,94	2	9,17	1	11,58	3	14,16	3	5,61	2	8,27	2	8,48	
ΙΣΟΓΕΙΟ																						
ΣΥΝΟΛ																						
0																						



ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ ΚΥΛΙΚΕΙΟΥ

	ΠΑΡΑΘΥΡΑ				ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ												ΠΟΡΤΕΣ			
	0,52Χ0,94		1Χ0,94		2,69Χ4,37		2,02Χ2,16		2,08Χ4,37		2,07Χ4,37		2,07Χ2,21		2,07Χ1,22		0,55Χ0,94		2,02Χ2,21	
	ΠΟΣΙΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΙΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΙΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΙΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΙΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΙΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΙΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΙΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΙΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΙΤ.	ΕΜΒΑΔ.
ΙΣΤΕΙΟ	1	0,49	1	0,94	1	11,76	2	8,73	2	18,18	1	9,05	1	4,57	1	2,53	1	0,52	2	8,93
ΣΥΝΟΛΟ	1	0,49	1	0,94	1	11,76	2	8,73	2	18,18	1	9,05	1	4,57	1	2,53	1	0,52	2	8,93

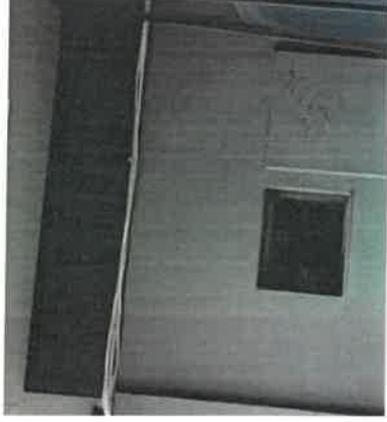


ΟΡΟΦΟΣ	ΠΑΡΑΘΥΡΑ		ΥΛΟΣΤΑΣΙΑ												ΠΟΡΤΕΣ					
	2,10x1,37		2,32x5,35		1,51x5,35		2,16x3,17		0,24x2,18		2,20x5,35		2,10x3,25		2,10x0,73		1,12x5,35		1,68x2,18	
	ΠΟΣΤ.	ΕΜΒΑΔ.																		
10	28,77	1	12,41	1	8,08	1	6,85	2	1,05	18	211,86	10	68,25	10	15,33	2	11,98	1	3,66	
10	28,77	1	12,41	1	8,08	1	6,85	2	1,05	18	211,86	10	68,25	10	15,33	2	11,98	1	3,66	
ΣΥΝΟΛΟ																				



ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ (ΒΑΠ.1)

	ΠΑΡΑΘΥΡΑ		ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ				ΠΟΡΤΕΣ	
	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.
		4,11Χ0,95		3,15Χ0,95		12,15Χ0,98		
ΙΣΟΓΕΙΟ	1	0,76	1	3,90	1	2,99	1	11,91
ΣΥΝΟΛΟ	1	0,76	1	3,90	1	2,99	1	11,91



ΠΑΡΑΦΥΡΑ	ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ												ΠΟΡΤΕΣ					
	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	1,81Χ4,62	2,20Χ4,62	2,10Χ3,25	2,24Χ5,35	1,01Χ4,62	0,83Χ2,32	4,25Χ3,03		2,04Χ2,32							
		ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.					
ΟΡΟΦΟΣ	5	14,39	1	8,36	10	101,64	5	34,13	1	11,98	1	4,67	2	3,85	1	12,88	1	4,73
ΣΥΝΟΛΟ	5	14,39	1	8,36	10	101,64	5	34,13	1	11,98	1	4,67	2	3,85	1	12,88	1	4,73



5. ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ (ΝΔΠ.0 & ΝΔΠ.1)

	ΠΑΡΑΘΥΡΑ				ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ								ΠΟΡΤΕΣ					
	2,10Χ1,51		1,97Χ1,51		2,10Χ4,37		2,13Χ0,75		2,13Χ2,11		1,97Χ0,75		1,97Χ2,11					
	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.				
ΙΣΟΓΕΙΟ	3	9,51	2	6,49	1	2,97	12	110,124	5	7,99	5	22,47	1	1,48	1	4,16	-	-
ΣΥΝΟΛΟ	3	9,51	2	6,49	1	2,97	12	110,124	5	7,99	5	22,47	1	1,48	1	4,16	-	-



ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΥΑΛΟΣΙΛΙΑ						ΠΟΡΤΕΣ						
	2.10X1,37		1,81X5,35		1,01X5,35		2,20X5,35		2,10X3,25		2,10X0,73		
ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.
6	17,26	1	9,68	1	5,40	12	141,24	6	40,95	6	9,20	-	-
6	17,26	1	9,68	1	5,40	12	141,24	6	40,95	6	9,20	-	-
ΟΡΟΦΟΣ													
ΣΥΝΟΛΟ													



6. ΝΟΤΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ (ΝΑΠ.0 & ΝΑΠ.1)

		ΠΑΡΑΘΥΡΑ						ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ											
1,55X0,95		2,23X1,20		2,16X1,18		12,19X0,95		2,16X4,37		2,22X4,37		1,64X2,48		2,23X0,95		2,23X2,22			
ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.		
3	4,42	1	2,68	2	5,09	1	11,58	1	9,44	1	9,70	2	1,12	1	4,07	1	2,12	1	4,95
3	4,42	1	2,68	2	5,09	1	11,58	1	9,44	1	9,70	2	1,12	1	4,07	1	2,12	1	4,95
		ΠΑΡΑΘΥΡΑ						ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ						ΠΟΡΤΕΣ					
2,20X1,18		3,24X1,18		3,18X1,33		3,18X2,07		2,16X2,22		2,16X0,97		0,50X1,18		3,20X2,22		1,05X1,89			
ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.		
1	2,60	8	30,59	1	4,23	1	6,58	2	9,59	2	4,19	2	1,18	1	7,10	8	57,54	1	1,98
1	2,60	8	30,59	1	4,23	1	6,58	2	9,59	2	4,19	2	1,18	1	7,10	8	57,54	1	1,98



ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ												
	2,10x1,37		1,51x4,62		2,29x4,62		2,20x4,62		2,10x3,25		ΠΟΡΤΕΣ		
ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.	ΠΟΣΟΤ.	ΕΜΒΑΔ.
10	28,77	1	6,98	1	10,58	20	203,28	10	68,25	-	-	-	-
ΟΡΟΦΟΣ													
10	28,77	1	6,98	1	10,58	20	203,28	10	68,25	-	-	-	-
ΣΥΝΟΛΟ													



2.3 Επεμβάσεις κουφωμάτων

2.3.1 Αποξήλωση υφισταμένων

Όλα τα υφιστάμενα κουφώματα που έχουν δοθεί στους προηγούμενους πίνακες θα αποξηλωθούν και θα απομακρυνθούν, με στόχο να αντικατασταθούν από νέα κουφώματα αλουμινίου, διαφόρων διαστάσεων και τυπολογίας. Ακόμα θα αφαιρεθούν οι υφιστάμενες σιδηροδοκοί καθώς και τα σιδερένια ελάσματα που χρησιμοποιούνται για την στήριξη των κουφωμάτων.

Η αποξήλωση δεν αφορά στην μαρμαροποδιά του κάθε κουφώματος, η οποία παραμένει. Για να μειωθούν όμως οι θερμογέφυρες, θα γίνουν παρεμβάσεις με το τρόπο που αναφέρεται στο τεύχος προδιαγραφών της θερμομόνωσης.

2.3.2 Τύποι νέων κουφωμάτων

Τα κουφώματα που θα αντικαταστήσουν την υφιστάμενη κατάσταση θα ακολουθήσουν την ίδια φιλοσοφία τυπολογίας. Ωστόσο, θα γίνουν κάποιες σημαντικές αλλαγές σχετιζόμενες με ζητήματα ασφαλείας. Συγκεκριμένα, τα συρόμενα κουφώματα θα αντικατασταθούν από ανοιγοανακλινόμενα, με κλειδαριά στις χειρολαβές τους, ώστε να δύνανται να ανοίξουν μόνο από το προσωπικό του πανεπιστημίου, αφήνοντας ελεύθερη την επιλογή ανάκλισης από τους χρήστες. Ακόμα, σε όλη την περίμετρο του ισογείου και του πρώτου ορόφου, αλλά και στο αίθριο στον πρώτο όροφο, οι υαλοπίνακες θα είναι δίδυμοι με τζάμι τρίπλεξ (Laminated 4mm + 4mm με μεμβράνη χαμηλής επίστρωσης low-e, κενό 14-18 mm και πλήρωση με αργό αέριο (argon 90%), Laminated 4mm + 4mm) έως το ύψος των 2-2,40m από το δάπεδο, όπως φαίνεται στα αντίστοιχα σχέδια. Οι υπόλοιποι υαλοπίνακες θα είναι απλοί δίδυμοι (4mm με μεμβράνη χαμηλής επίστρωσης low-e, κενό 14-18 mm και πλήρωση με αργό αέριο (argon 90%), 4mm), ενώ σε σημεία που έχουν προσδιοριστεί, από τα οποία θα γίνεται διέλευση αεραγωγών και σωληνώσεων, θα τοποθετηθούν πάνελ πάχους 30mm, με πυρήνα θερμομονωτικού υλικού (πολυουρεθάνης ή ομοίου) και περίβλημα φύλλου αλουμινίου βαμμένο με ίδιο χρωματισμό με των κουφωμάτων.

Σημειώνεται ότι ενώ έχει ακολουθηθεί γενικά η ίδια τυπολογία έχουν γίνει κάποιες αλλαγές σχετικά με τις θύρες του ισογείου προς το αίθριο, οι οποίες έχουν μετατοπιστεί από την πρότερη θέση τους. Για τις θύρες αυτές θα κατασκευαστούν πλατύσκαλα, σύμφωνα με τις υποδείξεις της τεχνικής υπηρεσίας.

Τα νέα κουφώματα θα είναι σύμφωνα με τις αντίστοιχες προδιαγραφές της μελέτης για κάθε μία από τις έξι κατηγορίες κατασκευών:

ΑΙΘΡΙΟ ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑ ΟΨΕΩΣ 12Α

ΑΙΘΡΙΟ ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑ ΣΤΑΘΕΡΟ ΜΕ ΑΝΟΙΓΟΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΑ

ΙΣΟΓΕΙΟ ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑ ΣΤΑΘΕΡΟ ΜΕ ΑΝΟΙΓΟΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΑ

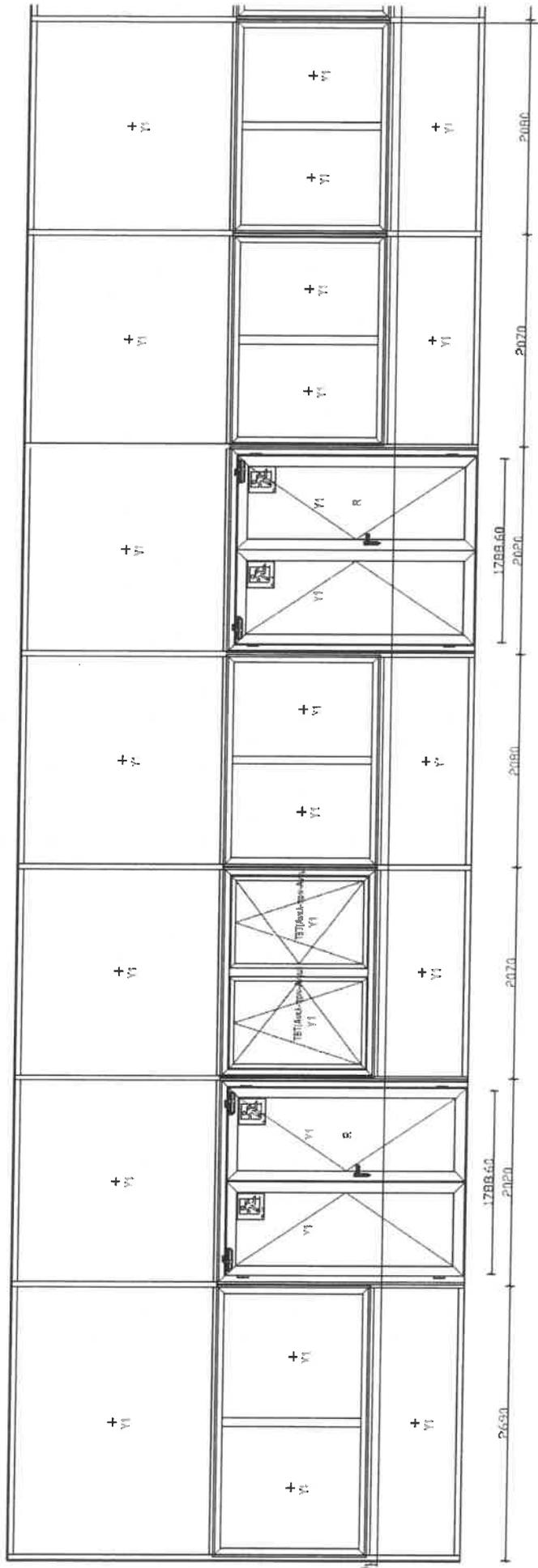
ΟΡΟΦΟΣ ΥΑΛΟΠΕΤΑΣΜΑ ΣΤΑΘΕΡΟ ΜΕ ΑΝΟΙΓΟΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΑ

ΠΟΡΤΑ ΜΟΝΟΦΥΛΛΗ – ΔΙΦΥΛΛΗ

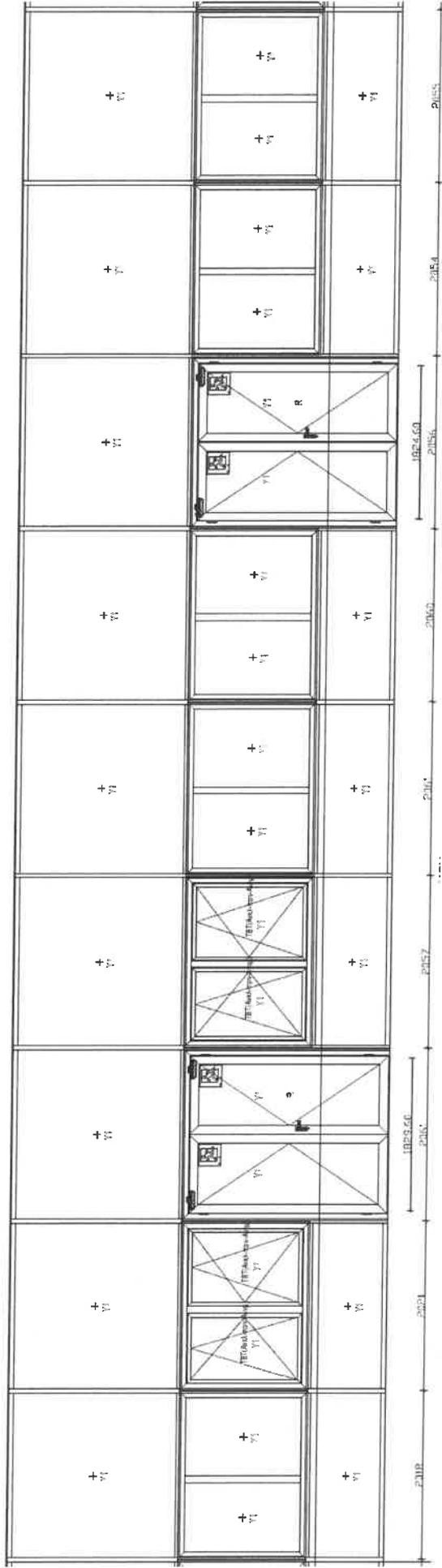
ΣΤΑΘΕΡΑ - ΑΝΟΙΓΟΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΑ – ΦΕΓΓΙΤΕΣ

Στην συνέχεια παρατίθενται αποσπάσματα των σχεδίων όπου φαίνονται οι τυπολογίες των κουφωμάτων ανά κατασκευή.

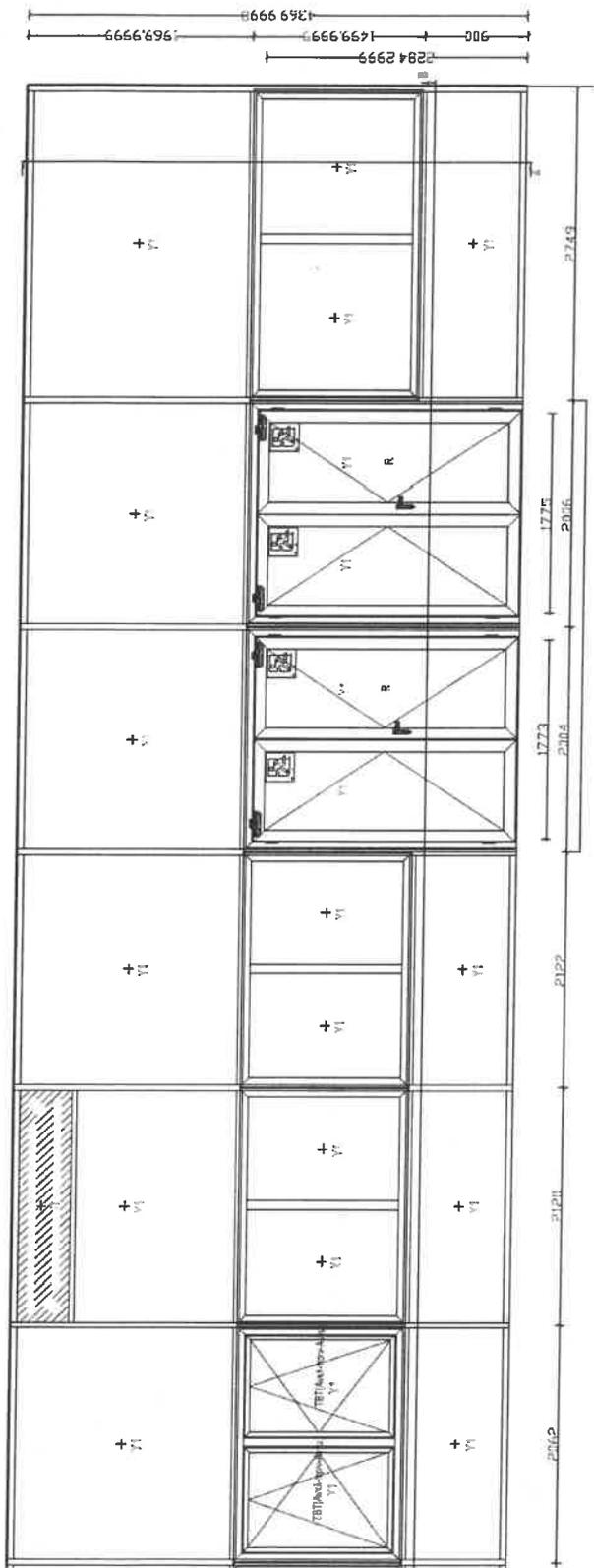
Κατασκευή Οψη Κυλικείου - 1



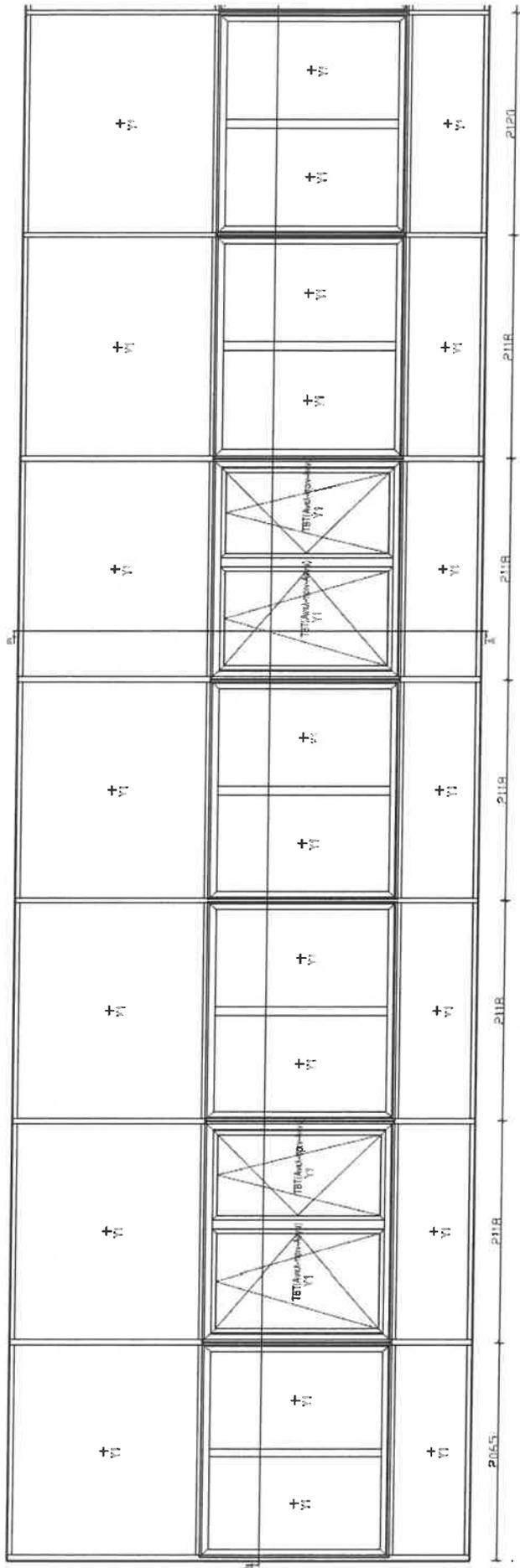
Κατασκευή ΟΨΗ ΚΥΛΙΚΕΙΟΥ – 1 (συνέχεια)



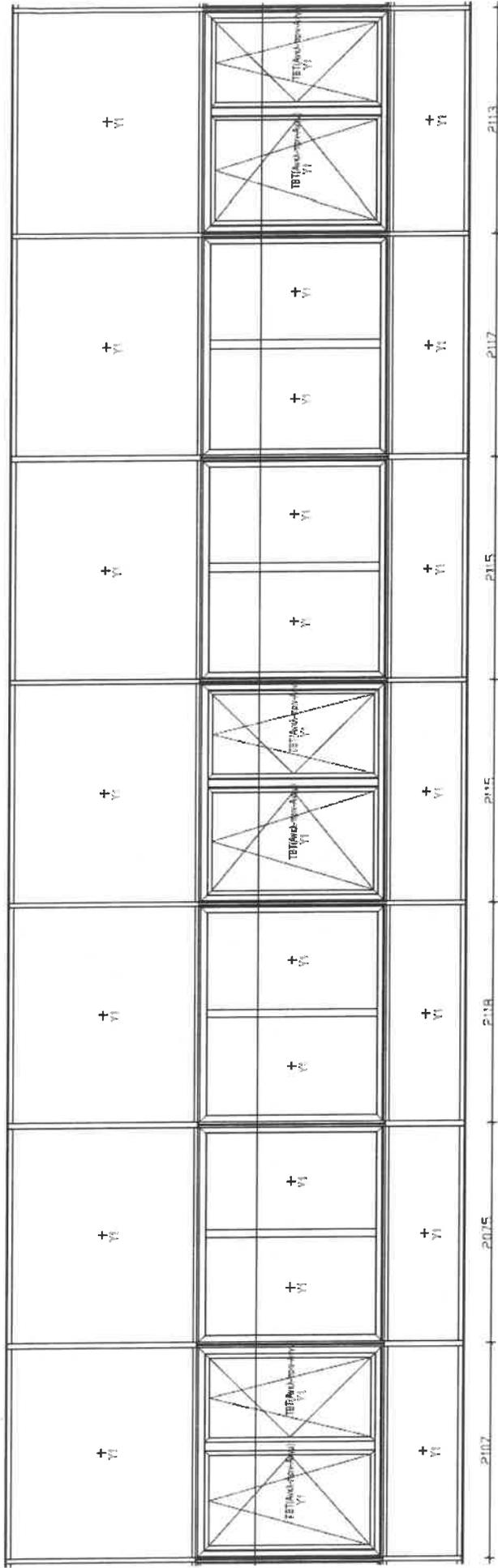
Κατασκευή ΟΨΗ ΚΥΛΙΚΕΙΟΥ – 1 (συνέχεια)



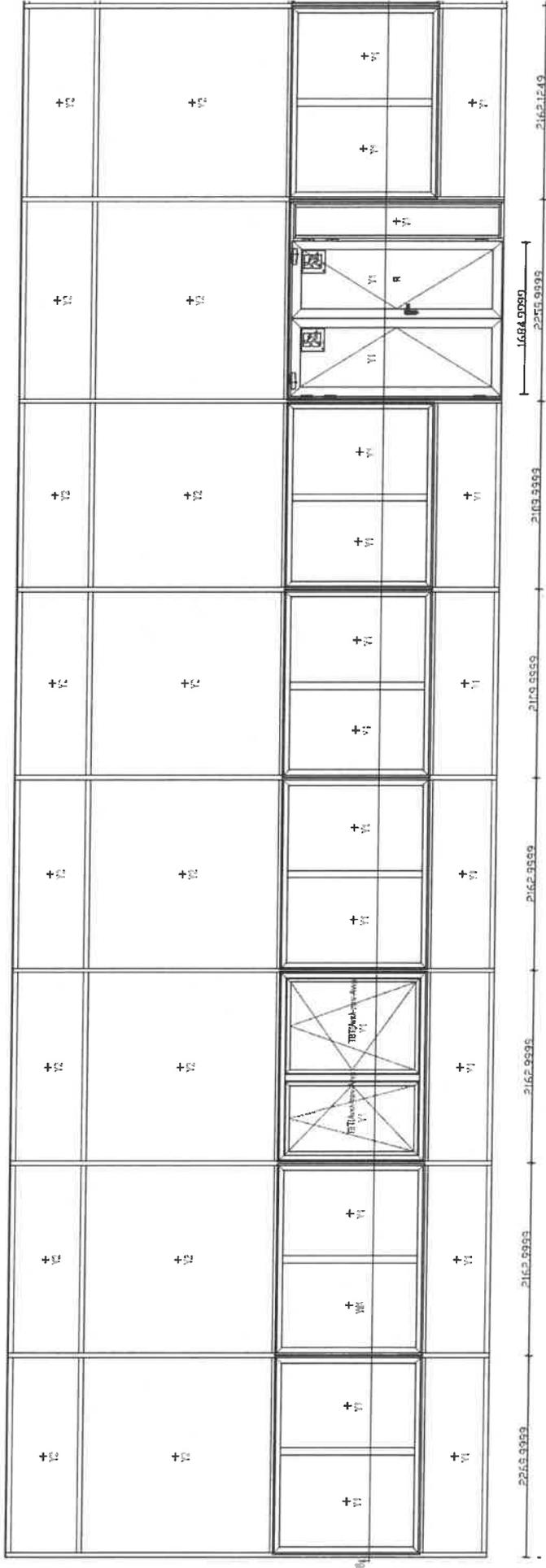
Κατασκευή ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ - 1



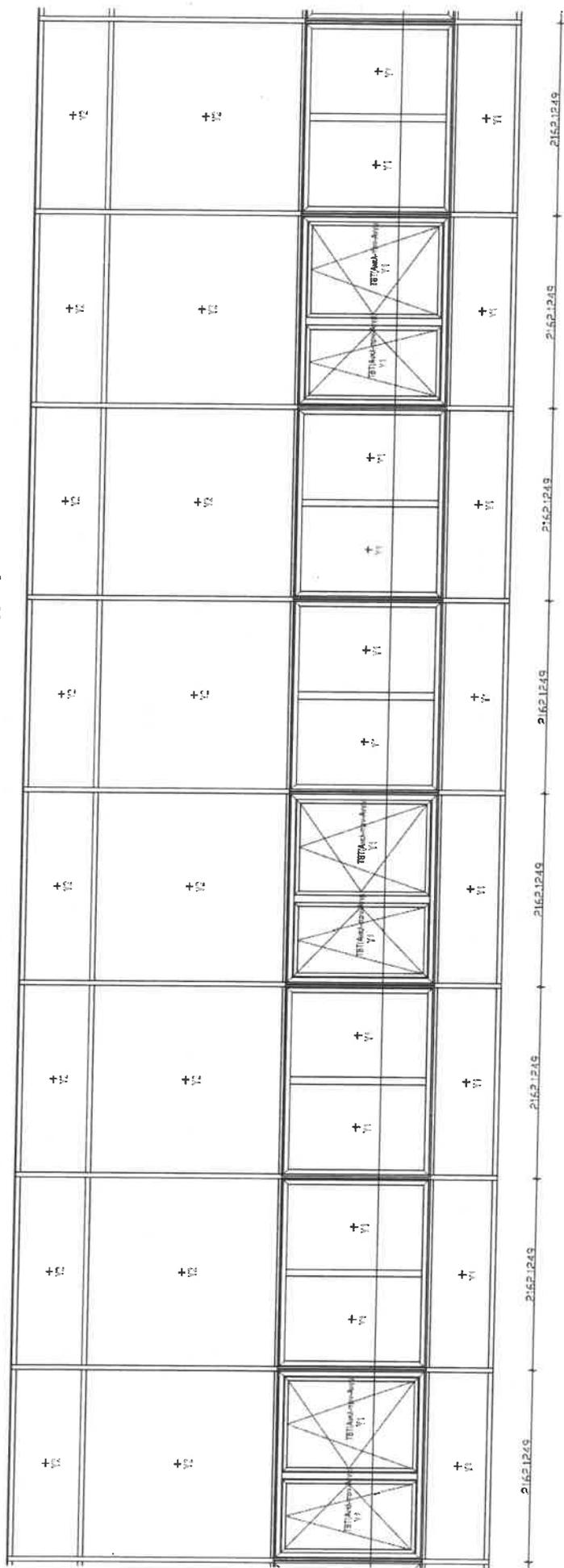
Κατασκευή ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ – 1 (συνέχεια)



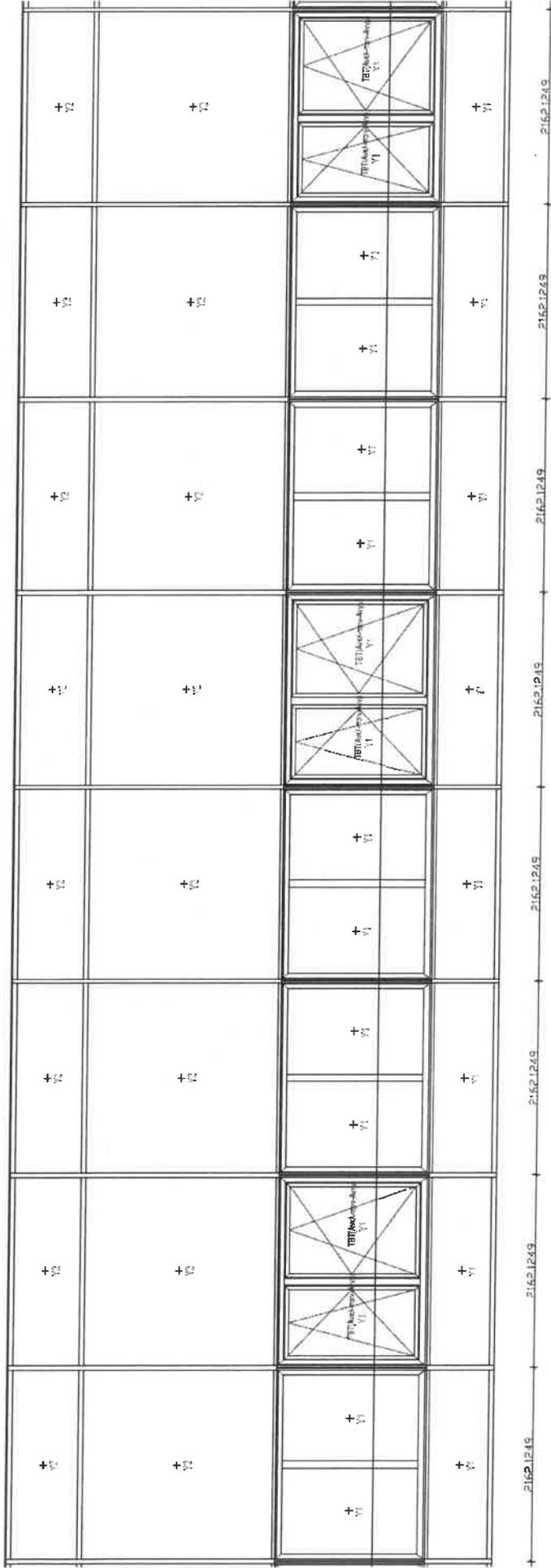
Κατασκευή ΕΜΠΡΟΣΘΙΑ ΟΨΗ - 1



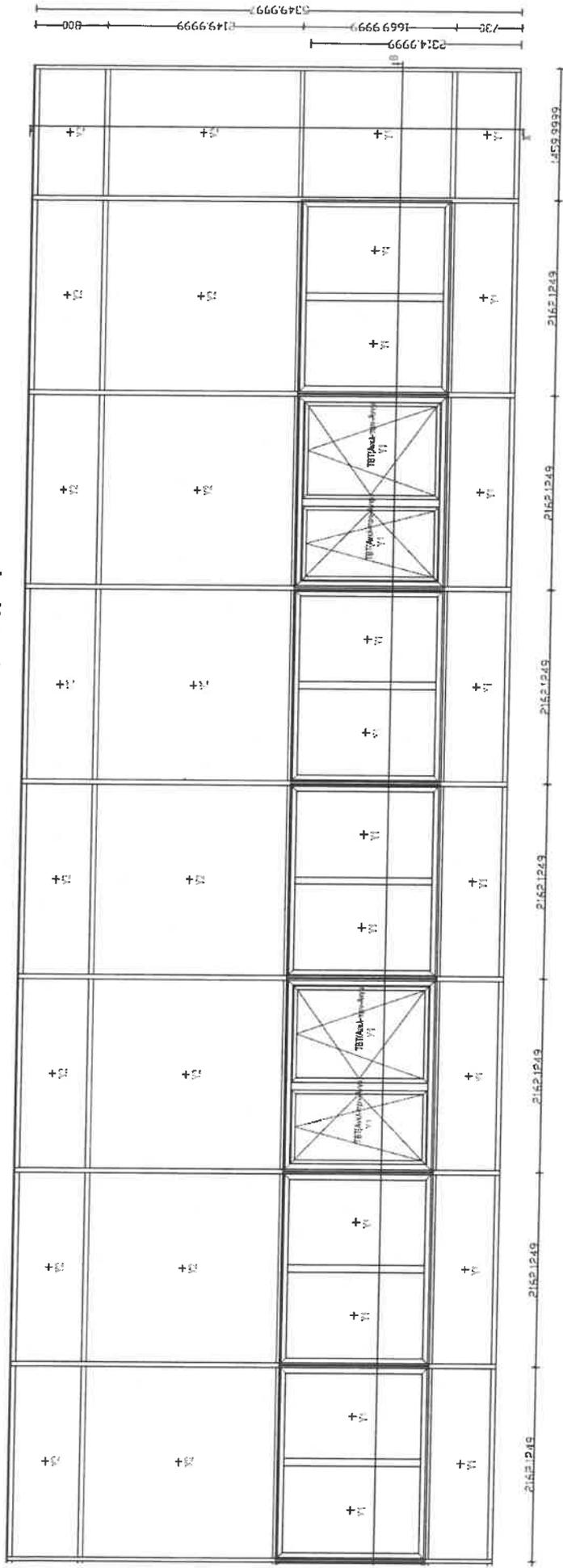
Κατασκευή ΕΜΠΡΟΣΘΙΑ ΟΨΗ – 1 (συνέχεια)



Κατασκευή ΕΜΠΡΟΣΘΙΑ ΟΨΗ – 1 (συνέχεια)

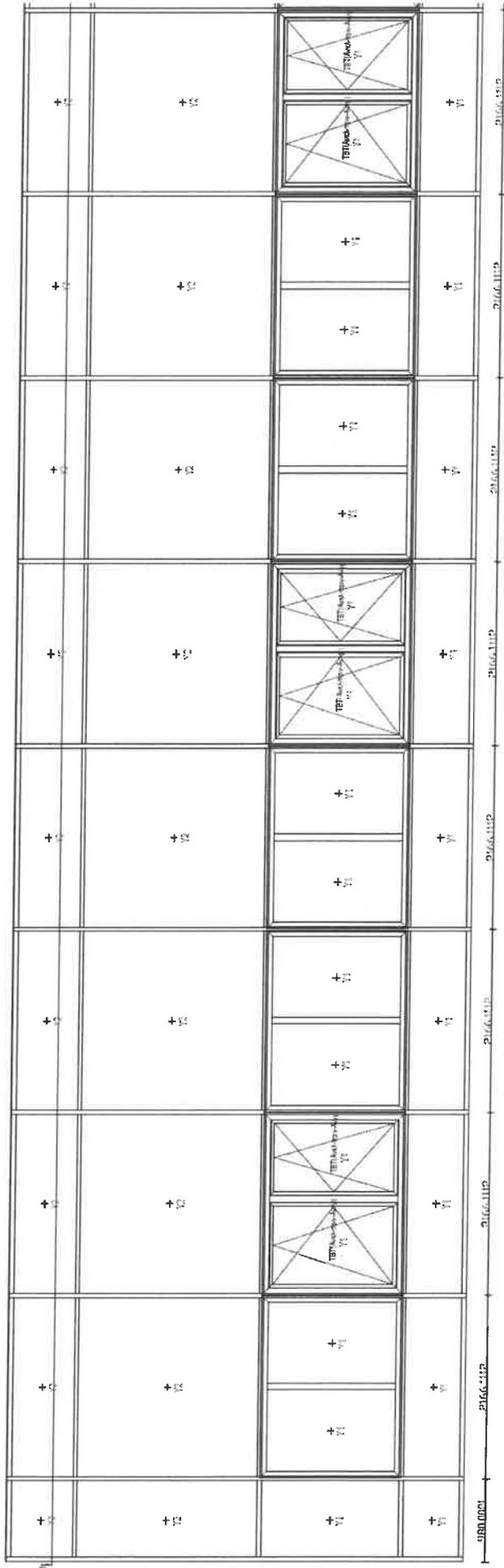


Κατασκευή ΕΜΠΡΟΣΘΙΑ ΟΨΗ – 1 (συνέχεια)

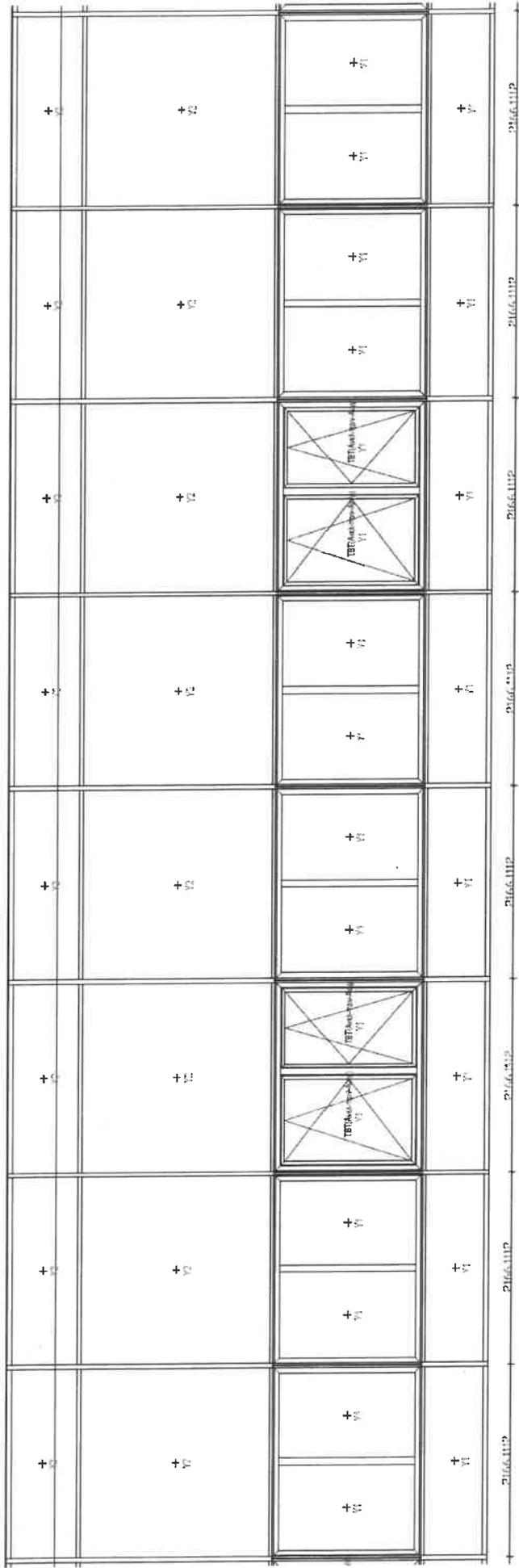


1

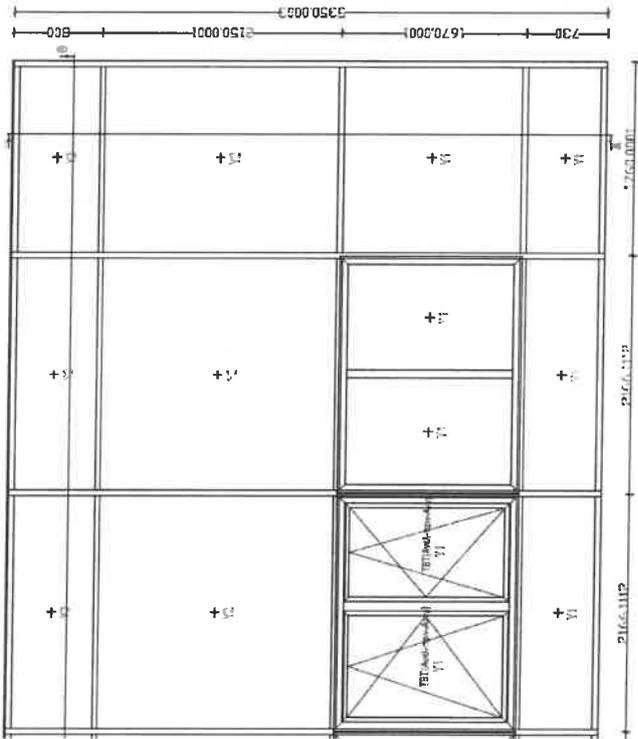
Κατασκευή ΔΕΞΙΑ ΟΨΗ - 1



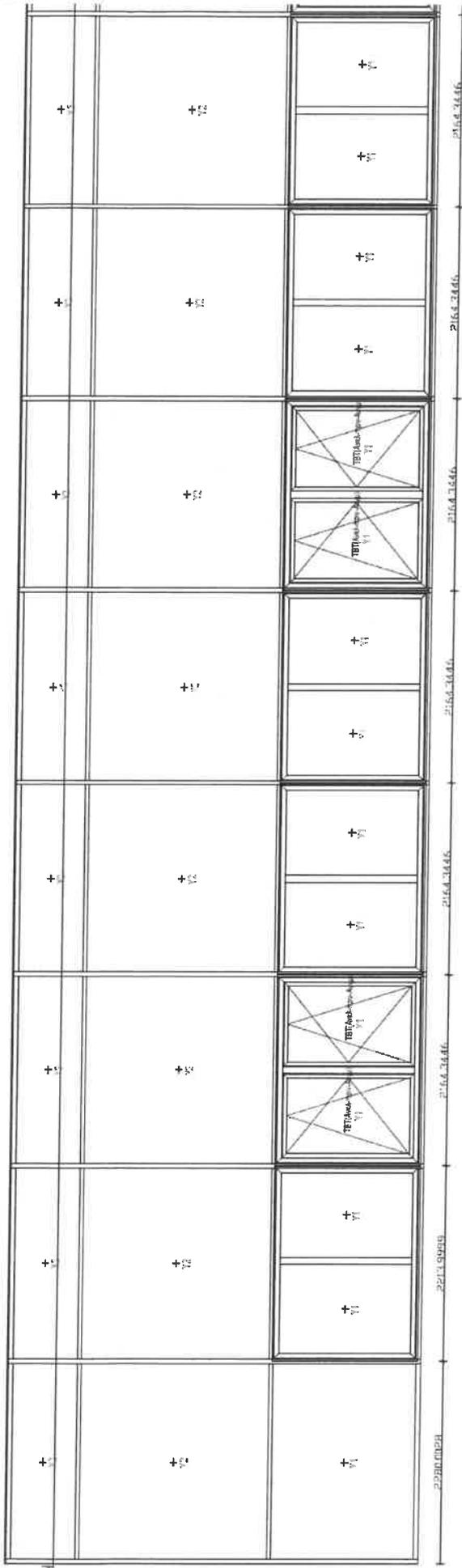
Κατασκευή ΔΕΞΙΑ ΟΨΗ – 1 (συνέχεια)



Κατασκευή ΔΕΞΙΑ ΟΨΗ – 1 (συνέχεια)

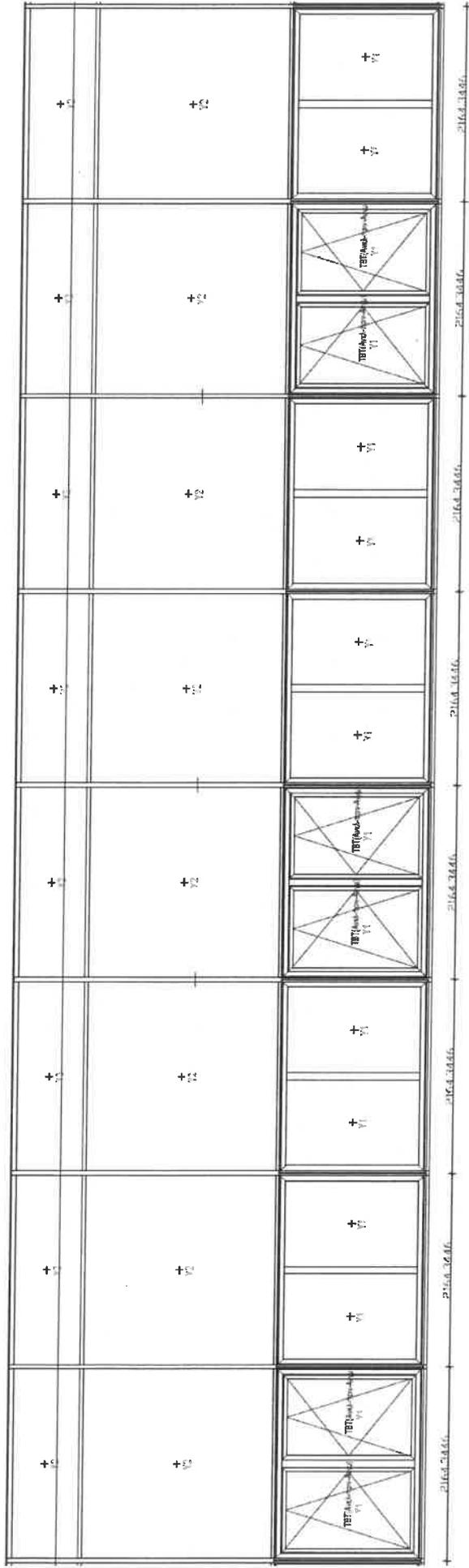


Κατασκευή ΟΠΙΣΘΙΑ ΟΨΗ – 1



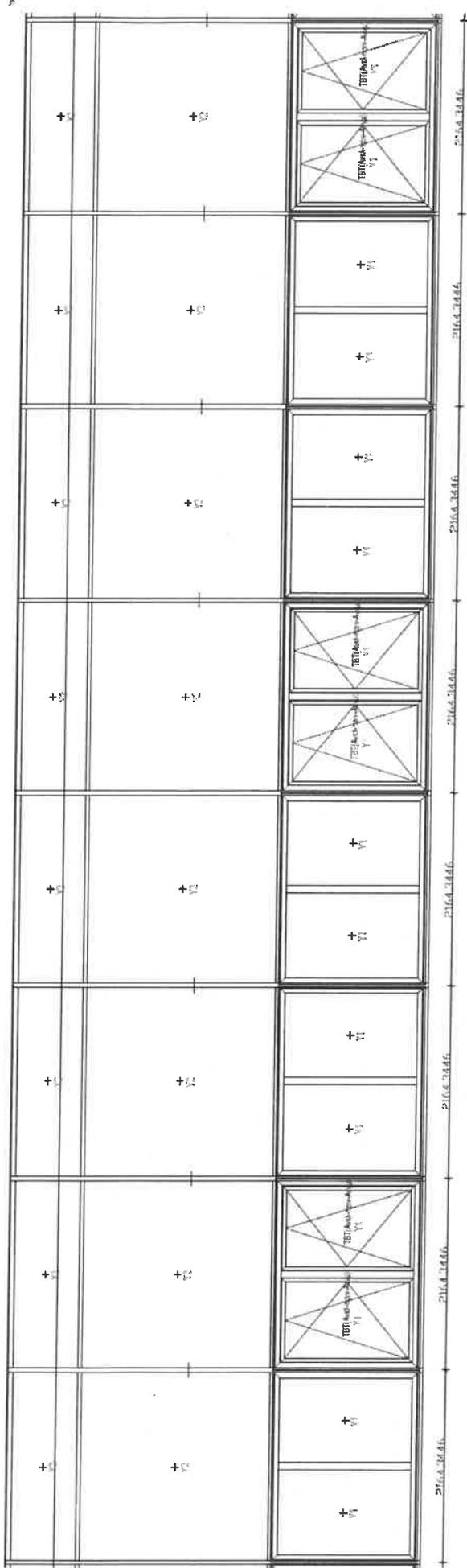
Κατασκευή ΟΠΙΣΘΙΑ ΟΨΗ – 1 (συνέχεια)

Τεχνική Περιγραφή
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ ΑΠΘ



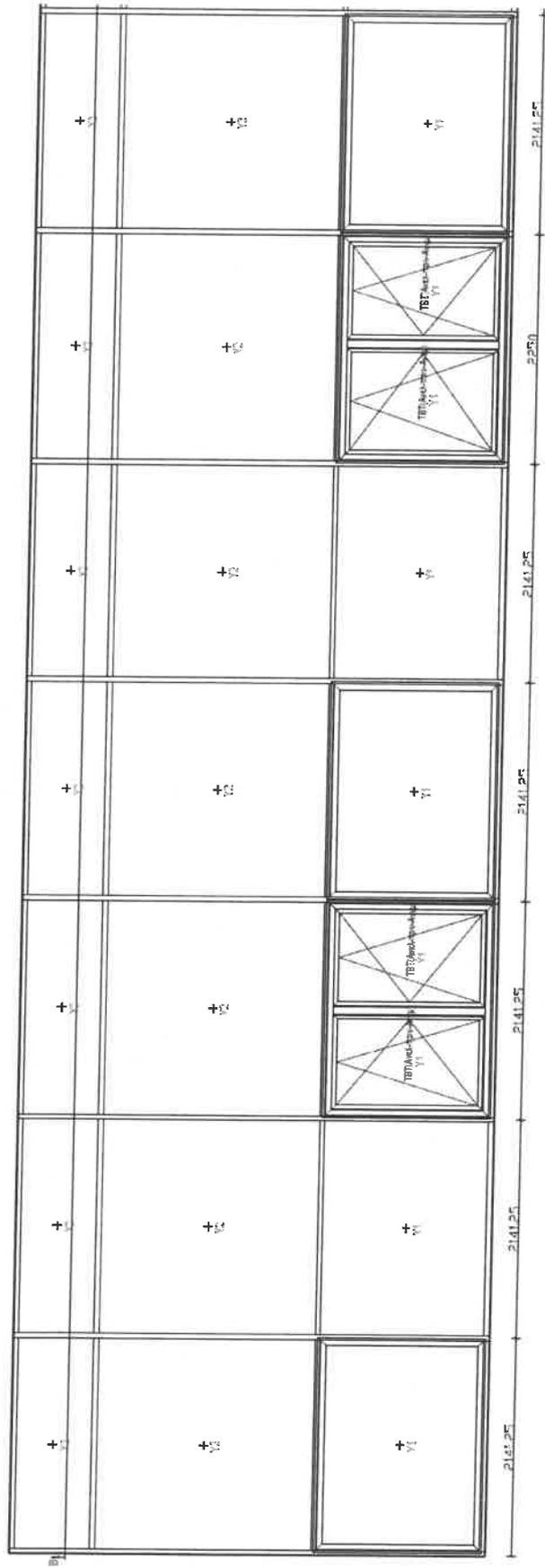
Κατασκευή ΟΠΙΣΘΙΑ ΟΨΗ – 1 (συνέχεια)

Τεχνική Περιγραφή
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ ΑΠΘ

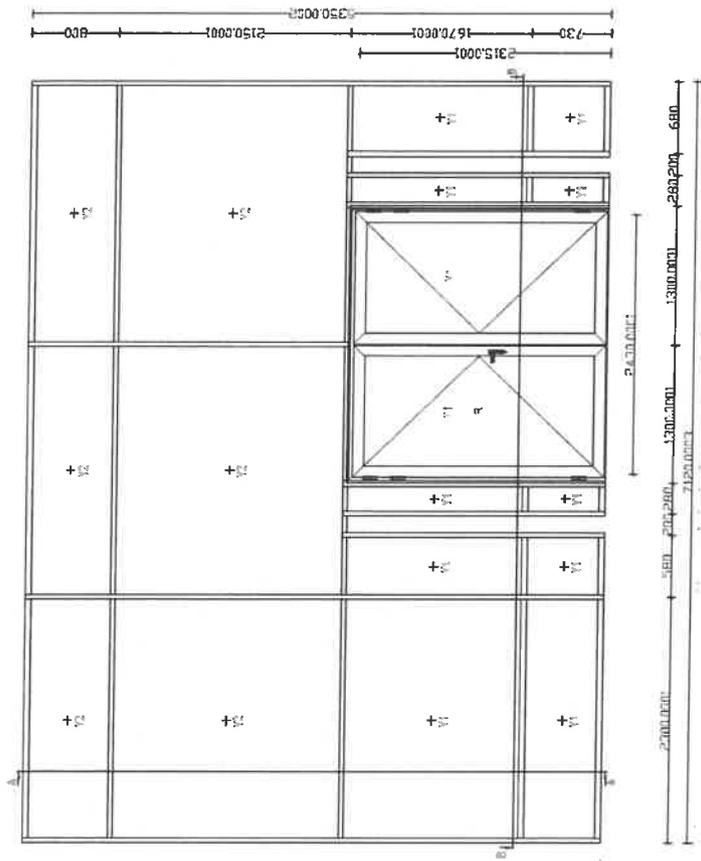


Κατασκευή ΟΠΙΣΘΙΑ ΟΨΗ – 1 (συνέχεια)

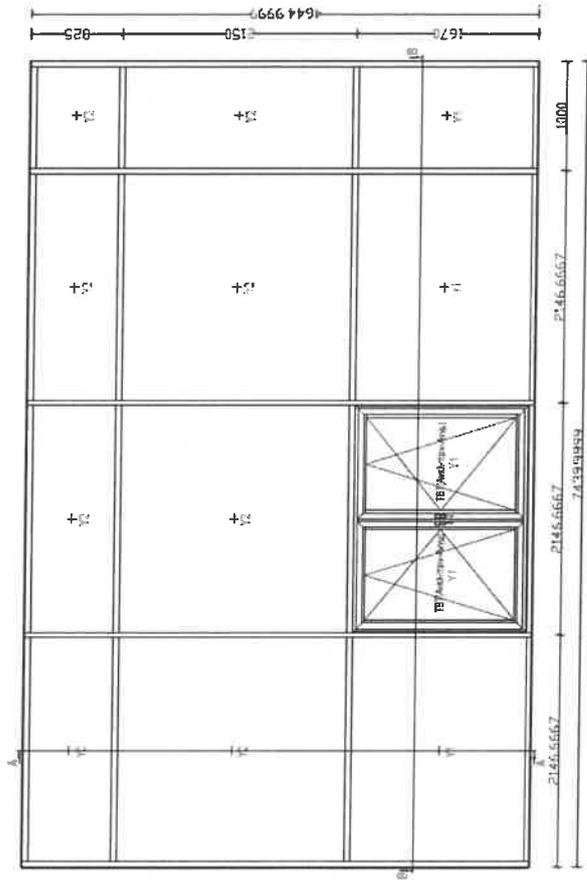
Κατασκευή ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΟΨΗ ΚΥΛΙ - 2



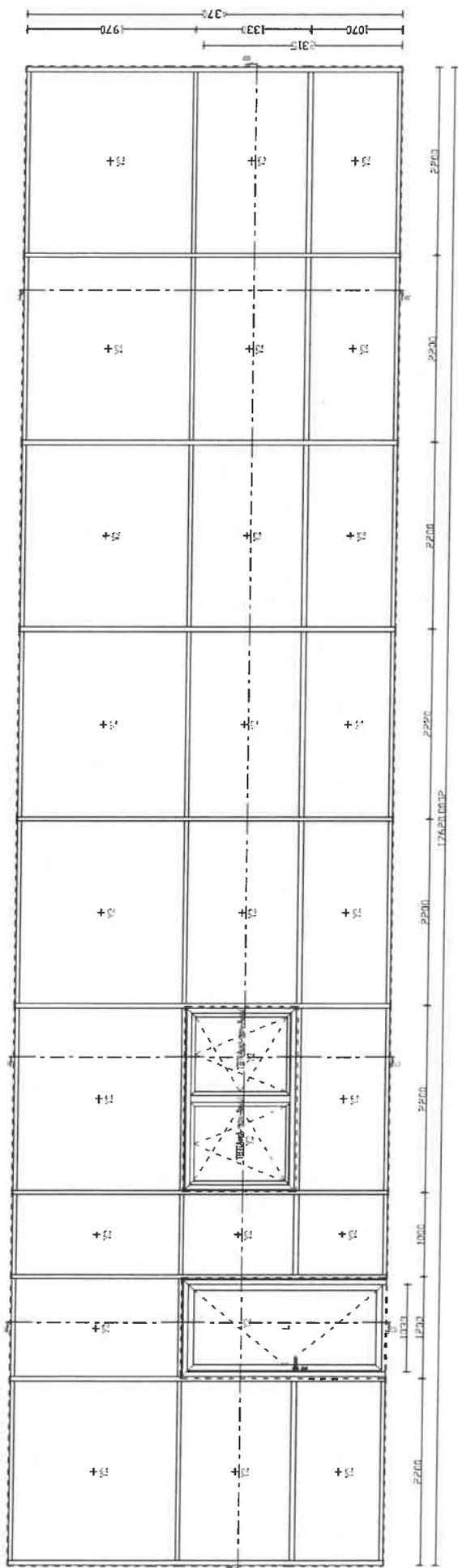
Κατασκευή ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΟΨΗ ΚΥΛΙ – 3



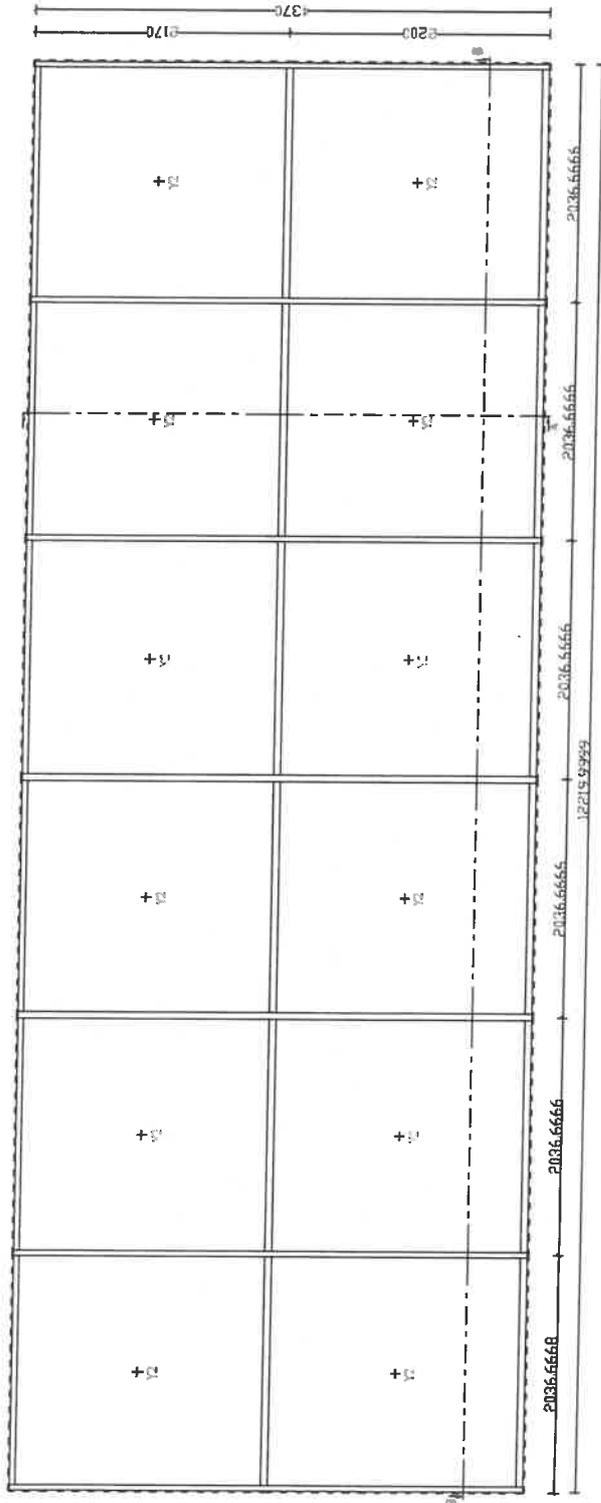
Κατασκευή ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΟΨΗ ΚΥΛΙ - 2



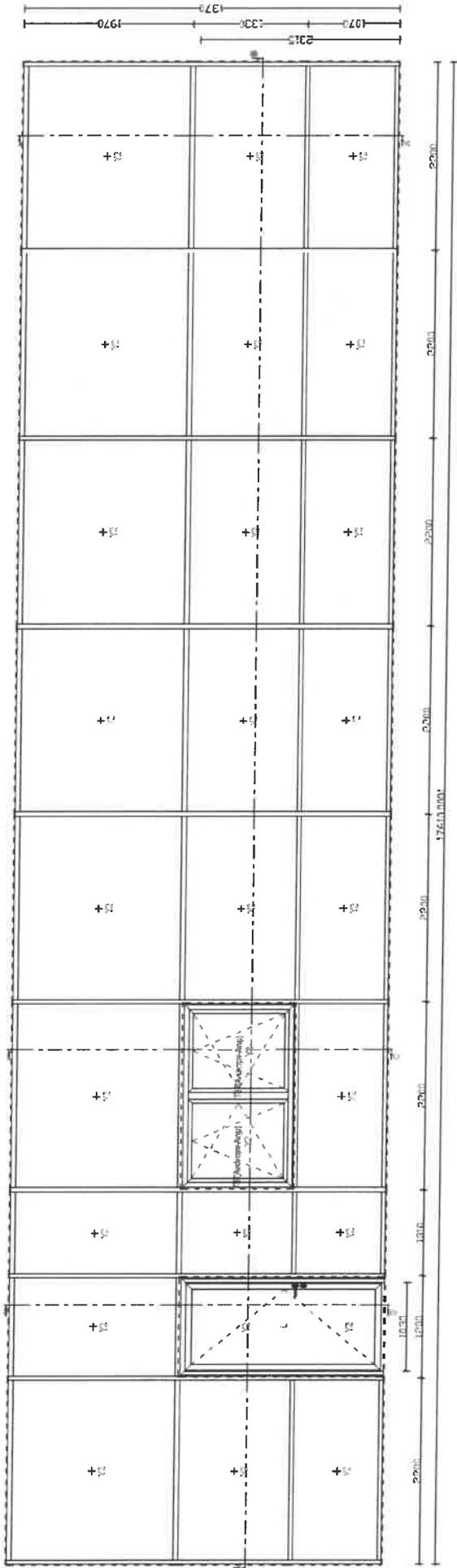
Κατασκευή 13



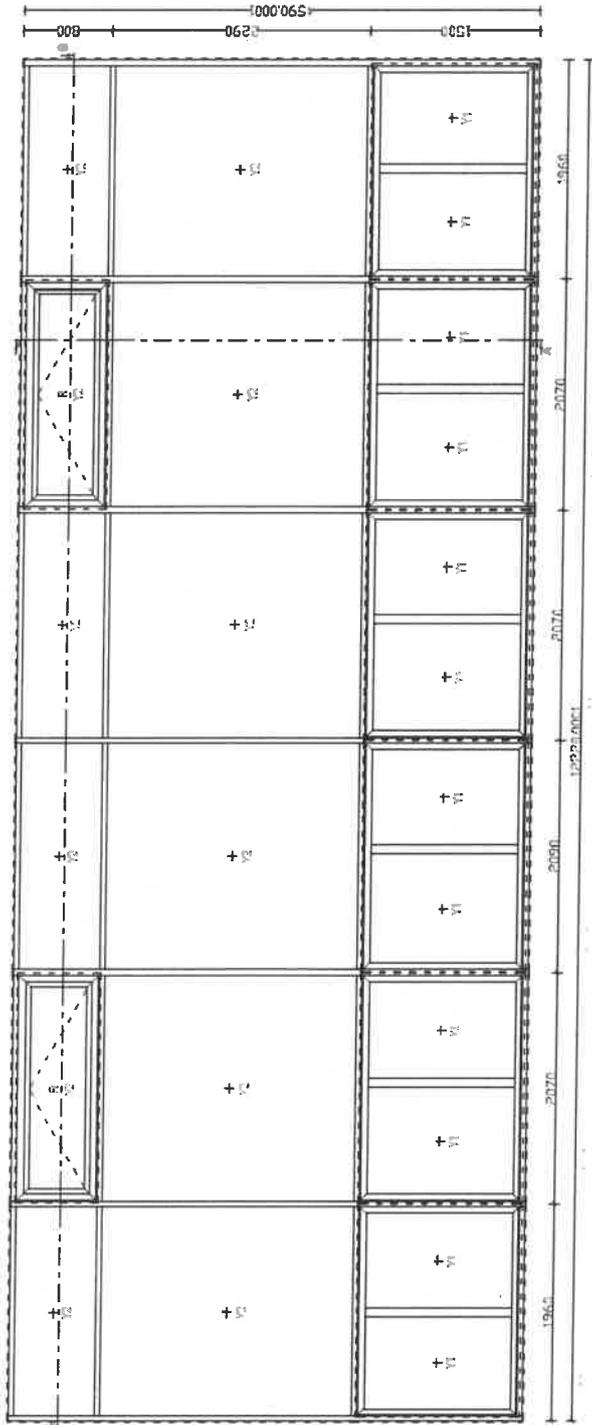
Κατασκευή 16



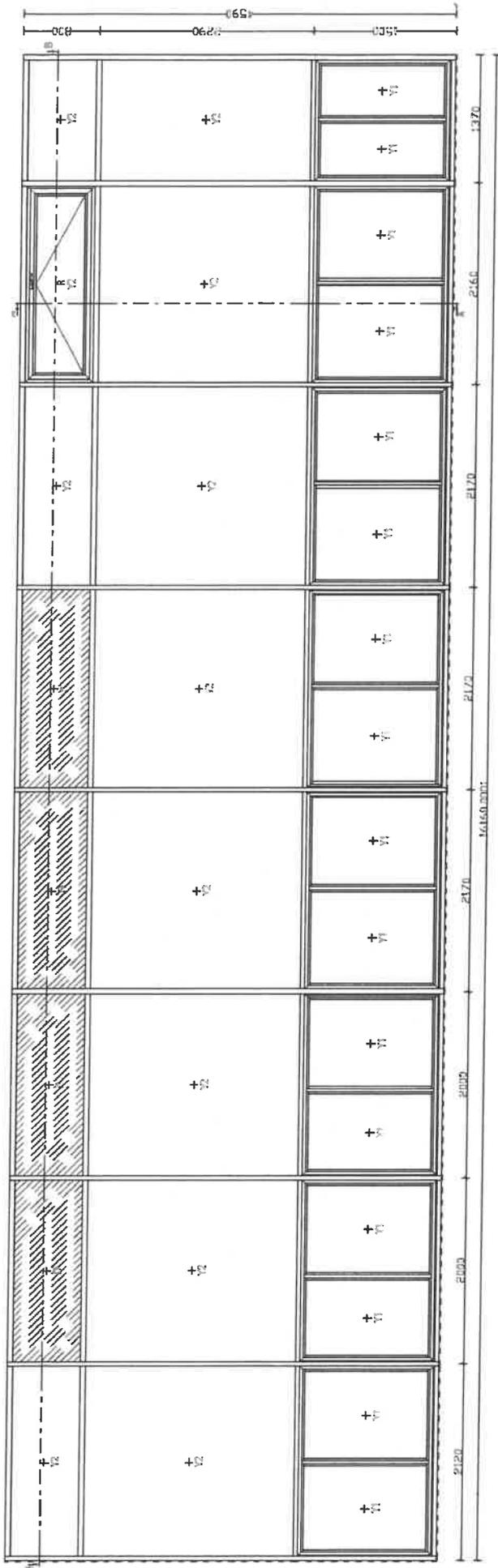
Κατασκευή 15



Κατασκευή 002



Κατασκευή 004



2.3.3 Συντελεστές θερμοπερατότητας

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας για τα κουφώματα, υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τον συντελεστή θερμοπερατότητας του πλαισίου (κάσα και φύλλο), τον συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα, το ποσοστό συμμετοχής του καθενός στο κούφωμα και τους συντελεστές γραμμικής θερμοπερατότητας και το μήκος των θερμογεφυρών στην επιφάνεια επαφής υαλοπίνακα- πλαισίου.

Ο συνολικός σταθμισμένος συντελεστής θερμοπερατότητας των νέων κουφωμάτων διαμορφώνεται σε 1,4 [W/m²K]. Αναλυτικά οι συντελεστές ανά κατασκευή στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 2.2 Συντελεστής θερμοπερατότητας των νέων κουφωμάτων

Κατασκευή	Συντελεστής θερμοπερατότητας U _w (W/m ² K)	Συντελεστής θερμοπερατότητας U _f (W/m ² K)
12A	1,4	2,3
003	1,3	2,1
002	1,4	2,1
004	1,3	2,1
16	1,2	2,3
15	1,3	2,2
13	1,3	2,2
ΠΙΣΩ ΟΨΗ ΠΟΡΤΑ	1,8	2,4
ΠΙΣΩ ΟΨΗ - 1	1,5	2,2
ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ - 1	1,4	2,2
ΟΨΗ ΚΥΛΙΚΕΙΟΥ - 1	1,4	2,2
ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΟΨΗ ΚΥΛΙ - 2	1,3	2,2
ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΟΨΗ ΚΥΛ - 3	1,4	2,4
ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΟΨΗ ΚΥΛΙ - 1	1,3	2,3
ΕΜΠΡΟΣΘΙΑ ΟΨΗ - 1	1,4	2,2
ΔΕΞΙΑ ΟΨΗ - 1	1,4	2,2
ΟΠΙΣΘΙΑ ΟΨΗ - 1	1,4	2,2
ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΟΨΗ ΚΥΛ - 3	1,4	2,4
ΕΜΠΡΟΣΘΙΑ ΟΨΗ - 1	1,4	2,2
ΠΙΣΩ ΟΨΗ ΠΟΡΤΑ	1,8	2,4
ΟΨΗ ΚΥΛΙΚΕΙΟΥ - 1	1,4	2,2
13	1,3	2,2
15	1,3	2,2
004 - 1	1,3	1,8
005 - 1 - NEW	1,3	1,9
ΠΙΣΩ ΟΨΗ ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1,7	2,2
5	1,4	1,9
003 - 1	1,3	1,8
001 - 1	0,87	1,8

Ο μέγιστος αποδεκτός συντελεστής θερμοπερατότητας υαλοπίνακα για τις ανωτέρω κατασκευές είναι U_g = 1 [W/m²K]

Ο τύπος που υπολογίζει τον συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος είναι:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

όπου: U_w [W/m²K] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος
 U_f [W/m²K] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου
 U_g [W/m²K] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα
 A_f [m²] η επιφάνεια του πλαισίου
 A_g [m²] η επιφάνεια του υαλοπίνακα
 A_w [m²] η επιφάνεια του κουφώματος
 l_g [m] το μήκος της θερμογέφυρας
 Ψ_g [W/mK] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας

Επιπρόσθετα η σειρά τύπου αλουμινίου που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να διαθέτει κατ' ελάχιστον πιστοποιήσεις από κοινοποιημένο εργαστήριο για αεροπερατότητα, υδατοστεγανότητα, αντοχή σε ανεμοπίεση, δείκτη ηχομείωσης και αντιδιάρρηξη, σύμφωνα με τις απαιτήσεις που ορίζονται, ανά κατασκευή, στο τεύχος τεχνικών προδιαγραφών.

3. ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

3.1 Στεγάνωση δώματος

Το κτίριο της κεντρικής βιβλιοθήκης του Α.Π.Θ. διαθέτει αμόνωτο δώμα συνολικής επιφάνειας 2.809 m², συμπεριλαμβανομένης της επιφάνειας του κλιμακοστασίου και των κτισμάτων εγκατάστασης των υφιστάμενων Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων. Η συνολική επιφάνεια που θα υδρομονωθεί ανέρχεται σε 3.222 m² περίπου, μιας και θα πρέπει να συμπεριληφθούν τα στηθαία και τα γυρίσματα των ασφαλικών μεμβράνων στα τοιχώματα των υφιστάμενων κτιριακών εγκαταστάσεων του δώματος.

Όπως αποτυπώνεται και στην ακόλουθη εικόνα σε όλη την επιφάνεια του δώματος έχει τοποθετηθεί ασφαλόπανο, με στόχο την υδρομόνωσή του. Όσον αφορά την υφιστάμενη κατάσταση της στεγάνωσης του δώματος, παρατηρείται γήρανση της ασφαλικής μεμβράνης λόγω της παρέλευσης της διάρκειας ζωής της και της απουσίας συστήματος εξαερισμού. Επίσης, σε ορισμένα σημεία δεν επιτυγχάνεται πλήρης αποστράγγιση των υδάτων.



Εικόνα 3.1 Υφιστάμενη κατάσταση δώματος.

Η υδρομόνωση του δώματος του κτιρίου θα πραγματοποιηθεί με δύο επάλληλες στρώσεις ασφαλικών μεμβράνων εκ των οποίων:

- Η πρώτη σε επαφή με το υπόστρωμα θα είναι από ελαστομερή ασφαλική μεμβράνη αυτοκόλλητη, εξαιρεστική και ταυτόχρονα στεγανωτική, οπλισμένη με μη υφαντό πολυεστέρα με ίνες υάλου, με άνω επικάλυψη φιλμ πολυαιθυλενίου και κάτω επικάλυψη πλήρως επικολλημένο διάτρητο υαλοπίλημα.
- Η δεύτερη στρώση θα είναι από ελαστομερή ασφαλική μεμβράνη, οπλισμένη με SP πολυεστέρα, με άνω επικάλυψη από έγχρωμη ορυκτή ψηφίδα αυτοπροστασίας και κάτω επικάλυψη φιλμ πολυαιθυλενίου.

Η σειρά των προτεινόμενων εργασιών είναι η ακόλουθη:

- Καθαρισμός της επιφάνειας πλάκας του δώματος και εξομάλυνση της.
- Τοποθέτηση ταρατοσόλυβων, στις θέσεις των υφιστάμενων υδρορροών με στάθμη επιφάνειας χαμηλότερη κατά 2 cm από την υπόλοιπη του δώματος.
- Στεγανοποίηση τοιχωμάτων υδρορροής περιμετρικά του στομίου (γύρισμα ασφαλικής μεμβράνης εσωτερικά της υδρορροής κατά μερικά εκατοστά και επάλειψη των τοιχωμάτων με ασφαλική μαστίχη ή επαλειφόμενα στεγανωτικά σε ικανό βάθος).
- Πλήρης καθαρισμός και προετοιμασία της στρώσης κλίσεων του δώματος με οποιοδήποτε μέσο κριθεί απαραίτητο και σύμφωνα με τις οδηγίες του προμηθευτή, ώστε η τελική επιφάνεια να είναι πλήρως καθαρισμένη και έτοιμη για την επάλειψη με το ασφαλικό ελαστομερές γαλάκτωμα (αστάρι) που ακολουθεί.
- Διάστρωση στρώματος ρύσεων (Σ.Ρ.), με ελαφρομπετόν ώστε να διαμορφώνεται κλίση 2%-1,5%.
- Κατασκευή λουκιών τσιμεντοκονίας περιμετρικά και κατά μήκος όλων των κατακόρυφων στοιχείων του δώματος (σημεία συναρμογής της επιφάνειας του δώματος με τα περιμετρικά στηθαία, την απόληξη του κλιμακοστασίου και των λοιπών κτιριακών εγκαταστάσεων).
- Πλήρης επάλειψη του υποστρώματος με ελαστομερές ασφαλικό γαλάκτωμα, βερνίκι ή αστάρι.

Τεχνική Περιγραφή

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ ΑΠΘ

- Τοποθέτηση νέας στεγάνωσης με ελαστομερείς ασφαλικές μεμβράνες (διπλή στρώση), με πλάτος αλληλοεπικάλυψης για το κάθε φύλλο 80mm-100mm, σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 03-06-01-01 «Στεγανοποίηση δωμαίων και στεγών με ασφαλικές μεμβράνες». Επιπλέον, θα τοποθετηθούν εξαεριστήρες ύψους 24 cm, κατασκευασμένοι από ελαστικό υλικό, πλήρως συμβατό με το ασφαλικό μίγμα της ασφαλικής στεγανωτικής μεμβράνης.
- Γύρισμα των ασφαλικών μεμβρανών στις κατακόρυφες επιφάνειες μέχρι ύψους 30 έως 40 cm.

Βασική υποχρέωση του αναδόχου, πριν την υπογραφή της σύμβασης και ταυτόχρονα με την υποβολή των επικαιροποιημένων δικαιολογητικών, είναι η προσκόμιση δειγμάτων των υλικών που προβλέπονται από τη μελέτη, συνοδευόμενα με επίσημα εργαστηριακά πιστοποιητικά, σύμφωνα με το τεύχος τεχνικών προδιαγραφών και τις ισχύουσες ΕΤΕΠ και για όσα επιπλέον ζητήσει η τεχνική υπηρεσία, η οποία θα ελέγξει, θα εγκρίνει και θα εντάξει στο έργο τα δείγματα που πληρούν τα απαιτούμενα τεχνικά χαρακτηριστικά.

3.2 Θερμοπρόσοψη και εσωτερική θερμομόνωση δομικών στοιχείων του ορόφου

Ο όροφος του αναγνωστηρίου (2.681,90 m²) διαθέτει περιμετρικά αμόνωτο δάπεδο σε επαφή με εξωτερικό αέρα (pilotis), εμβαδού 794,13 m². Επιπλέον, διαθέτει αμόνωτη τοιχοποιία στις ποδιές των κουφωμάτων στην ΝΑ και ΒΑ όψη του κτιρίου, συνολικής επιφάνειας 1.129,06 m². Όσον αφορά την οροφή του αναγνωστηρίου είναι επίσης αμόνωτη, συνολικής επιφάνειας 2.860 m², ενώ περιμετρικά υπάρχει τοιχίο σκυροδέματος έως τους υαλοπίνακες.

Στο δάπεδο (pilotis) και τις ποδιές των παραθύρων θα εφαρμοστεί σύστημα θερμοπρόσοψης, με χρήση γραφιτούχας διογκωμένης πολυστερίνης. Ακόμα, η οροφή και το περιμετρικό τοιχίο άνωθεν των κουφωμάτων θα θερμομονωθούν εσωτερικά με χρήση συστήματος θερμομόνωσης γραφιτούχας διογκωμένης πολυστερίνης. Στην επιφάνεια της οροφής εσωτερικά περιλαμβάνονται διάφορα δομικά στοιχεία που βρίσκονται πάνω από την υφιστάμενη ψευδοροφή, όπως κρεμάσεις και δοκάρια. Συνεπώς η συνολική επιφάνεια θερμομόνωσης διαμορφώνεται στα 3.057 m². Ακολουθώς απεικονίζονται τα δομικά στοιχεία που θα θερμομονωθούν.





Εικόνα 3.2 Άποψη δαπέδου σε επαφή με εξωτερικό αέρα και οροφής αναγνώστηριου.

Με στόχο τον περιορισμό των θερμικών απωλειών, προτείνεται η εφαρμογή θερμοπρόσοψης του δαπέδου (pilofis) και των ποδιών των κουφωμάτων στην ΝΑ και ΒΑ όψη του κτιρίου με χρήση συστήματος γραφιτούχας διογκωμένης πολυστερίνης (EPS 80) πάχους 70 mm και 30 mm στα γυρίσματα στις οριζόντιες επιφάνειες έως τα κουφώματα, πιστοποίησης ETAG 004 και κατηγορίας ευφλεκτότητας (B-s1, d0), σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 03-06-02-04 «Συστήματα μόνωσης εξωτερικού κελύφους κτιρίου με διογκωμένη πολυστερίνη και λεπτά οπλισμένα συνθετικά επιχρίσματα». Αναλυτικά η τοποθέτηση του συστήματος θερμοπρόσοψης θα πραγματοποιηθεί ως εξής:

- Κατάλληλη προεργασία του υποστρώματος, ώστε να είναι καθαρό από σκόνη, σταθερό και συμπαγές (η επιφάνεια πρέπει να επιτρέπει την καλή πρόσφυση) και επίπεδο (θα αποκοπούν και θα απομακρυνθούν όλα τα δομικά υλικά που προεξέχουν. Δεν πρέπει να υπάρχει νερό και υγρασία στο υπόστρωμα, πριν και κατά την εφαρμογή του συστήματος. Απαγορεύεται η εφαρμογή του συστήματος επάνω σε μεγάλες ανωμαλίες και μεγάλα κενά. Εφαρμόζεται μια στρώση σοβά για την εξομάλυνση των επιφανειών. Επίσης, πρέπει να εφαρμοστεί αστάρι πρόσφυσης με χαλαζιακή άμμο, έτσι ώστε να δημιουργηθούν ιδανικές συνθήκες πρόσφυσης, πριν την έναρξη των εργασιών του συστήματος.
- Τοποθέτηση οδηγών εκκίνησης αλουμινίου σε σειρά με διαστήματα των 3mm μεταξύ τους. Αλφαδιάζονται προσεκτικά και διαμορφώνεται η εξωτερική γωνία. Ακόμη, εξασφαλίζεται επικάλυψη 25mm και τοποθετούνται αποστάτες σε περίπτωση ανωμαλίας του υποστρώματος.
- Χρήση κονιάματος τσιμεντοειδούς βάσης, με χαλαζιακή άμμο, τροποποιημένο με πολυμερικά πρόσθετα, κατάλληλο για την συγκόλληση θερμομονωτικών πλακών σε συστήματα θερμοπρόσοψης κτιρίων. Ο τρόπος εφαρμογής του υλικού συγκόλλησης αλλά και το πάχος επίστρωσης εξαρτώνται από τις ανωμαλίες του υποστρώματος. Για υποστρώματα που δεν είναι επίπεδα η εφαρμογή του υλικού συγκόλλησης γίνεται με τη μέθοδο σημειακής τοποθέτησης, περιμετρικά με λωρίδα πλάτους περίπου 3-5 cm και στο κέντρο της πλάκας με 2 ή 3 σβώλους. Το υλικό συγκόλλησης πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το 40% της συνολικής επιφάνειας της πλάκας. Όταν το υπόστρωμα είναι επίπεδο τότε το υλικό συγκόλλησης μπορεί να εφαρμοστεί με οδοντωτή σπάτουλα 10mm σε όλη την επιφάνεια της πλάκας. Στις πλαϊνές επιφάνειες των μονωτικών πλακών δεν εφαρμόζεται υλικό. Η τοποθέτηση των μονωτικών πλακών πρέπει να είναι ακριβής και επίπεδη. Για το λόγο αυτό η ομοιομορφία και η επιπεδότητα της επιφάνειας θα πρέπει να ελέγχεται ανά τακτά διαστήματα με ιδιαίτερη προσοχή ιδίως στις γωνίες. Πρέπει να αποφεύγονται μετατοπίσεις στους αρμούς. Εάν υπάρχουν ανωμαλίες των μονωτικών πλακών πρέπει να εξομαλύνονται με κατάλληλο τριβίδι (12άρι γυαλόχαρτο). Στα παράθυρα τοποθετείται ένα λεπτό κομμάτι θερμομονωτικής πλάκας πρόσωπο με το προφίλ ώστε να έχουμε άριστη ένωση, επίπεδη και χωρίς κενά. Η τοποθέτηση των μονωτικών πλακών στις γωνίες της τοιχοποιίας γίνεται με τρόπο όπου επιτυγχάνεται διασταύρωση αρμών. Επικαλύπτονται κατά 4-5 mm και κόβονται 24 ώρες μετά. Στις εσοχές που σχηματίζονται μεταξύ του σκυροδέματος και των κουφωμάτων μειώνεται το πάχος εφαρμογής του μονωτικού υλικού και χρησιμοποιείται γραφιτούχα διογκωμένη πολυστερίνη πάχους 30 mm, για την αποφυγή θερμογεφυρών.

- Επιλογή του σωστού τύπου και μήκους βύσματος με βάση το υπόστρωμα, το είδος και το πάχος της κόλλας και το πάχος του υφιστάμενου σοβά. Το βύσμα πρέπει να εφαρμοστεί αφού η κόλλα έχει πρώτα στεγνώσει (24-48 ώρες). Ο απαιτούμενος αριθμός των βυσμάτων είναι κατ'ελάχιστον 8 βύσματα ανά m². Για την τοποθέτηση των βυσμάτων διανοίγονται τρύπες μόνο σε σημεία που υπάρχει συγκολλητικό κάτω από τη θερμομονωτική πλάκα. Η διάνοιξη των οπών γίνεται με 8άρι τρυπάνι και χωρίς κρούση για να μην τραυματιστεί η κόλλα. Το βάθος της οπής πρέπει να είναι 10mm μεγαλύτερο από το βάθος αγκύρωσης του βύσματος. Ακολουθεί προσεκτικός καθαρισμός της οπής και στη συνέχεια τοποθετούνται τα βύσματα ισόπεδα με τη μονωτική πλάκα με τη βοήθεια σφυριού. Για να δημιουργηθεί πατούρα ώστε η κεφαλή του βύσματος να έρθει πρόσωπο με τη θερμομονωτική πλάκα πριν την τοποθέτηση του βύσματος προηγείται φρεζάρισμα με ειδική πλαστική φρέζα. Μετά την τοποθέτηση των βυσμάτων ακολουθεί το στοκάρισμα τους ώστε η επιφάνεια να παραμείνει επίπεδη.
- Χρήση ινοπλισμένου κονιάματος τσιμεντοειδούς βάσης, με χαλαζιακή άμμο, τροποποιημένο με πολυμερικά πρόσθετα, κατάλληλο για το σοβάτισμα θερμομονωτικών πλακών. Επιπλέον, χρησιμοποιείται αντιαλκαλικό υαλόπλεγμα βάρους 160 g/m² και άνοιγμα 4 - 4,5mm για την ενίσχυση της βασικής στρώσης. Εφαρμόζεται το επίχρισμα βασικής στρώσης σε πάχος περίπου 2-3mm με σπάτουλα ή με μηχανή ψεκασμού. Η εφαρμογή γίνεται ομοιόμορφα και σε ολόκληρη την επιφάνεια. Στη συνέχεια εμβαπτίζεται το αλκαλικό υαλόπλεγμα πλάτους 1m στο επίχρισμα όσο ακόμα είναι νωπό και στη συνέχεια εξομαλύνεται. Η κάθε λωρίδα πλέγματος πρέπει να επικαλύπτει την επόμενη κατά 10cm. Εφαρμόζεται μια δεύτερη στρώση επιχρίσματος σε πάχος περίπου 1-3mm για να καλυφθεί το πλέγμα. Το υαλόπλεγμα δεν πρέπει να φαίνεται μετά το πέρασμα της δεύτερης στρώσης. Το συνολικό πάχος της στρώσης του επιχρίσματος είναι περίπου 3-5mm.
- Στο τελικό στάδιο χρησιμοποιείται αστάρι ακρυλικής βάσης κατάλληλο για την προετοιμασία του υποστρώματος πριν την εφαρμογή οργανικών επιχρισμάτων και χρωμάτων. Κατά τη χρήση χρωματιστών επιχρισμάτων, το αστάρι πρέπει να χρωματίζεται στην απόχρωση της τελικής επιφάνειας, σύμφωνα με τις οδηγίες της τεχνικής υπηρεσίας. Πριν την εφαρμογή του ασταριού αλλά και του επιχρίσματος της τελικής επιφάνειας, το επίχρισμα της βασικής στρώσης πρέπει να έχει στεγνώσει σε βάθος. Για το πλήρες στέγνωμα απαιτούνται τουλάχιστον 24 ώρες. Σε συνθήκες ψύχους ή/και υγρασίας απαιτούνται τουλάχιστον 72 ώρες. Το τελικό έγχρωμο επίχρισμα είναι ακρυλικής βάσης με ενίσχυση σιλικόνης με κοκκομετρία 1,5mm για χρήση ως σοβά τελικής στρώσης. Το επίχρισμα θα πρέπει να ανήκει στην κατηγορία A2-S1-do ως προς την αντίδραση στην φωτιά. Πριν την εφαρμογή του το επίχρισμα αναδεύεται καλά και ελέγχεται εάν η απόχρωση του είναι η αντίστοιχη με εκείνη της παραγγελίας βάσει των οδηγιών της τεχνικής υπηρεσίας. Αρχικά, απλώνεται στην επιφάνεια και στη συνέχεια απομακρύνεται το υλικό που περισσεύει έτσι ώστε το πάχος της στρώσης να αντιστοιχεί με μέγεθος των κόκκων.

Αντίστοιχα, για τις επιφάνειες της οροφής και των περιμετρικών τοιχίων άνωθεν των κουφωμάτων, προτείνεται σύστημα θερμομόνωσης με χρήση γραφιτούχας διογκωμένης πολυστερίνης (EPS 80) πάχους 70 mm και 30 mm στα γυρίσματα στις οριζόντιες επιφάνειες έως τα κουφώματα, πιστοποίησης ETAG 004 και κατηγορίας ευφλεκτότητας (B-s1, d0), σύμφωνα με την ΠΕΤΕΠ 03-06-02-04 «Συστήματα μόνωσης εξωτερικού κελύφους κτιρίου με διογκωμένη πολυστερίνη και λεπτά οπλισμένα συνθετικά επιχρίσματα». Αναλυτικά η τοποθέτηση του συστήματος θερμομόνωσης θα πραγματοποιηθεί ως εξής:

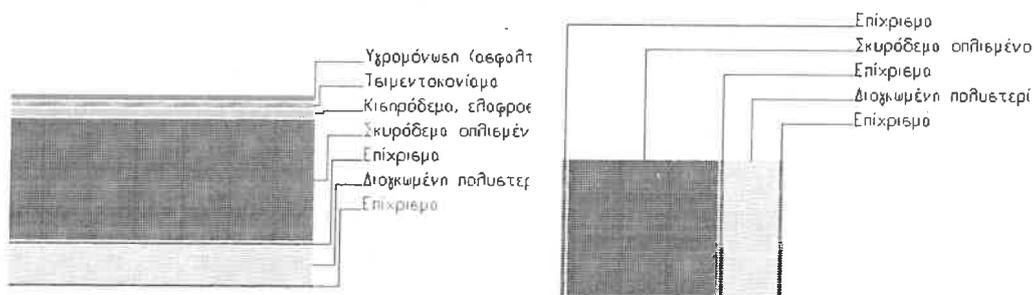
- Κατάλληλη προεργασία του υποστρώματος, ώστε να είναι καθαρό από σκόνη, σταθερό και συμπαγές (η επιφάνεια πρέπει να επιτρέπει την καλή πρόσφυση) και επίπεδο (θα αποκοπούν και θα απομακρυνθούν όλα τα δομικά υλικά που προεξέχουν). Όσον αφορά την οροφή του αναγνωστηρίου θα πρέπει πρώτα να αποξηλωθεί η υφιστάμενη ψευδοροφή, συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που είναι εγκατεστημένος αυτή τη στιγμή. Δεν πρέπει να υπάρχει νερό και υγρασία στο υπόστρωμα, πριν και κατά την εφαρμογή του συστήματος. Απαγορεύεται η εφαρμογή του συστήματος επάνω σε μεγάλες ανωμαλίες και μεγάλα κενά. Εφαρμόζεται μια στρώση σοβά για την εξομάλυνση των επιφανειών. Επίσης, πρέπει να εφαρμοστεί αστάρι πρόσφυσης με χαλαζιακή άμμο, έτσι ώστε να δημιουργηθούν ιδανικές συνθήκες πρόσφυσης, πριν την έναρξη των εργασιών του συστήματος.

- Τοποθέτηση οδηγών εκκίνησης αλουμινίου σε σειρά με διαστήματα των 3mm μεταξύ τους. Αλφαδιάζονται προσεκτικά και διαμορφώνεται η εξωτερική γωνία. Ακόμη, εξασφαλίζεται επικάλυψη 25mm και τοποθετούνται αποστάτες σε περίπτωση ανωμαλίας του υποστρώματος.
- Χρήση κονιάματος τσιμεντοειδούς βάσης, με χαλαζιακή άμμο, τροποποιημένο με πολυμερικά πρόσθετα, κατάλληλο για την συγκόλληση θερμομονωτικών πλακών σε συστήματα θερμομόνωσης κτιρίων. Ο τρόπος εφαρμογής του υλικού συγκόλλησης αλλά και το πάχος επίστρωσης εξαρτώνται από τις ανωμαλίες του υποστρώματος. Για υποστρώματα που δεν είναι επίπεδα η εφαρμογή του υλικού συγκόλλησης γίνεται με τη μέθοδο σημειακής τοποθέτησης, περιμετρικά με λωρίδα πλάτους περίπου 3-5 cm και στο κέντρο της πλάκας με 2 ή 3 σβώλους. Το υλικό συγκόλλησης πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το 40% της συνολικής επιφάνειας της πλάκας. Όταν το υπόστρωμα είναι επίπεδο τότε το υλικό συγκόλλησης μπορεί να εφαρμοστεί με οδοντωτή σπάτουλα 10mm σε όλη την επιφάνεια της πλάκας. Στις πλαϊνές επιφάνειες των μονωτικών πλακών δεν εφαρμόζεται υλικό. Η τοποθέτηση των μονωτικών πλακών πρέπει να είναι ακριβής και επίπεδη. Για το λόγο αυτό η ομοιομορφία και η επιπεδότητα της επιφάνειας θα πρέπει να ελέγχεται ανά τακτά διαστήματα με ιδιαίτερη προσοχή ιδίως στις γωνίες. Πρέπει να αποφεύγονται μετατοπίσεις στους αρμούς. Εάν υπάρχουν ανωμαλίες των μονωτικών πλακών πρέπει να εξομαλύνονται με κατάλληλο τριβίδι (12άρι γυαλόχαρτο). Στα παράθυρα τοποθετείται ένα λεπτό κομμάτι θερμομονωτικής πλάκας πρόσωπο με το προφίλ ώστε να έχουμε άριστη ένωση, επίπεδη και χωρίς κενά. Η τοποθέτηση των μονωτικών πλακών στις γωνίες της τοιχοποιίας γίνεται με τρόπο όπου επιτυγχάνεται διασταύρωση αρμών. Επικαλύπτονται κατά 4-5 mm και κόβονται 24 ώρες μετά. Στις εσοχές που σχηματίζονται μεταξύ του σκυροδέματος και των κουφωμάτων μειώνεται το πάχος εφαρμογής του μονωτικού υλικού και χρησιμοποιείται γραφитоύχα διογκωμένη πολυστερίνη πάχους 30 mm, για την αποφυγή θερμογεφυρών.
- Επιλογή του σωστού τύπου και μήκους βύσματος με βάση το υπόστρωμα, το είδος και το πάχος της κόλλας και το πάχος του υφιστάμενου σοβά. Το βύσμα πρέπει να εφαρμοστεί αφού η κόλλα έχει πρώτα στεγνώσει (24-48 ώρες). Ο απαιτούμενος αριθμός των βυσμάτων είναι κατ'ελάχιστον 8 βύσματα ανά m². Για την τοποθέτηση των βυσμάτων διανοίγονται τρύπες μόνο σε σημεία που υπάρχει συγκολλητικό κάτω από τη θερμομονωτική πλάκα. Η διάνοιξη των οπών γίνεται με 8άρι τρυπάνι και χωρίς κρούση για να μην τραυματιστεί η κόλλα. Το βάθος της οπής πρέπει να είναι 10mm μεγαλύτερο από το βάθος αγκύρωσης του βύσματος. Ακολουθεί προσεκτικός καθαρισμός της οπής και στη συνέχεια τοποθετούνται τα βύσματα ισόπεδα με τη μονωτική πλάκα με τη βοήθεια σφυριού. Για να δημιουργηθεί πατούρα ώστε η κεφαλή του βύσματος να έρθει πρόσωπο με τη θερμομονωτική πλάκα πριν την τοποθέτηση του βύσματος προηγείται φρεζάρισμα με ειδική πλαστική φρέζα. Μετά την τοποθέτηση των βυσμάτων ακολουθεί το στοκάρισμα τους ώστε η επιφάνεια να παραμείνει επίπεδη.
- Χρήση ινοπλισμένου κονιάματος τσιμεντοειδούς βάσης, με χαλαζιακή άμμο, τροποποιημένο με πολυμερικά πρόσθετα, κατάλληλο για το σοβάτισμα θερμομονωτικών πλακών. Επιπλέον, χρησιμοποιείται αντιαλκαλικό υαλόπλεγμα βάρους 160 g/m² και άνοιγμα 4 - 4,5mm για την ενίσχυση της βασικής στρώσης. Εφαρμόζεται το επίχρισμα βασικής στρώσης σε πάχος περίπου 2-3mm με σπάτουλα ή με μηχανή ψεκασμού. Η εφαρμογή γίνεται ομοιόμορφα και σε ολόκληρη την επιφάνεια. Στη συνέχεια εμβαπτίζεται το αλκαλικό υαλόπλεγμα πλάτους 1m στο επίχρισμα όσο ακόμα είναι νωπό και στη συνέχεια εξομαλύνεται. Η κάθε λωρίδα πλέγματος πρέπει να επικαλύπτει την επόμενη κατά 10cm. Εφαρμόζεται μια δεύτερη στρώση επιχρίσματος σε πάχος περίπου 1-3mm για να καλυφθεί το πλέγμα. Το υαλόπλεγμα δεν πρέπει να φαίνεται μετά το πέρας της δεύτερης στρώσης. Το συνολικό πάχος της στρώσης του επιχρίσματος είναι περίπου 3-5mm.
- Στο τελικό στάδιο χρησιμοποιείται αστάρι ακρυλικής βάσης κατάλληλο για την προετοιμασία του υποστρώματος πριν την εφαρμογή οργανικών επιχρισμάτων και χρωμάτων. Κατά τη χρήση χρωματιστών επιχρισμάτων, το αστάρι πρέπει να χρωματίζεται στην απόχρωση της τελικής επιφάνειας, σύμφωνα με τις οδηγίες της τεχνικής υπηρεσίας. Πριν την εφαρμογή του ασταριού αλλά και του επιχρίσματος της τελικής επιφάνειας, το επίχρισμα της βασικής στρώσης πρέπει να έχει στεγνώσει σε βάθος. Για το πλήρες στέγνωμα απαιτούνται τουλάχιστον 24 ώρες. Σε συνθήκες ψύχους ή/και υγρασίας απαιτούνται τουλάχιστον 72 ώρες. Το τελικό έγχρωμο επίχρισμα είναι ακρυλικής βάσης με ενίσχυση σιλικόνης με κοκκομετρία 1,5mm για

χρήση ως σοβά τελικής στρώσης. Το επίχρισμα θα πρέπει να ανήκει στην κατηγορία A2-S1-do ως προς την αντίδραση στην φωτιά. Πριν την εφαρμογή του το επίχρισμα αναδεύεται καλά και ελέγχεται εάν η απόχρωση του είναι η αντίστοιχη με εκείνη της παραγγελίας βάσει των οδηγιών της τεχνικής υπηρεσίας. Αρχικά, απλώνεται στην επιφάνεια και στη συνέχεια απομακρύνεται το υλικό που περισσεύει έτσι ώστε το πάχος της στρώσης να αντιστοιχεί με μέγεθος των κόκκων.

Μέσα στην εργασία συμπεριλαμβάνονται τα απαραίτητα βύσματα και μηχανισμοί στερέωσης της θερμοπρόσοψης και θερμομόνωσης σε οποιοδήποτε σημείο / ύψος από το έδαφος καθώς και οι απαραίτητες εργασίες προετοιμασίας επιφανειών, κονιαμάτων, επιχρισμάτων και τελικών χρωματισμών για την ολοκληρωμένη παράδοση του συστήματος στην απόχρωση RAL που προβλέπεται από την μελέτη και με τελική έγκριση από την τεχνική υπηρεσία.

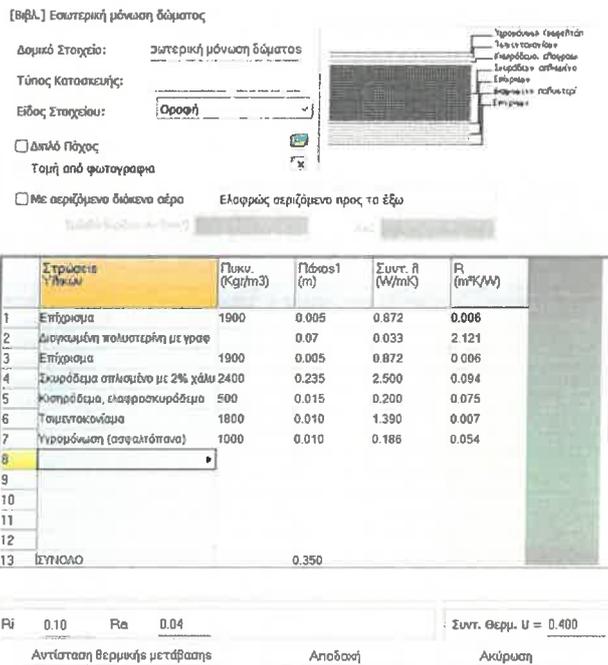
Τα σκαρίφημα της πρότασης θερμομόνωσης του δώματος και της τοιχοποιίας, με το σύνολο των εφαρμοζόμενων δομικών στοιχείων περιλαμβάνονται στις ακόλουθες εικόνες.



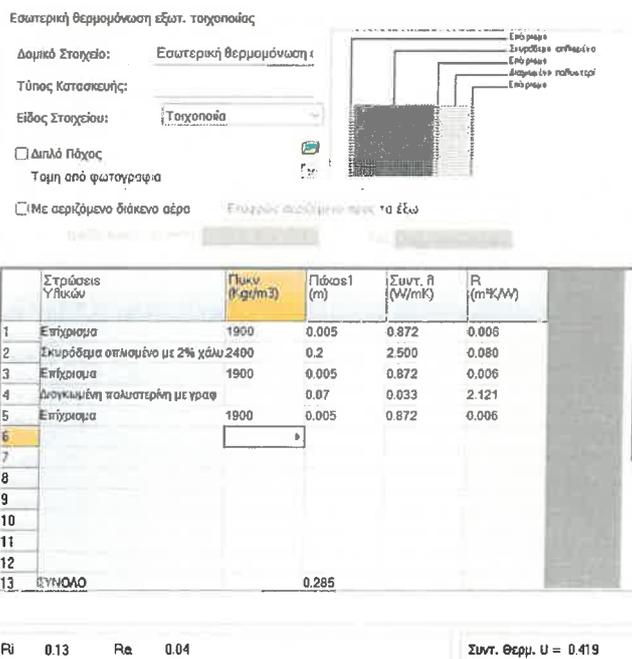
Εικόνα 3.3-4. Σκαρίφημα πρότασης εσωτερικής θερμομόνωσης δώματος (αριστερά) και τοιχοποιίας (δεξιά).

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υφιστάμενου αμόνωντου δώματος είναι 3,052 W/(m²*K). Η υλοποίηση της προτεινόμενης θερμομόνωσης συμβάλει στη μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας του δώματος από 3,052 W/(m²K) σε 0,400 W/(m²K). Η τιμή αυτή είναι ίση με τον μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή 0,40 W/(m²K), που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. για την ζώνη Γ στην οποία βρίσκεται το κτίριο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας είναι 3,165 W/(m²*K) και με την θερμομόνωση που προτείνεται θα μειωθεί σε 0,419 W/(m²*K), τιμή η οποία είναι μικρότερη του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας 0,45 W/(m²K), που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. για την ζώνη Γ στην οποία βρίσκεται το κτίριο.

Αναλυτικά το πάχος και ο συντελεστής αγωγιμότητας λ του εκάστοτε δομικού στοιχείου, καθώς και οι συντελεστές θερμοπερατότητας του θερμομονωμένου δώματος και της τοιχοποιίας περιλαμβάνονται στην εικόνα που ακολουθεί.

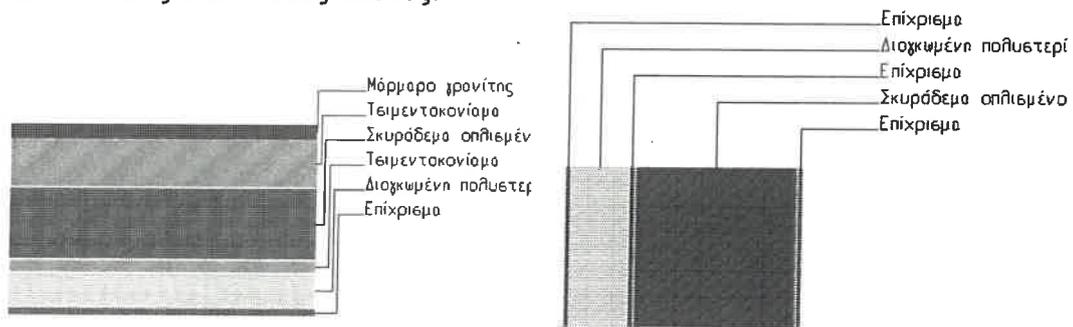


Εικόνα 3.5 Χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων εσωτερικής θερμομόνωσης δώματος.



Εικόνα 3.6 Χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων εσωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας.

Τα σκαριφήματα της πρότασης θερμοπρόσοψης του δαπέδου ορόφου και της τοιχοποιίας (ποδιές κουφωμάτων), με το σύνολο των εφαρμοζόμενων δομικών στοιχείων περιλαμβάνονται στις ακόλουθες εικόνες.



Εικόνα 3.7-8. Σκαρίφημα πρότασης θερμοπρόσοψης δαπέδου ορόφου (αριστερά) και τοιχοποιίας (δεξιά).

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υφιστάμενου αμόνωτου δαπέδου είναι $2,695 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Η υλοποίηση της προτεινόμενης θερμοπρόσοψης συμβάλει στη μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας του δαπέδου από $2,695 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ σε $0,398 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Η τιμή αυτή είναι μικρότερη από τον μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή $0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. για την ζώνη Γ στην οποία βρίσκεται το κτίριο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας είναι $3,165 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ και με την θερμοπρόσοψη που προτείνεται θα μειωθεί σε $0,419 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, τιμή η οποία είναι μικρότερη του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας $0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. για την ζώνη Γ στην οποία βρίσκεται το κτίριο.

Αναλυτικά το πάχος και ο συντελεστής αγωγιμότητας λ του εκάστοτε δομικού στοιχείου, καθώς και ο συντελεστής θερμοπερατότητας του μονωμένου δαπέδου (pilotis) και της τοιχοποιίας περιλαμβάνονται στην εικόνα που ακολουθεί.

[Βιβλ.] Μονωμένο δάπεδο ορόφου (pilotis)

Δομικό Στοιχείο: [Βιβλ.] Μονωμένο δάπεδο

Τύπος Κατασκευής:

Είδος Στοιχείου: Δάπεδο

Διπλό πάχος

Τομή από φωτογραφία

Με αεριζόμενο διάκενο αέρα

Ελαφρώς αεριζόμενο προς το έξω

Στρώσεις Υλικών	Πυκν (Kg/m3)	Πάχος1 (m)	Συντ. λ (W/mK)	Ri (m²K/W)
1 Μάρμαρο γραν		0.030	2.700	0.011
2 Τσιμεντοκονία		0.100	1.390	0.072
3 Σκυρόδεμα σπ2400		0.150	2.500	0.060
4 Τσιμεντοκονία		0.025	1.390	0.018
5 Διογκωμένη πο		0.07	0.033	2.121
6 Επίχρισμα	1900	0.015	0.872	0.017
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13 ΣΥΝΟΛΟ		0.390		

Ri 0.170 Ra 0.040 Συντ. θερμ. U = 0.398

Αντίσταση θερμικής μετάβασης Αποδοχή Ακύρωση

Εικόνα 3.9 Χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων θερμοπρόσοψης δαπέδου ορόφου (pilotis).

Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας U

Θερμοπρόσοψη εξωτ. τοιχοποιίας

Δομικό Στοιχείο: Θερμοπρόσοψη εξωτ. τοιχοποιίας

Τύπος Κατασκευής:

Είδος Στοιχείου: Τοιχοποιία

Διπλό Πάχος
Τομή από φωτογραφία

Με αεριζόμενο διάκενο αέρα Ελαφρώς αεριζόμενο προς τα έξω

	Στρώσεις Υλικών	Πυκν. (Kg/m ³)	Πάχος1 (m)	Συντ. β (W/mK)	R (m ² K/W)
1	Επίχρυσμα	1900	0.005	0.872	0.008
2	Διογκωμένη πο		0.07	0.033	2.121
3	Επίχρυσμα	1900	0.005	0.872	0.008
4	Σκυρόδεμα σπ2400		0.2	2.500	0.080
5	Επίχρυσμα	1900	0.005	0.872	0.008
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13	ΣΥΝΟΛΟ		0.285		

Ri 0.13 Ra 0.04 Συντ. θερμ. U = 0.419

Αντίσταση θερμικής μετάβασης Αποδοχή Ακύρωση

Εικόνα 3.10 Χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων θερμοπρόσοψης τοιχοποιίας.

Βασική υποχρέωση του αναδόχου, πριν την υπογραφή της σύμβασης και ταυτόχρονα με την υποβολή των επικαιροποιημένων δικαιολογητικών, είναι η προσκόμιση δειγμάτων των υλικών που προβλέπονται από τη μελέτη, συνοδευόμενα με επίσημα εργαστηριακά πιστοποιητικά, σύμφωνα με το τεύχος τεχνικών προδιαγραφών και τις ισχύουσες ΕΤΕΠ και για όσα επιπλέον ζητήσει η τεχνική υπηρεσία, η οποία θα ελέγξει, θα εγκρίνει και θα εντάξει στο έργο τα δείγματα που πληρούν τα απαιτούμενα τεχνικά χαρακτηριστικά.

4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ – ΑΕΡΙΣΜΟΥ

4.1 Γενικά

Στο κτίριο θα εγκατασταθούν τρία (3) συστήματα κλιματισμού-εξαερισμού.

Δύο (2) για το Ισόγειο και ένα (1) για τον όροφο.

Για τον αερισμό των χώρων του Ισογείου θα εγκατασταθούν τρεις (3) Μονάδες Εναλλάκτη αέρα/αέρα – Ανεμιστήρων/Ανάκτησης Θερμότητας Αέρα και δίκτυο αεραγωγών και στομιών.

Το σύστημα θέρμανσης – ψύξης των χώρων του Ισογείου θα αποτελείται από ένα δίκτυο σωληνώσεων νερού με Fan-coils . Οι εξωτερικές μονάδες θα είναι 3 αντλίες θερμότητας που τοποθετούνται στον ακάλυπτο Χώρο του Κτιρίου, στην Νοτιοανατολική Πλευρά. Εσωτερικά τοποθετούνται Fun Coils, Δαπέδου και Τοίχου.

Η θέρμανση, η ψύξη και ο αερισμός του ορόφου θα πραγματοποιείται από δύο (2) κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, οι οποίες προσάγουν κλιματισμένο αέρα στους χώρους μέσω αεραγωγών και στομιών. Οι 2 ΚΚΜ τοποθετούνται στο δώμα και οι Α/Θ που τις υποστηρίζουν στο Ισογειο.

Η αντιμετώπιση του κλιματισμού-αερισμού των διαφόρων χώρων του κτηρίου γίνεται με βασικό κριτήριο τις απαιτήσεις σε αερισμό ανάλογα με την χρήση τους, τον εξυπηρετούμενο αριθμό ατόμων, την επιτρεπτή στάθμη θορύβου και την απαιτούμενη ποιότητα αέρα, τις σχετικές ισχύουσες διατάξεις και περιλαμβάνει όλα τα συστήματα, δίκτυα, διατάξεις κ.λπ., ώστε να είναι πλήρης.

Το σύστημα του Ισογείου , μέσω του BMS, ελέγχει τη θερμοκρασία και το CO₂ ανά χώρο.

Το σύστημα του ορόφου , μέσω του BMS, ελέγχει τη θερμοκρασία, την υγρασία και το CO₂ (θεωρείται ένας ενιαίος χώρος).

Για την όδευση των δικτύων από τις εξωτερικές μονάδες προς τις εσωτερικές θα απαιτηθεί η διάνοιξη κάποιων οπών στο φέροντα οργανισμό του κτιρίου, στις θέσεις που έχουν καθοριστεί στην Μελέτη και σύμφωνα με την τελική απόφαση της Επίβλεψης. Στις θέσεις αυτές προβλέπεται και η κατάλληλη μόνωση των οπών.

Η όλη εγκατάσταση του κλιματισμού θα είναι σύμφωνη με τις ισχύουσες διατάξεις και θα εκτελεστεί σύμφωνα με την τεχνική περιγραφή, τα σχέδια και τις προδιαγραφές της μελέτης.

Οι επιλογές του εξοπλισμού γίνονται με βάση τα ψυκτικά φορτία, τα οποία είναι αρκετά μεγαλύτερα από τα θερμικά.

4.2 Ισόγειο - Εγκατάσταση Θέρμανσης – Ψύξης – Αερισμού

4.2.1 Εγκατάσταση Αερισμού

Για τον αερισμό των του Ισογείου θα εγκατασταθούν μονάδες εναλλάκτη αέρα – αέρα υψηλής απόδοσης με δίκτυα αεραγωγών και κατάλληλων στομιών , όπως φαίνεται στα σχέδια της Μελέτης, που θα επιτυγχάνουν τις απαραίτητες εσωτερικές Ανάγκες αερισμού και καθαρότητας αέρα στους διάφορους χώρους του Ισογείου σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ.

Η κάθε Μονάδα θα επιτυγχάνει εξοικονόμηση ενέργειας προσαρμόζοντας την απόδοση και κατά συνέπεια την κατανάλωση ενέργειας του εξωτερικού μηχανήματος ανάλογα με την ζήτηση.

Ο εξαερισμός θα λειτουργεί με ενεργοποίηση από αισθητήρια CO₂ και άνοιγμα-κλείσιμο τάμπερ στα στόμια προσαγωγής και απαγωγής κάθε χώρου.

Εναλλάκτες Αέρα – Αέρα (VAM)

Οι εναλλάκτες θα έχουν κινητήρες ανεμιστήρων DC-inverter και θα διαθέτουν ειδικό ελεγκτή με αυτοματισμό διαφορικής πίεσης για να προσαρμόζει την παροχή του ανάλογα με την απαίτηση σε νωπό αέρα. Ο νωπός αέρας θα προσάγεται στη θερμοκρασία του χώρου αφού πρώτα θα περνά από τον εναλλάκτη και στη συνέχεια θα θερμαίνεται ή θα ψύχεται από στοιχείο νερού εκτός των μονάδων.

Κάθε Μονάδα νωπού Αέρα με Εναλλάκτη - Ανεμιστήρων, Ανάκτησης Θερμότητας Αέρα, θα είναι ελάχιστου βαθμού απόδοσης 80% και ειδικής Κατανάλωσης SFPv 2KW/(m³/s), στοιχείο νερού στην είσοδο του νωπού αέρα, Μεταλλικός, Πλακοειδής, με Διαρροή μεταξύ Προσαγωγής και Απαγωγής < 1,5%, δυνατότητα Bypass και κοινό θερμαντικό και ψυκτικό Στοιχείο.

Θα τοποθετηθούν τρεις (3) εναλλάκτες στους εξής Χώρους:

1. VAM1 - στον Διάδρομο της Νοτιοανατολικής Πλευράς του Κτιρίου
2. VAM2 - στον Διάδρομο της Κεντρικής Εισόδου
3. VAM3 - στον Χώρο Κεντρική Νησίδα Υπολογιστών (εντός ηχομονωμένου με Πετροβάμβακα Κιβωτίου και Ανθρωποθυρίδα)

Επιλέγονται οι εξής Μονάδες:

Πίνακας 4.1 Μονάδες Αερισμού Ισογείου

Περιοχή	Σύνολο αναγκών Νωπού Αέρα Περιοχής (m ³ /h)	Ενδεικτικός Τύπος
Περιοχή 1 - VAM1	1.140	System air Topvex FC15
Περιοχή 2 - VAM1	1.893	System air Topvex FC25
Περιοχή 3 - VAM1	1.515	System air Topvex FC20

Δίκτυο Αεραγωγών – Στόμια

Οι κύριοι αεραγωγοί, θα είναι κυκλικής Διατομής και θα είναι από γαλβανισμένη λαμαρίνα, όπως και τα Plenum και θα οδεύουν στην οροφή.

Η προσαγωγή και η επιστροφή του αέρα από και προς τα στόμια προσαγωγής - επιστροφής του χώρου θα γίνεται μέσω ειδικά διαμορφωμένων plenum.

Οι διαστάσεις των αεραγωγών και των στομιών θα επιλεγούν έτσι ώστε η στάθμη θορύβου να μην υπερβαίνει τα ανώτατα επιτρεπτά όρια (35db) και να γίνεται καλή διανομή του αέρα χωρίς να δημιουργούνται τυφλά σημεία και ανεπιθύμητα ρεύματα.

Το πάχος των Αεραγωγών θα είναι ανάλογο με τις διαστάσεις, όπως ακριβώς αναφέρεται στις προδιαγραφές. Οι αεραγωγοί Προσαγωγής και Απαγωγής από τον Εναλλάκτη έως τα Στόμια, θα μονώνονται σε όλο το μήκος τους με Πετροβάμβακα Πάχους 3cm, και θα φέρουν κάλυψη με φύλλο αλουμινίου. Ο τρόπος εγκατάστασης και σύνδεσης των αγωγών θα ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις αντοχής και λειτουργίας της κατασκευής. Η Προσαγωγή και η Απαγωγή του αέρα θα γίνεται με ανεξάρτητα δίκτυα, από ψηλά. Τα στόμια (Προσαγωγής και Απαγωγής) θα είναι καμπύλα και κατάλληλα για τοποθέτηση απ ευθείας στον κυκλικό Αεραγωγό, με Ρυθμιστικό Διάφραγμα με Ηλεκτροκινητήρα αναλογικής ρύθμισης. Όλοι οι αεραγωγοί και οι εναλλάκτες θα είναι εγκατεστημένοι κοντά στην οροφή και θα είναι εμφανείς.

4.2.2 Εγκατάσταση Θέρμανσης – Ψύξης

Για τον κλιματισμό (ψύξη-θέρμανση) του ισογείου, προβλέπεται η εγκατάσταση τοπικών κλιματιστικών μονάδων αέρα-νερού (fan coil) που θα τροφοδοτούνται από 3 αντλίες θερμότητας αέρα – νερού (αερόψυκτες), που θα είναι εγκατεστημένες στον εξωτερικό χώρο παραπλευρώς του Νοτιοανατολικού τοίχου, εντός ψηλής περιφραξής (για λόγους ασφαλείας).

Συνθήκες

Η θερμοκρασία του εσωτερικού περιβάλλοντος, κατά τη λειτουργία σε θέρμανση και ψύξη, ενιαία σε όλη την επιφάνεια του ορόφου, θα είναι (σύμφωνα και με τον ΚΕΝΑΚ):

1. Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου 20 [°C], **εκτός από τους διαδρόμους και τους βοηθητικούς χώρους όπου θα είναι 18[°C] με ρύθμιση από το BMS**, την χειμερινή περίοδο και
2. Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου 26 [°C] την θερινή περίοδο

Αντλία Θερμότητας

Η κάθε αντλία θερμότητας θα είναι τύπου αέρα – νερού (αερόψυκτη), αναστρέψιμης λειτουργίας (ψύξη – θέρμανση), με ισχύ Ρψυξ=67KW και Ρθερμ (-3 β.Κ.) = 54KW, SEER=3,7, SCOP=3,2. Η αντλία θα διαθέτει ενσωματωμένο υδραυλικό μέρος, με αντλία (κυκλοφορητής) τύπου inverter 11,5m³/h και 12mΥ.Σ. Ο έλεγχος της θα επιτυγχάνεται από τον υπάρχον αυτοματισμό της αντλίας αλλά και από τον κεντρικό αυτοματισμό του κτηρίου. Η ηλεκτρική της σύνδεση θα πραγματοποιηθεί μέσω του ηλεκτρικού πίνακα κλιματισμού

Εσωτερικές Κλιματιστικές Μονάδες

Τα θερμαντικά σώματα θα είναι fan coils τύπου δαπέδου ή Τοίχου.

Οι τερματικές μονάδες νερού-αέρα θα είναι νέας σχεδίασης για την πλέον αθόρυβη λειτουργία.

Οι μονάδες τοποθετούνται στους κλιματιζόμενους χώρους και επεξεργάζονται τον κλιματιζόμενο αέρα τροφοδοτούμενες με ψυχρό ή ζεστό νερό, από την αντλία θερμότητας.

Οι μονάδες θα είναι διαφόρων δυναμικοτήτων σύμφωνα με την μελέτη κλιματισμού.

Οι μονάδες θα λειτουργούν με τοπικά χειριστήρια (ένα ανά χώρο) και μέσω του αυτοματισμού του κτηρίου. Στις μονάδες των διαδρόμων δεν θα υπάρχουν χειριστήρια, αλλά η ρύθμιση θα γίνεται μέσω του BMS.

Δίκτυο Σωλήνων Κλιματισμού

Θα διαμορφωθεί κατάλληλο κύκλωμα θερμού/ψυχρού νερού για τη σύνδεση των αντλιών θερμότητας με τις μονάδες των fan coils. Προβλέπεται Εγκατάσταση σωληνώσεων (χαλύβδινοι ανευ ραφής με Μόνωση Τύπου Armaflex και κάλυμα αλουμινίου 4'') από την αντλία θερμότητας έως το κεντρικό κολεκτέρ προσαγωγής – επιστροφής, S1, στο Χώρο των Συλλεκτών (με χρήση σφαιρικών βανών 4''). Οι σωληνώσεις θα οδεύουν στον εξωτερικό χώρο κατά μήκος του τοίχου στον περιβάλλοντος χώρου συνέχεια εντός του Κτιρίου στον οροφή.

Ο κεντρικός Συλλέκτης θα τροφοδοτεί και εκτός κάποιων Μονάδων Fan Coil, άλλους δύο (2) Συλλέκτες. Συνολικά θα εγκατασταθούν στο Ισόγειο τρεις (3) Συλλέκτες από Πολυπροπυλένιο ως εξής:

S1 - στον Χώρο των Συλλεκτών	Ø200
S2 - στον Διάδρομο 1 στο εσωτερικό του Ισογείου (Ανατολικά του Αιθρίου)	Ø160
S3 - στον Διάδρομο 2 στο εσωτερικό του Ισογείου (Δυτικά του Αιθρίου)	Ø160

Οι Συλλέκτες, για λόγους Ασφαλείας θα τοποθετηθούν εντός μεταλλικής Κατασκευής με Πόρτα που θα φέρει Κλειδαριά (ανοιχτή από την επάνω Πλευρά)

Το Δίκτυο Σωληνώσεων θα κατασκευαστεί από Σωλήνα Πολυπροπυλενίου PP-R-PN20, τριών στρωμάτων, με υαλόνημα, SDR7,4 από Ø20 έως Ø 25 και SDR11 από Ø 32 έως Ø 75.

Το υδραυλικό δίκτυο στο κτίρια θα είναι ορατό. Θα είναι κατασκευασμένο ώστε να μπορεί να συντηρηθεί εύκολα. Η διάταξη και οι οδεύσεις των Σωλήνων δίνονται στα σχέδια.

Το δίκτυο σωληνώσεων που οδεύουν κατά ομάδες ή μεμονωμένοι θα στηρίζονται επαρκώς στα δομικά στοιχεία του κτιρίου και όπου αυτό δεν είναι εφικτό στο Δάπεδο.

Θα είναι διαφόρων διαμέτρων, σύμφωνα με την μελέτη κλιματισμού. Το δίκτυο θα είναι πλήρως μονωμένο σε όλο το μήκος του με πάπλωμα από αφρώδες πολυαιθυλένιο (τύπου airtaflex) ελάχιστου πάχους κατά ΚΕΝΑΚ. Η μόνωση στα τμήματα που βρίσκονται σε εξωτερικό χώρο θα προστατευτεί με φύλλα αλουμινίου ελάχιστου πάχους 0,6 mm κατάλληλα διαμορφωμένα. Στα σημεία που οι σωληνώσεις διαπερνούν κάθετα δομικά στοιχεία, αυτό θα γίνεται μέσω ειδικού μανδύα. Γενικά σε όλη την διαδρομή των σωληνών δεν θα πρέπει να υπάρχουν σημεία επαφής του σωλήνα με άλλα υλικά χωρίς την μεσολάβησει θερμομόνωσης.

Οι σωληνώσεις θα εγκατασταθούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να οδεύουν παράλληλα ή κάθετα προς τα οικοδομικά στοιχεία του κτιρίου καθώς επίσης και μεταξύ τους. Επίσης οι αποστάσεις μεταξύ τους καθώς και προς τα οικοδομικά στοιχεία θα είναι τέτοιες ώστε να εξασφαλίζουν την εύκολη προσπέλαση αυτών καθώς επίσης και τη μόνωσή τους. Πρέπει να αποφευχθεί προσεκτικά η δημιουργία θυλάκων αέρα και σημείων παγιδεύσεως αέρα. Επίσης θα πρέπει να δοθεί η κατάλληλη κλίση στις σωληνώσεις και να ληφθεί πρόνοια ώστε να είναι δυνατός ο εύκολος εξαερισμός του δικτύου. Σε όλα τα ψηλά σημεία του δικτύου όπου είναι δυνατό να συγκεντρωθεί αέρας και να εμποδίσει την ροή θα εγκατασταθούν αυτόματα εξαεριστικά διαμέτρου 1/2". Στα χαμηλά σημεία θα εγκατασταθούν κρουνοί εκκένωσης.

Όλες οι διακλαδώσεις και συνδέσεις θα γίνουν με ειδικά εξαρτήματα (σύνδεσμοι, ταυ, σταυροί κτλ). Όλα τα όργανα διακοπής, ρύθμισης, μέτρησης κλπ. θα είναι κατάλληλα για τις πιέσεις και θερμοκρασίες του δικτύου. Τα θερμομέτρα θα είναι τύπου που να μπορούν να αποχωρίζονται από τη βάση τους (separable sockets) χωρίς να απαιτείται η διακοπή της ροής.

Οι συνδέσεις των τεμαχίων των σωληνών κατά προέκταση ή διακλάδωση προς διαμόρφωση του δικτύου θα εκτελεστούν, κατά κανόνα με συγκόλληση. Στις θέσεις όπου απαιτείται η δυνατότητα αποσυναρμολογήσεως τοποθετούνται φλάντζες.

Οι καμπυλώσεις των σωληνών για την διαμόρφωση της απαιτούμενης αξονικής πορείας των δικτύων θα εκτελούνται ώστε να μην παραβιάζουν την αντοχή αυτών, ούτε να αλλοιώνεται το κυκλικό σχήμα της διατομής τους. Έτσι οι καμπυλώσεις θα σχηματίζονται με χρησιμοποίηση ειδικών τεμαχίων (καμπυλών) συγκολλητών μεγάλης ακτίνας καμπυλότητας. Χρήση εξαρτημάτων μικρής ακτίνας καμπυλότητας (γωνιές) μπορεί να επιτραπεί από την επίβλεψη μόνο εφόσον το επιβάλλουν αναπόφευκτα κατασκευαστικά εμπόδια.

Σε όλα τα δίκτυα σωληνώσεων οπουδήποτε αυτά συνδέονται με βάννες, διακόπτες, φίλτρα, συσκευές, μηχανήματα, αντλίες, όργανα κλπ. θα εγκατασταθούν φλάντζες ή ρακόρ ώστε να είναι δυνατή η αποσύνδεση τους. Όλες οι βάννες και λοιπά φλαντζωτά στοιχεία θα συνδέονται με τις σωληνώσεις, με φλάντζες που θα έχουν την ίδια μορφή και κλάση πίεσεως με τις δικές τους. Όλες οι φλαντζωτές συνδέσεις θα είναι εφοδιασμένες με κατάλληλα παρεμβύσματα. Η σύσφιγξη θα επιτυγχάνεται με χαλύβδινα μπουλόνια και περικόχλια με εξαγωνική κεφαλή.

Οι σφαιρικές βάνες (ball valves) που θα εγκατασταθούν θα είναι κατάλληλες για δίκτυα ζεστού και κρύου νερού και θα είναι ονομαστικής πίεσης λειτουργίας: 10bar, PN 10 και θερμοκρασία λειτουργίας : -10°C έως 120°C.

Όλες οι εξωτερικές και εσωτερικές μονάδες του συστήματος θα πρέπει να είναι προσυναρμολογημένες και ελεγμένες από το εργοστάσιο κατασκευής. Θα πρέπει να κατέχουν (φέρουν) πιστοποιητικό συμμόρφωσης (CE) σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία. Ο κατασκευαστής θα πρέπει να είναι πιστοποιημένος σύμφωνα με το πρότυπο διασφάλισης ποιότητας ISO 9001 .

Αποχέτευση Συμπυκνωμάτων

Οι αποχετεύσεις συμπυκνωμάτων θα κατασκευαστούν από σωλήνα PP Φ32 mm, ή PVC 6 Atm Φ32. Η συγκόλληση θα γίνει με θέρμανση για το PP ή με ειδική κόλλα για το PVC. Διακλαδώσεις και αλλαγές διεύθυνσης θα γίνονται μόνο με χρήση εξαρτημάτων. Θα χρησιμοποιηθούν μόνο ευθύγραμμα τμήματα. Τα συμπυκνώματα από τα fan-coil θα οδηγούνται στο εξωτερικό περιβάλλον , σύμφωνα με τα σχέδια.

4.3 Όροφος - Εγκατάσταση Θέρμανσης – Ψύξης – Αερισμού

Ο όροφος θα θερμαίνεται το χειμώνα και θα ψύχεται το καλοκαίρι μέσω δύο (2) κεντρικών κλιματιστικών Μονάδων (ΚΚΜ) 45000m³/h η κάθε μία, και των αντίστοιχων δικτύων αεραγωγών - στομιών για τη διανομή του αέρα. Η παραγωγή θερμού ή ψυχρού νερού για τη τροφοδοσία της κάθε ΚΚΜ θα γίνεται από 2 αντλίες θερμότητας αέρος – νερού. Οι ΚΚΜ θα είναι εγκατεστημένες στο δώμα. Οι Α/Θ θα είναι εγκατεστημένες στον περιβάλλοντα χώρο του ισογείου.

Η κάθε ΚΚΜ θα παίρνει νωπό αέρα 14000m³/h . Στην συνέχεια ο αέρας θα οδηγείται σε κάθε κλιματιζόμενο χώρο με σύστημα αεραγωγών και στομιών. Προβλέπεται και αντίστοιχη εγκατάσταση για τον αέρα επιστροφής, ο οποίος αφού διέλθει από το σύστημα ανάκτησης θερμότητας (εναλλάκτης αέρα-αέρα) της ΚΚΜ θα απορρίπτεται στο περιβάλλον. Η ΚΚΜ θα τροφοδοτείται με κρύο ή ζεστό νερό από σύστημα 2 αντλιών θερμότητας, αερόψυκτες. Τα μηχανήματα θα είναι τοποθετημένα σε αντικραδασμικές βάσεις.

Το σύστημα έχει σαν σκοπό να διατηρήσει συνθήκες θερμικής άνεσης και υγιεινού περιβάλλοντος στους κλιματιζόμενους χώρους. Επιπλέον, μέσω του κλιματισμού από τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ), θα προσάγεται κατάλληλα επεξεργασμένος νωπός αέρας, εξασφαλίζοντας παράλληλα το μέγιστο βαθμό απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας.

Οι κλιματιστικές μονάδες θα τροφοδοτηθούν με θερμό νερό και ψυχρό νερό από συλλέκτη 10'', ο οποίος θα εγκατασταθεί εντός του μηχανοστασίου των παλαιών ΚΚΜ επί του δώματος. Ο συλλέκτης θα τροφοδοτείται με θερμό ή ψυχρό νερό από την αντλία θερμότητας και ως εφεδρεία με θερμό νερό από το δίκτυο της τηλεθέρμανσης του ΑΠΘ. Ο κλιματισμένος αέρας θα διαμοιράζεται στο χώρο του ορόφου μέσω δικτύου αεραγωγών, κατάλληλων διατομών, και στομιών προσαγωγής και επιστροφής. Η όδευση των αεραγωγών θα γίνει διαμέσου των ανοιγμάτων του αίθριου με τη χωροθέτηση που απεικονίζεται στα σχετικά Σχέδια.

Η κλιματιστική εγκατάσταση θα τροφοδοτείται και θα ελέγχεται από νέο ανεξάρτητο ηλεκτρικό πίνακα εγκατεστημένο σε ειδικό κλειστό χώρο στο σημείο εγκατάστασης των Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων, στο χώρο του μηχανοστασίου των παλαιών ΚΚΜ. Ακόμα, η λειτουργία όλων των μηχανημάτων θα διαθέτει διατάξεις αυτοματισμού και θα είναι δυνατός ο έλεγχος και η εποπτεία εξ αποστάσεως μέσω του BMS. Η συντήρηση και γενικά ο έλεγχος της εγκατάστασης θα πρέπει να είναι φιλική προς το χρήστη και να γίνεται με εύκολο τρόπο.

Συνθήκες

Η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του εσωτερικού περιβάλλοντος, κατά τη λειτουργία σε θέρμανση και ψύξη, ενιαία σε όλη την επιφάνεια του ορόφου, θα είναι (σύμφωνα και με τον ΚΕΝΑΚ):

1. Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου 20 [°C] και σχετική υγρασία 35% την χειμερινή περίοδο και
2. Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου 26 [°C] και σχετική υγρασία 45% την θερινή περίοδο

Ο απαραίτητος αερισμός διαμορφώνεται σε 11 m³/h/m² σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2070-1/2017 ήτοι 28.000 m³/h για το σύνολο του ορόφου. Συνεπώς κάθε ΚΚΜ οφείλει να προσάγει 14.000 m³/h νωπού αέρα.

Αντλίες Θερμότητας

Η κάθε αντλία θερμότητας θα είναι τύπου αέρα – νερού (αερόψυκτη), αναστρέψιμης λειτουργίας (ψύξη – θέρμανση), με ισχύ Ρψυξ=273KW και Ρθερμ (-3 β.Κ.) = 217KW, SEER=5, SCOP=3,8. Η αντλία θα διαθέτει ενσωματωμένο υδραυλικό μέρος, με αντλία (κυκλοφορητής) τύπου inverter 43m³/h και 12mY.Σ. Ο έλεγχος της θα επιτυγχάνεται από τον υπάρχον αυτοματισμό της αντλίας αλλά και από τον κεντρικό αυτοματισμό του κτηρίου. Η ηλεκτρική της σύνδεση θα πραγματοποιηθεί μέσω του ηλεκτρικού πίνακα κλιματισμού

Κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ)

Η κάθε ΚΚΜ θα είναι κατάλληλη για εγκατάσταση σε εξωτερικό χώρο, σε διώροφη διάταξη, ο δε κατασκευαστής θα πρέπει να διαθέτει και θα καταθέσει πιστοποίηση ISO 9001 ή άλλο ισοδύναμο διεθνές Standard για την σχεδίαση, παραγωγή και συντήρηση κλιματιστικών μονάδων.

Οι ΚΚΜ θα είναι οριζόντιας διάταξης κατάλληλες για στήριξη στο δάπεδο και σύμφωνη με τις προδιαγραφές που παρουσιάζονται στο αντίστοιχο τεύχος. Κάθε ΚΚΜ θα φέρει:

- εναλλάκτη θερμότητας αέρα-αέρα μεταξύ του εξερχόμενου και εισερχόμενου αέρα
- πολύφυλλο διάφραγμα στην είσοδο του εναλλάκτη .
- πρόφιλτρο κλάσης G4 (σύμφωνα με EN 779:2002) μετά το διάφραγμα στην είσοδο του εναλλάκτη
- πολύφυλλο διάφραγμα στην έξοδο του εναλλάκτη
- κοινό θερμαντικό/ψυκτικό στοιχείο κατάλληλο για ζεστό και ψυχρό νερό
- λεκάνη συγκέντρωσης
- Υγραντήρα
- ηλεκτρικό μεταθερμαντήρα
- σταγονοσυλλέκτη
- ανεμιστήρα προσαγόμενου αέρα τύπου plug με ρύθμιση των στροφών του με inverter
- ανεμιστήρα απαγόμενου αέρα τύπου plug με ρύθμιση των στροφών του με inverter
- τμήμα σακόφιλτρων κλάσης F7
- ηχοαποσβεστήρα αέρα
- Σύστημα free-cooling

Κάθε μονάδα να διαθέτει έναν ή περισσότερους ανεμιστήρες προσαγωγής και επιστροφής αέρα, ελεύθερης ροής απευθείας μετάδοσης κίνησης για υψηλή απόδοση και περισσότερο έλεγχο στον προγραμματισμό του ανεμιστήρα, τύπου plug, με κινητήρα τεχνολογίας inverter. Οι ανεμιστήρες επιλέγονται με τρόπο ώστε να μπορούν να παρέχουν συνολικά 45.000 m³/h, τόσο στην προσαγωγή όσο και στην επιστροφή, υπερνικώντας τις απώλειες πίεσης εντός της ΚΚΜ, στο δίκτυο αεραγωγών και στα στόμια προσαγωγής και επιστροφής.

Λειτουργία της εγκατάστασης

Για την τήρηση στους κλιματιζόμενους χώρους της επιθυμητής θερμοκρασίας και υγρασίας, η λειτουργία της κάθε ΚΚΜ θα είναι αυτόματη και θα ελέγχεται από ανεξάρτητο, σύνολο οργάνων αυτοματισμού μέσω του BMS. Κάθε ΚΚΜ θα φέρει τρίοδη βάνα 4'' για την ρύθμιση της προσαγωγής του νερού.

Θερινή λειτουργία

Όταν η θερμοκρασία στον αεραγωγό επιστροφής είναι υψηλότερη από την επιθυμητή, η τρίοδη βάνα είναι ανοικτή και ολόκληρη η ποσότητα του κρύου νερού τροφοδοτεί το ψυκτικό στοιχείο. Όσο η θερμοκρασία του χώρου μειώνεται και προσεγγίζει την επιθυμητή, η τρίοδη βάνα κλείνει προοδευτικά. Στην τελείως κλειστή θέση (η θερμοκρασία του χώρου είναι η επιθυμητή), ολόκληρη η ποσότητα του κρύου νερού παρακάμπτει το στοιχείο. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται αντίστροφα όταν η θερμοκρασία του χώρου αυξάνεται.

Χειμερινή λειτουργία

Όταν η θερμοκρασία στον αεραγωγό επιστροφής είναι μικρότερη από την επιθυμητή, η τρίοδη βάννα είναι ανοικτή και ολόκληρη η ποσότητα του ζεστού νερού τροφοδοτεί το θερμαντικό στοιχείο. Όσο η θερμοκρασία του χώρου αυξάνεται και προσεγγίζει την επιθυμητή, η τρίοδη βάννα κλείνει προοδευτικά. Στην τελείως κλειστή θέση (η θερμοκρασία του χώρου είναι η επιθυμητή), ολόκληρη η ποσότητα του ζεστού νερού παρακάμπτει το στοιχείο.

Όταν η σχετική υγρασία στον αεραγωγό επιστροφής είναι μικρότερη από την επιθυμητή, δίνεται η σχετική εντολή στον υγραντήρα νερού, ο οποίος ψεκάζει νερό στο rad της προσαγωγής και υγραίνει τον αέρα, μέχρι να επιτευχθεί η επιθυμητή τιμή της σχετικής υγρασίας.

Λειτουργία ανεμιστήρων εξαερισμού

Η λειτουργία των φυγοκεντρικών ανεμιστήρων απαγωγής του αέρα, θα ελέγχεται από την ίδια εντολή προς τους ανεμιστήρες προσαγωγής έτσι ώστε να πραγματοποιείται αυτόματα η εκκίνηση ή η στάση των ανεμιστήρων σε εξάρτηση με την λειτουργία της αντίστοιχης κλιματιστικής μονάδας και επιπλέον θα υπάρχει και η δυνατότητα επιλογής ανεξαρτήτως της λειτουργίας τους.

Δίκτυο Σωλήνων Κλιματισμού

Θα διαμορφωθεί κατάλληλο κύκλωμα θερμού/ψυχρού νερού για τη σύνδεση των ΚΚΜ με την αντλία θερμότητας. Προβλέπεται Εγκατάσταση σωληνώσεων:

- Χαλύβδινοι ανευ ραφής με Μόνωση Τύπου Armaflex και κάλυμα αλουμινίου 4'', από κάθε αντλία θερμότητας έως το κολεκτέρ προσαγωγής – επιστροφής, 10'', στο Χώρο των Συλλεκτών (με χρήση σφαιρικών βανών 4'')
- Χαλύβδινοι ανευ ραφής με Μόνωση Τύπου Armaflex και κάλυμα αλουμινίου 4'', από το κολεκτέρ προσαγωγής – επιστροφής, 10'' έως την κάθε ΚΚΜ (με χρήση σφαιρικών βανών 4'')

Οι σωληνώσεις θα οδεύουν στον εξωτερικό χώρο και εντός του μηχανοστασίου των παλαιών ΚΚΜ επί του δώματος.

Δίκτυο Αεραγωγών – Στόμια

Από κάθε μία από τις δύο ΚΚΜ θα ξεκινούν ένα δίκτυο αεραγωγών προσαγωγής και ένα δίκτυο αεραγωγών επιστροφής. Η όδευση τους στο εσωτερικό του κτιρίου θα γίνεται μέσω των ανοιγμάτων του αιθρίου και στην συνέχεια θα οδεύουν εμφανώς στην οροφή του χώρου, κάτω από την υπάρχουσα ψευδοροφή, σε ύψος τέτοιο ώστε τα στόμια προσαγωγής να βρίσκονται σε ύψος 4,5 m από το δάπεδο του χώρου και αντίστοιχα τα στόμια απαγωγής σε ύψος 3,8 m από το δάπεδο του χώρου. Η ανάρτηση τους θα γίνει από το οπλισμένο σκυρόδεμα της πλάκας της οροφής.

Τα τμήματα του δικτύου που οδεύουν στο εξωτερικό του κτιρίου να είναι ορθογωνικής διατομής, ενώ τα αντίστοιχα τμήματα που οδεύουν στο εσωτερικό του κτιρίου κυκλικής διατομής.

Όλα τα τμήματα του δικτύου θα μονωθούν σύμφωνα με τις αντίστοιχες Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές.

Η διανομή του αέρα θα γίνει με δίκτυα μονωμένων αεραγωγών από γαλβανισμένο χαλυβδοέλασμα και στόμια αέρα. Εσωτερικά του κτιρίου, οι αεραγωγοί θα εγκατασταθούν με κατάλληλη Κρέμαση από την Πλάκα της Οροφής, λαμβάνοντας όλα τα απαιτούμενα μέτρα για την εξασφάλιση της στατικής επάρκειας και ακολουθώντας την αντίστοιχη ΕΤΕΠ για τους αεραγωγούς.

Η όδευση τους στον εξωτερικό χώρο θα γίνεται σε μικρή απόσταση από το δάπεδο, μέσω καταλλήλων στηριγμάτων, ώστε αεραγωγοί και μόνωση να μην ακουμπούν στο δάπεδο.

Τα στόμια που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι:

- Για την Προσαγωγή - Κυκλικό στόμιο στροβιλισμού (swirl) οροφής, για εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης, τοποθετημένο σε ύψος 4,5m από το Δάπεδο, με προσαγωγή Αέρα ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις (360°). Με μηχανισμό αυτόματης ρύθμισης της γωνίας των πτερυγίων ανάλογα με την θερμοκρασία προσαγωγής του αέρα, παροχής 1.286m³/h
- Για την Απαγωγή - Στόμιο κυκλικό οροφής επιστροφής, με σταθερά ομόκεντρα πτερύγια, για εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης, τοποθετημένο σε ύψος 3,8m από το Δάπεδο, με Απαγωγή Αέρα ομοιόμορφα απ' όλες τις κατευθύνσεις (360°), παροχής 1.500m³/h

Πριν από κάθε Στόμιο στις προβλεπόμενες από την μελέτη θέσεις θα τοποθετηθούν διαφράγματα ρύθμισης της ποσότητας του αέρα. Θα εξασφαλίζεται στάθμη θορύβου χαμηλότερη των 35 db στα στόμια και των 40 db στους αεραγωγούς.

Μονώσεις

Τα δίκτυα των αεραγωγών προσαγωγής και επιστροφής του αέρα, καθώς και οι σωληνώσεις των υδραυλικών δικτύων θα μονωθούν, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο αντίστοιχο κεφάλαιο των τεχνικών προδιαγραφών και τον ΚΕΝΑΚ. Οι αεραγωγοί θα φέρουν εξωτερικά φύλλο αλουμινίου.

4.4 Στήριξη αεραγωγών δώματος-ορόφου-ισογείου

Γενικά η στήριξη όλων των αεραγωγών (δώματος-ορόφου - ισογείου) γίνεται σύμφωνα με την ΕΤΕΠ ΤΠ 1501-04-07-01-01:2022.

Οι αεραγωγοί του **ισογείου** είναι κυκλικοί, μικρών διατομών και βαρών και στηρίζονται στην οροφή με κυκλικούς δακτύλιους-ντίζες ή εγκάρσιες σιδηρογωνιές-ντίζες, και στηρίγματα ανά 3m.

Ειδική μέριμνα έχει δοθεί στους αεραγωγούς **του δώματος και του ορόφου**, οι οποίοι είναι ορθογωνικής (εξωτερικοί χώροι) και κυκλικής (εσωτερικοί χώροι ορόφου) διατομής. Οι διατομές αυτές είναι μεγάλες και τα βάρη είναι αντίστοιχα μεγάλα. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι το συνολικό βάρος των κυκλικών αεραγωγών που θα κρέμονται από την οροφή(δώμα) του ορόφου είναι της τάξεως των 20.000kgr.

Έτσι, πέρα από την ΕΤΕΠ που αναφέραμε, χρησιμοποιήσαμε τυποποιημένους κυκλικούς δακτυλίους και προφίλ στηρίξεων γνωστής εταιρίας του εμπορίου (HILTI) καθώς και τους πιστοποιημένους πίνακες επιλογής υλικών (π.χ. ντιζών) και τα υπολογιστικά μοντέλα για ιδιαίτερες περιπτώσεις στήριξης.

Επίσης χρησιμοποιούμε ειδικούς αντισεισμικούς συνδέσμους (HILTI), για την στερέωση των αεραγωγών κατά τον κάθετο τους άξονα σε περίπτωση σεισμού, τους οποίους ενδεικτικά (από εμπειρία από άλλα έργα) τους έχουμε τοποθετήσει περίπου ανα 9m.

Ο ανάδοχος του έργου οφείλει να επανεξετάσει την στήριξη των αεραγωγών και για τα αντισεισμικά στηρίγματα να κάνει ειδική μελέτη.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Οτιδήποτε αφορά την στατική αντοχή του κτιρίου μετά τις παρεμβάσεις της παρούσας μελέτης, δεν είναι αντικείμενο της παρούσας μελέτης, ούτε ευθύνη του μελετητή.

5. ΙΣΧΥΡΑ ΡΕΥΜΑΤΑ

5.1 Γενικά

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με το Ελληνικό Πρότυπο **ΕΛΟΤ 60364:2020** **Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις**", χρησιμοποιώντας και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α) *Electrical Installations handbook, Vol 1 & 2, SIEMENS*
- β) *Κανονισμοί Ηλεκτρικών Εσωτερικών Εγκαταστάσεων*
- γ) *Κανονισμοί ΔΕΗ*
- δ) *Ειδικά Κεφάλαια Ηλεκ/κών εγκαταστάσεων και Δικτύων, Δ. Τσανάκα*
- ε) *Τεχνικό Εγχειρίδιο FULGOR*
- στ) *Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις, Μ. Μόσχοβιτς*

Η εγκατάσταση περιλαμβάνει την ηλεκτρική εγκατάσταση ισχυρών ρευμάτων και πρόκειται να κατασκευασθεί σύμφωνα με το Ελληνικό Πρότυπο **ΕΛΟΤ 60364:2020** **"Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις"** και τις απαιτήσεις της Δ.Ε.Η.

5.2 Τροφοδοσία Δ.Ε.Η. - Μετρητές

Η τροφοδοσία θα γίνει από το δίκτυο της Δ.Ε.Η. 230/400 V-50Hz, μέσω του υφιστάμενου υποσταθμού της Βιβλιοθήκης του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

5.3 Καλωδιώσεις - Σωληνώσεις

α. Οι παροχές των πινάκων θα γίνουν με καλώδια FG16R16/1kV.

β. Όπου η εγκατάσταση είναι στεγανή (χωνευτή η ορατή) θα χρησιμοποιηθούν καλώδια NYM και χαλυβδοσωλήνες. Σε περίπτωση χρήσης καλωδίων H07V-U ή H07V-R οι χαλυβδοσωλήνες θα έχουν εσωτερική μόνωση. Σαν στεγανοί χώροι θεωρούνται μεταξύ των άλλων χώροι υγιεινής, λεβητοστάσιο, κλπ.

γ. Τα μεγέθη των σωλήνων, ανάλογα με την διατομή του καλωδίου, δίνονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 5.3.1 Διατομές καλωδίων

Καλώδια	Σωλήνας
3x1.5 mm	Φ 13.5mm
3x2.5 mm, 5x1.5 mm	Φ 16 mm
3x4 mm, 5x2.5 mm	Φ 21 η Φ 23mm
3x6 mm, 5x4 mm	Φ 21 η Φ 23mm
3x10 mm, 5x6 mm	Φ 29mm
3x16 mm, 5x10 mm	Φ 36mm

Για μεγαλύτερες διατομές καλωδίων θα χρησιμοποιηθούν γαλβανισμένοι σιδηροσωλήνες ή και υδραυλικοί πλαστικοί σωλήνες για διαδρομές στο έδαφος.

δ. Οι καλωδιώσεις εντός του κτιρίου θα εγκιβωτίζονται σε ηλεκτρολογικά κανάλια από PVC, καταλλήλων διαστάσεων, σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 04-20-01-06, και 30% εφεδρικό χώρο.

ε. Οι καλωδιώσεις στο δώμα του κτιρίου θα τοποθετηθούν εντός μεταλλικών ηλεκτρολογικών καναλιών με καπάκι, σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 04-20-01-03, και 30% εφεδρικό χώρο.

στ. Όλες οι γραμμές θα φέρουν αγωγό γείωσης.

5.4 Πίνακες διανομής

Οι πίνακες διανομής θα είναι μεταλλικοί προστασίας IP55 ή εναλλακτικά μονοφασικοί (ή τριφασικοί) τυποποιημένοι πίνακες από θερμοπλαστικό υλικό. Κάθε πίνακας θα φέρει ξεχωριστές μπάρες φάσεων, ουδέτερου και γείωσης. Μεταξύ των άλλων, ο πίνακας θα περιλαμβάνει:

- Γενικές συντηκτικές ασφάλειες.
- Γενικό διακόπτη.
- Ηλεκτρονόμο διαφυγής 30mA.
- Αναχωρήσεις σύμφωνα με το σχέδιο πινάκων.

Οι γραμμές των πινάκων, που αφορούν φωτισμό και αερισμό έχουν μια εφεδρεία 10%.

5.5 Παρατηρήσεις

- α. Οι διακόπτες θα τοποθετηθούν σε ύψος 150 cm από το δάπεδο.
- β. Οι θέσεις φωτιστικών σημείων δείχνονται στα σχέδια. Τύποι φωτιστικών που έχουν προκαθορισθεί στο στάδιο της μελέτης, δείχνονται επίσης στα σχέδια.
- γ. Όταν σε κάποιο χώρο η εγκατάσταση είναι στεγανή, αντίστοιχα στεγανοί θα είναι οι ρευματοδότες, οι διακόπτες και τα φωτιστικά σώματα.

5.6 Γειώσεις

Η γείωση των εγκαταστάσεων που περιγράφονται στην παρούσα μελέτη θα πραγματοποιηθεί με σύνδεση στην υπάρχουσα γείωση του ΓΠΧΤ. Σύμφωνα με πληροφορίες της Τεχνικής Υπηρεσίας του Α.Π.Θ. η γείωση αυτή μετράται ανά τακτά διαστήματα και θεωρείται ότι είναι στα αποδεκτά όρια.

5.7 Αντικεραυνική Προστασία

5.7.1 Γενικά

Η παρούσα μελέτη αφορά την αντικεραυνική προστασία του κτηρίου της Κεντρικής Βιβλιοθήκης του ΑΠΘ και ειδικότερα την προστασία του κτηρίου, αλλά και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του δώματος, με τελικό στόχο την προστασία των φοιτητών, των επισκεπτών και των εργαζομένων του υπόψη κτηρίου.

5.7.2 Κανονισμοί – Προδιαγραφές

Για την εκπόνηση της μελέτης εφαρμόστηκαν οι παρακάτω αναφερόμενοι κανονισμοί:
Το Πρότυπο ΕΛΟΤ -1197
Το Πρότυπο ΕΛΟΤ – 1412
Το Πρότυπο International Standard IEC 62305-3
Οι Γερμανικοί κανονισμοί VDE 0185/2002, DIN 57185
Ο κανονισμός DIN 48852 για τα υλικά αντικεραυνικής προστασίας.

5.7.3 Κτίρια προς προστασία

Το κτήριο που εξετάζεται στην παρούσα μελέτη για να διαπιστωθεί αν υπάρχει ανάγκη για την εγκατάσταση Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας (ΣΑΠ) σε αυτό, είναι το κτήριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.:



Εικόνα 4.1 Εξωτερική άποψη του κτηρίου

Μορφή κτηρίου:

Κτήριο οπλισμένου σκυροδέματος, τοιχοποιία τούβλο, μπετόν, δώμα μπετόν, μαρκίζες και διακοσμητικά πετάσματα όψεων μπετόν, υαλοπετάσματα σε όλα τα πλαινά.

5.7.4 ΣΑΠ τύπου κλωβού της Βιβλιοθήκης

Το σύστημα προστασίας της Βιβλιοθήκης θα αποτελείται από αγωγούς Φ8 mm AlMgSi (αλουμινίου-μαγνησίου-πυριτίου), τοποθετημένους με κατάλληλα στηρίγματα οροφής ανά 1m και υποχρεωτικά σε κάθε αλλαγή κατεύθυνσης (πριν και μετά την αλλαγή της κατεύθυνσης).

Επιλέχθηκε αγωγός αυτού του τύπου λόγω μικρού βάρους και βέλτιστης συμπεριφοράς στην διάβρωση ή την οξειδωση, κάτι πολύ σημαντικό για τις ιδιαίτερες αρχιτεκτονικές απαιτήσεις του κτηρίου.

Για τη Στάθμη Προστασίας II και σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 5.7.1), οι βρόχοι του ΣΑΠ θα πρέπει να έχουν διαστάσεις 10X10m.

Πίνακας 5.7.1 Διαστάσεις Βρόχου και μέση απόσταση αγωγών καθόδου ανάλογα με την στάθμη προστασίας

Στάθμη προστασίας	Διαστάσεις Βρόχου (m)	Μέση απόσταση αγωγών καθόδου (m)
I	5x5	10
II	10x10	15
III	15x15	20
IV	20x20	20

Τα στηρίγματα του συλλεκτηρίου αγωγού Φ8 θα αποτελούνται από χάλυβα θερμά επιψευδαργυρωμένο και θα είναι κατάλληλα είτε για στήριξη σε επιφάνεια μπετόν, είτε σε επιχρισμένη επιφάνεια. Για την όδευση επί της επιφάνειας του δώματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν χαλύβδινα στηρίγματα με βάση από υγρομονωτική ροδέλα Neopren.

Οι συνδέσεις των αγωγών του συλλεκτηρίου με τους αγωγούς καθόδου και οι διασταυρώσεις τους, θα πραγματοποιούνται με σφικκτήρες τύπου «T» ή διασταυρώσεως βαρέως τύπου με 4 κοχλίες σύσφιξης.

Οι αγωγοί καθόδου, έχουν σαν σκοπό να οδηγήσουν το κρουστικό κεραυνικό ρεύμα στο σύστημα γείωσης. Σε απόσταση 30 έως 40 εκ. από το έδαφος θα τοποθετείται διπλός λυόμενος σύνδεσμος με διμεταλλικό στοιχείο αντιδιαβρωτικής προστασίας AlMgSi / Cu, ο οποίος θα ενώνει τον αγωγό καθόδου Φ8 mm από AlMgSi και τον αγωγό της γείωσης Φ8mm ή 50 mm² πολύκλωνο, χάλκινο. Οι εν λόγω διπλοί σύνδεσμοι θα χρησιμεύουν και για τον περιοδικό έλεγχο των γειώσεων.

Τέλος το σύστημα γείωσης, και με βάση τις τιμές ειδικής αντίστασης του εδάφους της υπό μελέτη περιοχής, ήτοι $50 < \rho < 100 \Omega m$, θα αποτελείται από τουλάχιστον 2 γειωτές βάθους και πιο συγκεκριμένα 2 ηλεκτρόδια γείωσης τύπου Corrbond, Φ16X1500mm σε κάθε δεύτερη κάθοδο, δηλ. κάθε 20 m. Για την αποφυγή της βηματικής τάσης ή λόγω γεωμετρικών χαρακτηριστικών οι παραπάνω σημειακοί γειωτές βάθους θα συνδέονται με υπόγειο αγωγό χαλκού 50 mm², ο οποίος θα τρέχει περιμετρικά του κτηρίου και σε θέσεις που αυτό είναι εφικτό.

Συνεπώς:

Το ΣΑΠ της Βιβλιοθήκης Στάθμη Προστασίας II θα έχει συλλεκτήριο σύστημα αποτελούμενο από βρόγχους 10X10 m.

Οι αγωγοί καθόδου θα κατέρχονται ανά 15m περίπου (μέγιστη απόκλιση ±5m), σύμφωνα με τις δυνατότητες που το κτήριο επιτρέπει με βάση τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά. Για την κάθοδο των αγωγών θα χρησιμοποιηθούν ευθύγραμμοι, άκαμπτοι, πλαστικοί σωλήνες βαρέως τύπου Φ16, οι οποίοι θα στερεώνονται σε στοιχεία σκυροδέματος ή οπλινθοδομής, κι όπου αυτό δεν είναι δυνατό στο καπάκι αλουμινίου του υαλοπετάσματος, σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή του υαλοπετάσματος. Οι πλαστικοί αγωγοί θα έχουν κατάλληλο χρωματισμό, όμοιο με αυτό που θα επιλεγεί από την τεχνική υπηρεσία για τα κουφώματα. Οι γειωτές βάθους θα ενώνονται ως επιπρόσθετο μέτρο με επιφανειακό χάλκινο αγωγό σε βάθος 20 εκ. για την δημιουργία ισοδυναμικής επιφάνειας και την αποφυγή της βηματικής τάσης γύρω από το κτήριο της Βιβλιοθήκης.

Οι σημειακοί γειωτές βάθους, οι οποίοι θα γίνουν σε σημεία που αυτό είναι εφικτό, αρκεί να έχουν βάθος 3m.

Η μεταλλική πεζογέφυρα της εισόδου, η μεταλλική σκάλα της νότιας πλευράς, η μεταλλική περίφραξη των εξωτερικών μονάδων κλιματισμού και γενικά κάθε μεταλλική κατασκευή του περιβάλλοντος χώρου θα γεφυρωθεί αγωγίμα με τον πλησιέστερο αγωγό καθόδου του υφιστάμενου ΣΑΠ μέσω αγωγού χαλκού πολύκλωνου ή κίτρινοπράσινου NYA 25 τ.χ.

Γενικές οδηγίες τοποθέτησης

Γενικά, κατά την τοποθέτηση των συλλεκτηρίων αγωγών του κλωβού θα πρέπει να τηρούνται οι παρακάτω οδηγίες, που είναι απόρροια των σχετικών κανονισμών:

Οι διαστάσεις βρόχου να είναι αντίστοιχοι της εκάστοτε στάθμης προστασίας.

Η μέση απόσταση των αγωγών καθόδου για όλες τις περιπτώσεις δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 20 μ.

Τμήματα στέγης μή μεταλλικά που δεν προεξέχουν πάνω από 30 εκ. από το επίπεδο ενός κλωβού, θεωρούνται προστατευμένα.

Εάν δεν πληρείται η παραπάνω συνθήκη και προεξέχουν μη μεταλλικά στοιχεία, τότε αυτά προστατεύονται με ακίδα τουλάχιστον Φ12mm, χαλύβδινη, θερμά επιψευδαργυρωμένη που ενώνεται με τον πλησιέστερο αγωγό της συλλεκτήριας εγκατάστασης.

Ειδικά για την περίπτωση καμινάδων και λόγω του ιονισμού που αυτές από την βίαιη εκπομπή θερμότητας προκαλούν, οι ακίδες θα πρέπει να προεξέχουν κατά τουλάχιστον 30 εκ. από το ψηλότερο σημείο τους.

Τμήματα στέγης μεταλλικά μπορούν να αποτελούν συλλεκτήριο σύστημα εφόσον το πάχος της λαμαρίνας χάλυβα είναι μεγαλύτερο των 0,8 mm.

Προεξέχοντα μεταλλικά στοιχεία (π.χ. κεραιές), συνδέονται κατευθείαν με το συλλεκτήριο σύστημα.

Ειδικά για την περίπτωση των 2 παλαιών ψυκτών του δώματος, αυτοί θα προστατευτούν με την εγκατάσταση 1 ιστού, με απόληξη ακίδας Φ16mm, χαλύβδινου, θερμά επιψευδαργυρωμένου, ύψους τουλάχιστον 3m από την έδραση του. Ο εν λόγω ιστός θα συνδεθεί με τον πλησιέστερο αγωγό του συλλεκτηρίου συστήματος του δώματος.

5.8 Φωτισμός

5.8.1 Γενικά

Η τεχνική περιγραφή που ακολουθεί αφορά την παρέμβαση αλλαγής φωτιστικών σωμάτων στο κτίριο της Κεντρικής Βιβλιοθήκης του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Η Κεντρική Βιβλιοθήκη βρίσκεται στην Πανεπιστημιούπολη στο κέντρο της Θεσσαλονίκης και αποτελεί ένα από τα πιο πολυσύχναστα κτίρια του Πανεπιστημίου, ιδιαίτερα κατά τις εξεταστικές περιόδους των φοιτητών.

Σημαντικό μέτρο για την αναβάθμιση της βιβλιοθήκης αποτελεί η αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων, τόσο του αναγνώστηριου, όσο και των υπολοίπων χώρων.

Το κτίριο της βιβλιοθήκης στο μεγαλύτερο ποσοστό του φωτίζεται με λαμπτήρες φθορισμού, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό αποτελείται από λαμπτήρες τύπου LED. Πρόκειται για λαμπτήρες, οι οποίοι έχουν αλλαχθεί από το προσωπικό της Τεχνικής Υπηρεσίας μετά το πέρας ζωής των λαμπτήρων φθορισμού. Επιπλέον, υφίστανται και ορισμένοι λαμπτήρες αλογόνου και πυρακτώσεως σε βοηθητικούς κυρίως χώρους.

Τα νέα φωτιστικά του κτιρίου θα είναι LED. Ο τύπος των φωτιστικών θα εξαρτάται από τις ανάγκες κάθε χώρου και θα είναι είτε τετράγωνα 0,6x0,6m, είτε ορθογώνια μήκους 1,5m, είτε καμπάνες. Ειδικά για το χώρο του αναγνώστηριου, τα φωτιστικά θα έχουν επιπλέον αυτοματισμό τύπου DALI, ο οποίος θα επιτρέπει την ρύθμιση της έντασης φωτισμού, ανάλογα και με τις εξωτερικές συνθήκες φωτός. Για να επιτευχθεί αυτό, ο φωτισμός του αναγνώστηριου θα χωριστεί σε επτά ζώνες. Στους υπόλοιπους χώρους, τα νέα φωτιστικά θα είναι τύπου LED, χωρίς να υπάρχει ανάγκη αυτοματισμού, καθώς πρόκειται κυρίως για χώρους γραφείων.

Για να υλοποιηθεί η αλλαγή των φωτιστικών, πραγματοποιήθηκε φωτοτεχνική μελέτη στους χώρους του ισογείου και του ορόφου και τα αποτελέσματα εμφανίζονται στο Τεύχος Υπολογισμών.

Επιπλέον, η ηλεκτρολογική μελέτη για το φωτισμό βρίσκεται στο αντίστοιχο τεύχος.

5.8.2 Προτεινόμενη Παρέμβαση

Ο φωτισμός σε κύρια μέρη του κτιρίου, που αυτή τη στιγμή στο μεγαλύτερο μέρος υλοποιείται με φωτιστικά φθορισμού, θα αντικατασταθεί με φωτιστικά τύπου LED. Τα νέα φωτιστικά θα τοποθετηθούν σε θέσεις, οι οποίες έχουν καθοριστεί από την φωτοτεχνική μελέτη που πραγματοποιήθηκε. Η εγκατάσταση φωτισμού θα περιλαμβάνει πέρα από τα νέα φωτιστικά σώματα, και την υποδομή και τις καλωδιώσεις των κυκλωμάτων φωτισμού.

Τα φωτιστικά, στον όροφο του αναγνώστηριου θα είναι ισχύος 48W και θα αντικαταστήσουν τα υπάρχοντα των 4x36W. Αντίστοιχα, στο χώρο των γραφείων και του διαδρόμου, τα νέα φωτιστικά που θα τοποθετηθούν θα είναι ισχύος από 22 έως 33W και θα αντικαταστήσουν τα υπάρχοντα φωτιστικά φθορίου που υπάρχουν σε κάθε χώρο. Τέλος, στο χώρο του στεγασμένου αιθρίου, όπου βρίσκεται και η έξοδος κινδύνου του αναγνώστηριου θα τοποθετηθούν φωτιστικά τύπου καμπάνα/UFO ισχύος 87W.

Οι απαιτήσεις φωτισμού για έναν χώρο είναι συνάρτηση της χρήσης του, καθώς από τον φωτισμό εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η ικανότητα επίτευξης της εργασίας που πρέπει να εκτελεστεί. Σκοπός των νέων φωτιστικών είναι το επίπεδο φωτισμού σε όλους τους χώρους γραφείων να είναι από 500lx και πάνω, όπως προβλέπεται από τον ΚΕΝΑΚ. Αντίστοιχα, στους υπόλοιπους χώρους (π.χ. διάδρομοι, χώροι εξυπηρέτησης κοινού, κτλ..) θα τηρούνται κάθε φορά τα οριζόμενα από τον ΚΕΝΑΚ επίπεδα φωτισμού.

Για τους δευτερεύοντες χώρους (π.χ. τουαλέτες, κλιμακοστάσια), θα γίνει αντικατάσταση των υφιστάμενων λαμπτήρων, με αντίστοιχα τύπου LED.

5.8.2.1 Ισόγειο

Όσον αφορά το ισόγειο της Βιβλιοθήκης αυτό αποτελείται από χώρους, οι οποίοι απαιτούν διαφορετικά επίπεδα φωτισμού, όπως χώρους γραφείων, διαδρόμους, γραμματεία κτλ. Σύμφωνα με την φωτοτεχνική μελέτη έχουν επιλεγεί διαφορετικοί τύποι φωτιστικών ανάλογα με το επίπεδο φωτισμού που πρέπει να επιτευχθεί, αλλά και ανάλογα με τις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε χώρου (π.χ. ύψος). Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5.8.1), εμφανίζονται τα επιθυμητά επίπεδα φωτισμού σύμφωνα με τα οριζόμενα στον ΚΕΝΑΚ. Στο Τεύχος Υπολογισμών εμφανίζεται η φωτοτεχνική μελέτη.

Πίνακας 5.8.1 Επιθυμητά επίπεδα φωτισμού

Χρήση Χώρου	Στάθμη έντασης φωτισμού (lux)	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης
Γραφεία	500	0,8
Διάδρομοι	100	0

Στον Πίνακα 5.8.2 εμφανίζεται το πλήθος των νέων φωτιστικών κάθε χώρου, καθώς και η ισχύς αυτών. Τα χαρακτηριστικά των φωτιστικών σωμάτων, σύμφωνα με τα οποία έγινε η φωτομετρική μελέτη, παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.8.3. Οι θέσεις των φωτιστικών εμφανίζονται στο αντίστοιχο σχέδιο. Τα φωτιστικά όλων των χώρων είναι τετράγωνα 0,6x0,6m, εκτός από τα φωτιστικά που θα αναρτηθούν στο χώρο του στεγασμένου αιθρίου. Αυτά θα είναι τύπου καμπάνας, όπως προαναφέρθηκε, και διαμέτρου 0,28m.

Πίνακας 5.8.2 Πρόταση Αντικατάστασης Φωτιστικών Σωμάτων Ισογείου

A/A	Περιγραφή Χώρου	Τύπος Λαμπτήρων	Πλήθος Λαμπτήρων	Ισχύς Λαμπτήρων (W)	Συνολική Ισχύς (W)
ΙΣΟΓΕΙΟ					
1	Αίθουσα Συνεδριάσεων	LED Panel	12	33	396
2	Αίθριο Στεγασμένο	LED Panel	4	87	348
3	Βιβλιοθηκονομική Επεξεργασία	LED Panel	9	33	297
4	Γραμματεία	LED Panel	2	22	44
5	Γραμματεία 2	LED Panel	2	22	44
6	Γραφείο Διατριβών	LED Panel	10	33	330
7	Διάδρομος	LED Panel	15	30	450
8	Διάδρομος 4	LED Panel	4	30	120
9	Διάδρομος 5	LED Panel	2	30	60
10	Διάδρομος 2	LED Panel	2	22	44
11	Διάδρομος 3	LED Panel	2	22	44
12	Διάδρομος 3.1	LED Panel	1	22	22
13	Διακίνηση Βιβλίων	LED Panel	9	33	297
14	Διαχείριση Αρχείων και Συλλογών	LED Panel	9	33	297
15	Διεύθυνση	LED Panel	6	28	168
16	Εκθεσιακός Χώρος	LED Panel	16	33	528
17	Επιμέλεια Ψηφιακών Βάσεων Δεδομένων	LED Panel	9	30	270
18	Επιμέλεια Ψηφιακών Βάσεων Δεδομένων	LED Panel	9	30	270
19	Επιμέλεια Ψηφιακών Βάσεων Δεδομένων	LED Panel	6	33	198
20	Επoptείο	LED Panel	5	22	110

A/A	Περιγραφή Χώρου	Τύπος Λαμπτήρων	Πλήθος Λαμπτήρων	Ισχύς Λαμπτήρων (W)	Συνολική Ισχύς (W)
21	Κεντρική Νησίδα Η/Υ Α.Π.Θ.	LED Panel	20	30	600
22	Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας	LED Panel	2	22	44
23	Περιοδικά	LED Panel	15	33	495
24	Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών	LED Panel	13	30	390
25	Φωτοαντιγραφείο	LED Panel	6	30	180
26	Ψηφιακή Διαχείριση	LED Panel	9	33	297
	ΣΥΝΟΛΟ				6.343

Πίνακας 5.8.3 Χαρακτηριστικά Φωτιστικών Σωμάτων Ισογείου

Φωτιστικό Σώμα	Ισχύς (W)	Φωτεινή Ροή (lm)	Γωνία Δέσμης	CRI
Panel 60x60cm	22	2.900	90°	≥80
Panel 60x60cm	28	3.640	110°	≥80
Panel 60x60cm	30	3.900	110°	≥80
Panel 60x60cm	33	4.320	110°	≥80
Καμπάνα 28cm	87	13.000	70°	≥80

Ο χειρισμός του φωτισμού του ισογείου θα πραγματοποιείται για τους διαδρόμους από τους υπευθύνους του χώρου, μέσω διακοπών στον πίνακα. Αντίθετα, για τους χώρους των γραφείων θα υπάρχουν διακόπτες σε κάθε χώρο, έτσι ώστε να μπορεί να υπάρχει χειρισμός από τους εργαζόμενους, ανάλογα με την παρουσία προσωπικού και τις ιδιαίτερες ανάγκες φωτισμού.

5.8.2.2 Όροφος

Στον πρώτο όροφο της Βιβλιοθήκης βρίσκεται το αναγνωστήριο, το οποίο είναι προσβάσιμο από όλους τους φοιτητές. Επιπλέον, υπάρχουν και κάποιοι χώροι γραφείων (π.χ. ΚΗΔ). Απαιτηση είναι το επίπεδο φωτεινότητας να είναι στα 500 lx, στο επίπεδο εργασίας, το οποίο δεν συμβαίνει αυτή τη στιγμή. Εξαιρέση αποτελούν οι χώροι διέλευσης (διάδρομοι), όπου το επίπεδο φωτισμού θα πρέπει να είναι στα 100 lux (επίπεδο αναφοράς μέτρησης είναι το δάπεδο). Προκειμένου να επιτυγχάνονται τα επιθυμητά αυτά επίπεδα με τα γραμμικά φωτιστικά που έχουν επιλεγεί είναι σημαντικό οι θέσεις των εδράνων ανάγνωσης να μην τροποποιούνται αλλά να ακολουθούν την τοποθέτηση που έχει επιλεγεί και εμφανίζεται στο αντίστοιχο σχέδιο. Εάν είναι εφικτό, προτείνεται τα έδρανα να πακτωθούν, διαφορετικά η μετακίνησή τους θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι δεν θα είναι πάνω από 0,3m.

Τα νέα φωτιστικά, τα οποία θα τοποθετηθούν σε όλο τον όροφο (χάρην ομοιομορφίας), είναι ορθογώνια μήκους 1,5m και ισχύος 48W. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5.8.4.) εμφανίζεται ο ακριβής αριθμός και η ισχύς των φωτιστικών. Η θέση των φωτιστικών σωμάτων εμφανίζεται στο αντίστοιχο σχέδιο.

Πίνακας 5.8.4 Πρόταση Αντικατάστασης Φωτιστικών Σωμάτων Ορόφου

A/A	Περιγραφή Χώρου	Τύπος Λαμπτήρων	Πλήθος Λαμπτήρων	Ισχύς Λαμπτήρων (W)	Συνολική Ισχύς (W)
1	ΚΗΔ	LED	13	48	624
2	Είσοδος Αναγνωστήριο	LED	5	48	240
3	Αναγνωστήριο	LED (DALI)	180	48	8.640
	ΣΥΝΟΛΟ				9.504

Πίνακας 5.8.5 Χαρακτηριστικά Φωτιστικών Σωμάτων Ορόφου

Φωτιστικό Σώμα	Ισχύς (W)	Φωτεινή Ροή (lm)	Γωνία Δέσμης	CRI
Γραμμικό 1,5m	48	5.700	70°	≥80

Να σημειωθεί ότι το σύστημα φωτισμού του χώρου του αναγνώστηριου θα ενσωματωθεί στο BMS του κτιρίου, μέσω πρωτοκόλλου DALI. Συνεπώς, τα φωτιστικά του αναγνώστηριου θα έχουν εγκατεστημένο DALI Driver, ενώ θα κατασκευαστεί πίνακας αυτοματισμού σε χώρο που υποδεικνύεται στο αντίστοιχο σχέδιο. Στον πίνακα αυτόν θα ενσωματωθούν όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα του αυτοματισμού και θα καταλήγουν οι επτά (7) αισθητήρες φωτεινότητας (ένας ανά ζώνη) και οθόνη χειρισμού. Μέσω της οθόνης χειρισμού θα ελέγχεται συνολικά το BMS, άρα και ο φωτισμός. Κύρια επιδίωξη του αυτοματισμού είναι να ρυθμίζεται η στάθμη φωτισμού ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες φωτός, έτσι ώστε να υπάρχει η αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας. Ο χειρισμός του φωτισμού του πρώτου ορόφου θα δύναται να πραγματοποιηθεί, εκτός από την οθόνη χειρισμού, και μέσω διακοπών στον πίνακα, πάντα από τους υπευθύνους του χώρου.

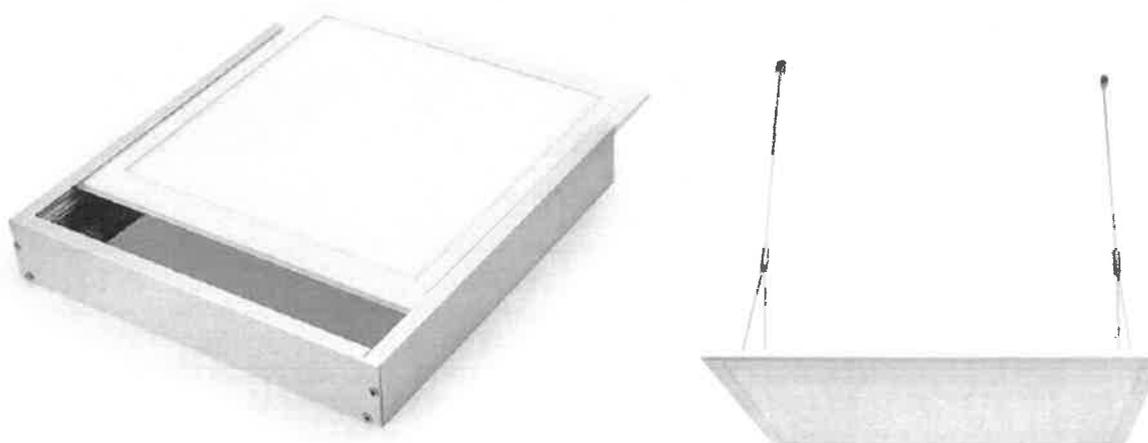
5.8.3 Κρέμαση Φωτιστικών Σωμάτων

Τα φωτιστικά του ισόγειου θα αναρτηθούν σε κατάλληλο κάθε φορά ύψος (από 2 έως 10,5 μέτρα), έτσι ώστε να εξασφαλίζονται τα κατάλληλα επίπεδα φωτισμού. Η επιλογή των κατάλληλων αυτών υψών έχει υπολογιστεί, για κάθε χώρο ξεχωριστά, κατά τη φωτοτεχνική μελέτη και εμφανίζεται, όπως προαναφέρθηκε, στο τεύχος υπολογισμών. Η κρέμαση των φωτιστικών, στα απαιτούμενα ύψη, θα γίνει μέσω αναρτήσεων κατάλληλων για τον τύπο των φωτιστικών.

5.8.3.1 Ισόγειο

Για το ισόγειο, έχει αποφασιστεί η στήριξη να γίνει σε διαφορετικά ύψη, καθώς, τόσο οι απαιτήσεις των χώρων σε επίπεδα φωτεινότητας, όσο και η διαμόρφωση των χώρων είναι διαφορετική. Συγκεκριμένα, υπάρχουν χώροι με ύψος 10,5 μέτρα, χώροι ύψους 4,3 μέτρων και χώροι ύψους ~2 μέτρων. Συνεπώς, η κρέμαση θα πραγματοποιηθεί σε διαφορετικά ύψη. Η επιλογή των κατάλληλων υψών, έχει υπολογιστεί κατά τη φωτοτεχνική μελέτη για κάθε χώρο ξεχωριστά.

Η ανάρτηση των φωτιστικών, πλην των καμπανών/UFO που θα αναρτηθούν απευθείας από την οροφή (~10,5m), θα πραγματοποιηθεί με τυποποιημένα συστήματα που κυκλοφορούν στην αγορά, για φωτιστικά τύπου panel 60x60cm. Στους χώρους, όπου το ύψος δεν ξεπερνάει τα 2 μέτρα, τα φωτιστικά θα τοποθετηθούν σε πλαίσιο κατάλληλης διάστασης, το οποίο θα στερεωθεί απευθείας στην οροφή (Εικόνα 5.2). Στους υπόλοιπους χώρους, η ανάρτηση θα γίνει με τυποποιημένο σύστημα ανάρτησης φωτιστικών τύπου panel με συρματόσχοινα αυξομειούμενου μήκους (Εικόνα 5.2). Το ύψος κρέμασης καθορίζεται ανά χώρο στη φωτοτεχνική μελέτη.



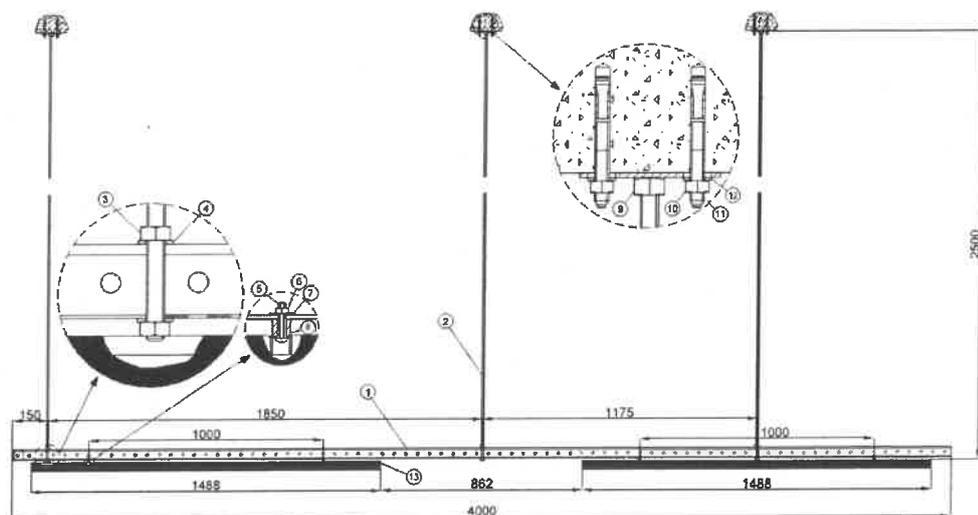
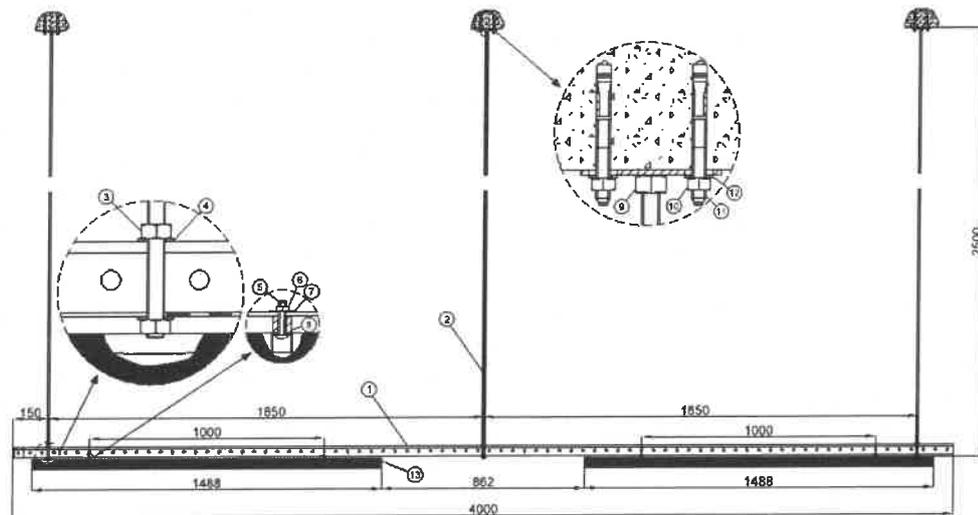
Εικόνα 5.2 Πλαίσιο τοποθέτησης panel 60x60cm (αριστερά), σύστημα ανάρτησης panel 60x60cm με συρματόσχοινα (δεξιά)

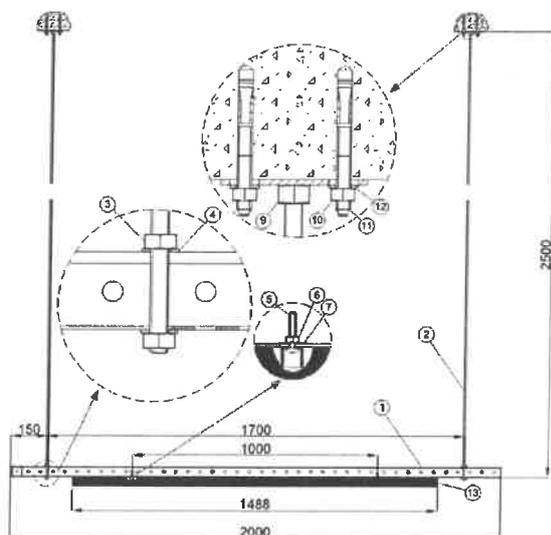
5.8.3.2 Όροφος

Όσον αφορά τον όροφο (αναγνωστήριο), η κρέμαση των φωτιστικών είναι ιδιαίτερη, καθώς το ύψος του ορόφου είναι 6 μέτρα. Επιπλέον, πάνω από τα φωτιστικά, θα διατρέχουν αεραγωγοί, οι οποίοι θα είναι μεγάλης διατομής. Πέραν αυτών, σημαντικό είναι να ληφθεί υπόψιν το γεγονός ότι δεν πρέπει να υπάρξει το ενδεχόμενο αιώρησης των φωτιστικών λόγω ρευμάτων αέρα. Για τους παραπάνω λόγους, αποφασίστηκε η κρέμαση των φωτιστικών να πραγματοποιηθεί με ιδιοκατασκευή, η οποία πρέπει να μελετηθεί στατικώς από τον εργολάβο.

Συγκεκριμένα, θα κατασκευαστεί σύστημα στερέωσης αποτελούμενο από δύο ή τρεις ντίζες M10, κατάλληλου μήκους, και κανάλι διατομής τύπου Π, πλευράς 42,5 mm. Το κανάλι θα φέρει οπές, στις οποίες θα γίνει η συναρμογή με το φωτιστικό. Οι ντίζες θα αναρτηθούν από την οροφή, μέσω βάσης στερέωσης M10 με δύο σημεία αγκύρωσης και θα προσδεθούν στο κανάλι μέσω ροδέλας και περικοχλίου. Περισσότερες λεπτομέρειες παρουσιάζονται στο σχέδιο λεπτομερειών φωτισμού.

Ανάλογα με το σημείο τοποθέτησης και τον αριθμό των φωτιστικών σωμάτων, έχουν σχεδιαστεί τρεις παραλλαγές του παραπάνω συστήματος. Η επιλογή του κάθε συστήματος είναι εμφανής στο σχέδιο του φωτισμού. Στην παρακάτω εικόνα εμφανίζεται ο τρόπος της στήριξης (Εικόνα 5.3).





Εικόνα 5.3 Σύστημα Ανάρτησης Φωτιστικών Ορόφου

5.8.4 Καλωδίωση

Προκειμένου να αλλαχθούν τα φωτιστικά είναι απαραίτητο να περαστούν νέες καλωδιώσεις, καθώς οι υφιστάμενες καλωδιώσεις και αντίστοιχες αναχωρήσεις από τους πίνακες, θα ακυρωθούν. Όσον αφορά τους πίνακες, θα κατασκευαστούν καινούριοι πίνακες φωτισμού, ωστόσο θα πρέπει να διερευνηθεί από που αυτοί μπορούν να ρευματοδοτηθούν. Η πρόταση είναι η ρευματοδοσία του πίνακα φωτισμού του ορόφου να γίνει μέσω του υφιστάμενου υποπίνακα (εντός του κλιμακοστασίου), αρκεί κάτι τέτοιο να είναι εφικτό. Για το ισόγειο, ο πίνακας θα ρευματοδοτηθεί από τον ΓΠΧΤ, που βρίσκεται στο υπόγειο της βιβλιοθήκης. Σε κάθε περίπτωση, είναι απαραίτητο να διερευνηθεί η υφιστάμενη ηλεκτρολογική κατάσταση ολόκληρου του κτιρίου. Συνεπώς, θεωρούνται απαραίτητα τόσο η κατασκευή νέων πινάκων, όσο και η νέα καλωδίωση.

Προκειμένου να τροφοδοτηθούν τα φωτιστικά σώματα, χρησιμοποιούνται καλώδια χαλκού, τα οποία θα είναι τύπου H07V-U. Στο ίδιο κανάλι θα βρίσκονται και τα καλώδια για το DALI ($2 \times 1 \text{ mm}^2$), τα οποία θα πρέπει να είναι χρώματος ή απόχρωσης τέτοιου, ώστε να μην συγχέονται με τα καλώδια ρευματοδοσίας των φωτιστικών. Η διαστασιολόγηση των καλωδίων έγινε με βάση το πρότυπο ΕΛΟΤ 60364 και με μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση τάσης 2%. Η περιγραφή περιλαμβάνεται στη μελέτη ηλεκτρολογικών υπολογισμών.

Όσον αφορά τη διέλευση των καλωδίων θα πραγματοποιηθεί μέσω πλαστικών καναλιών, τα οποία θα είναι κατάλληλου μεγέθους σύμφωνα με την αντίστοιχη ΠΕΤΕΠ και με τουλάχιστον 30% εφεδρικό χώρο. Η εγκατάσταση των καναλιών θα γίνει επί της οροφής, με στερέωση όπως ορίζεται στην ΠΕΤΕΠ. Τα κανάλια θα τοποθετηθούν εκτός της θερμομόνωσης ώστε να είναι εμφανή σε περίπτωση που απαιτηθεί πρόσβαση σε αυτά.

Στον όροφο, όπου βρίσκεται το αναγνωστήριο, τα καλώδια θα διέρχονται μέσω της οροφής και μέσα σε κανάλια, όπως προαναφέρθηκε, τα οποία θα διαστασιολογηθούν, ώστε να υπάρχει επιπλέον ελεύθερος χώρος 30%. Εκτός από τα καλώδια ρευματοδοσίας, θα διέρχονται, μέσω καναλιών, και τα καλώδια του DALI. Τα καλώδια θα διακλαδώνονται, στα σημεία όπου υπάρχουν φωτιστικά σώματα. Η διακλάδωση θα πραγματοποιείται μέσα σε κατάλληλου μεγέθους κυτία, με κλέμες ταχείας σύνδεσης για όλα τα καλώδια. Τα καλώδια θα οδηγούνται προς τα φωτιστικά μέσω των ντιζών και στη συνέχεια εντός του καναλιού της ιδιοκατασκευής.

Αντίστοιχη θα είναι η διέλευση και για το ισόγειο. Στο ισόγειο υπάρχουν αρκετά διαφορετικά ύψη οροφής. Τα κανάλια, τα οποία θα είναι και πάλι κατάλληλα διαστασιολογημένα και με επιπλέον χώρο 30%, θα ακολουθούν τα ύψη του ορόφου. Οι διακλαδώσεις θα γίνονται εντός κατάλληλων κυτιών και με τη βοήθεια κλεμών ταχείας σύνδεσης. Το απαραίτητο διακοπτικό υλικό θα είναι κατάλληλο για επίτοιχη τοποθέτηση (εξωτερικού τύπου), και θα στερεώνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Οι καλωδιώσεις προς τους διακόπτες και από φωτιστικό σε φωτιστικό θα βρίσκονται εντός καναλιού κατάλληλου μεγέθους.

Στο τεύχος υπολογισμών, εμφανίζονται τόσο οι νέες καλωδιώσεις, όσο και σχέδια των πινάκων, τόσο του ισογείου, όσο και του ορόφου.

6.1 Γενικά

Για τον έλεγχο των εγκαταστάσεων οι οποίες αναφέρονται στην παράγραφο «γ. Επικαιροποίηση μελέτης διατάξεων αυτοματισμού και ελέγχου», θα εγκατασταθεί Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου (BMS), το οποίο θα στηρίζεται στην τεχνολογία Άμεσου Ψηφιακού Ελέγχου (Direct Digital Control – DDC) και θα διαθέτει τα ακόλουθα γενικά χαρακτηριστικά:

- Δυνατότητα ενσωμάτωσης και αλληλεπίδρασης όλων των διαφορετικών διεργασιών ενός κτιρίου (Άνεση, Ασφάλεια, Πυρανίχνευση, Έλεγχος Πρόσβασης, CCTV), καθώς και επισκόπησή τους από ένα κεντρικό σταθμό ελέγχου.
- Υψηλής ποιότητας υλικά, τα οποία χρησιμοποιούν το διεθνώς διαδεδομένο ανοιχτό πρωτόκολλο επικοινωνίας για τον κτιριακό αυτοματισμό, BACnet (Building Automation & Control network) και διαθέτουν πιστοποίηση BTL (BACnet Testing Laboratories).
- Δυνατότητα επικοινωνίας και ενσωμάτωσης οποιουδήποτε ευρέως διαδεδομένου ανοιχτού πρωτοκόλλου επικοινωνίας (KNX, Modbus, M-Bus κ.α.).
- Χρήση βιβλιοθηκών δοκιμασμένων και ενεργειακά αποδεδειγμένων εφαρμογών με την αντίστοιχη τεκμηρίωση.
- Δυνατότητες ενεργειακής διαχείρισης υψηλού επιπέδου με βάση όλα τα σύγχρονα πρότυπα (EN15232, EN52120, EN50001, LEED κ.α.)
- Ευελιξία και απόλυτη προσαρμοστικότητα σε μελλοντικές επεκτάσεις ή αναβαθμίσεις, με αρθρωτό σχεδιασμό του συστήματος και εύκολη και αποτελεσματική διαδικασία αναβαθμίσεων, επεκτάσεων ή προσθήκης λειτουργιών.
- Εύκολο και χρηστικό περιβάλλον χρήσης, με κατανοητή προβολή όλων των ελεγχόμενων εγκαταστάσεων σε πραγματικό χρόνο σε γραφικές απεικονίσεις υψηλής ανάλυσης, άμεση επισκόπηση των συναγερωμών και δυνατότητα εξαγωγής αναφορών ανάμεσα στις πολλές άλλες δυνατότητες.
- Απομακρυσμένη πρόσβαση από οποιοδήποτε σημείο με χρήση σύγχρονων πρωτοκόλλων δικτυακής επικοινωνίας (π.χ. HTML5).
- Δυνατότητα επικοινωνίας με τρίτα λογισμικά και συσκευές με τη χρήση εργαλείων τελευταίας τεχνολογίας (RESTful API, HTML5, XML, OPC, SDK Driver κ.α.).
- Υψηλό επίπεδο ασφάλειας δεδομένων κατά IEC 62443-4-2 Security Level 2 (SL2), με τη χρήση των πλέον σύγχρονων μεθόδων ασφάλειας και κρυπτογράφησης δεδομένων και δυνατότητα έκδοσης ή ενσωμάτωσης ψηφιακών πιστοποιητικών.

Το σύστημα θα διαθέτει την βασική αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων, βάσει ISO EN 16484-3.

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

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

Επίσης, για να επιτευχθεί η υψηλή απόδοση διασύνδεσης του συστήματος με τρίτα προς αυτό συστήματα, θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να ενσωματώσει αυτά τα συστήματα στο επίπεδο αυτοματισμού και στο επίπεδο διαχείρισης. Οι ενσωμάτωση αυτών των συσκευών θα πρέπει να επιτυγχάνεται με ευκολία και μικρή προσπάθεια.

Το σύστημα θα διαθέτει ενιαίο σύστημα χρονισμού, με έναν ψηφιακό ελεγκτή να ορίζεται ως χρονιστής του συστήματος. Αυτός θα πρέπει να υποστηρίζει τα BACnet BIBB DM-TS-A σύμφωνα με το έγγραφο συμμόρφωσης PICS. Ο χρονιστής του συστήματος θα μπορεί να λαμβάνει την ώρα και ημερομηνία μέσω NTP σήματος, και να την μεταβιβάζει στους υπόλοιπους ψηφιακούς ελεγκτές του συστήματος. Οι ψηφιακοί ελεγκτές θα λειτουργούν με το δικό τους ρολόι πραγματικού χρόνου σε περίπτωση αστοχίας του συγχρονιστή του συστήματος, και θα επανασυγχρονίζονται με την επαναφορά του συγχρονιστή.

Για την ενημέρωση της τρέχουσας κατάστασης ολόκληρου του συστήματος, το σύστημα θα πρέπει να ενεργεί συνεχή αυτοπαρακολούθηση όλων των συσκευών του. Δυσλειτουργία οποιασδήποτε συσκευής του συστήματος, θα κοινοποιείται. Η λειτουργία αυτή θα βοηθά ουσιαστικά στην εύρεση βλαβών στις συσκευές του συστήματος, και θα τις επανεκκινεί σε προκαθορισμένο χρόνο.

Σε επιλεγμένα σημεία του κτιρίου, ένα ανά επίπεδο, θα εγκατασταθούν, σε μορφή μεταλλικών πινάκων, Απομακρυσμένα Κέντρα Ελέγχου (ΑΚΕ), τα οποία θα περιλαμβάνουν τους σταθμούς αυτοματισμού, όλες τις απαραίτητες κάρτες εισόδων-εξόδων για τη σύνδεση των φυσικών συσκευών ελέγχου (πχ. αισθητήρια, κινητήρες βανών, κινητήρες διαφραγμάτων κ.α.), καθώς και όλα τα απαραίτητα μικροϋλικά (ethernet switch, ασφάλειες κ.α.) για την εύρυθμη λειτουργία του ΑΚΕ.

Οι σταθμοί αυτοματισμού θα είναι ελεύθερα προγραμματιζόμενοι ψηφιακοί ελεγκτές τεχνολογίας DDC με πρωτόκολλο επικοινωνίας BACnet/IP και πιστοποίηση BTL (BACnet Testing Laboratories), συμπεριλαμβανομένου του προφίλ B-BC (έκδοση 1.15). Θα διαθέτουν επαρκή χωρητικότητα για τη διαχείριση των φυσικών σημείων ελέγχου (μέσω εισόδων-εξόδων ενσωματωμένων στον ελεγκτή είτε με τη χρήση των απαραίτητων καρτών I/O), καθώς και τη δυνατότητα ενσωμάτωσης ανοιχτών τρίτων πρωτοκόλλων (Modbus RTU ή/και TCP, BACnet MS-TP και M-Bus), καθώς και συσκευών KNX PL-Link. Οι σταθμοί αυτοματισμού θα διασυνδέονται μεταξύ τους και με το Σταθμό Διαχείρισης μέσω πρωτοκόλλου BACnet/IP σε δίκτυο Ethernet.

Οι κάρτες εισόδων-εξόδων θα προσαρμόζονται στον ψηφιακό ελεγκτή και θα υποστηρίζουν τη φυσική σύνδεση μέσω κατάλληλου καλωδίου όλων των ευρέως διαδεδομένων τύπων σημάτων (ψηφιακές και αναλογικές εισοδοί-εξοδοί). Θα υπάρχει επίσης και η δυνατότητα απομακρυσμένης τοποθέτησης μικρού αριθμού καρτών εισόδων-εξόδων για λήψη μικρού αριθμού σημάτων.

Στο χώρο του εποπτείου, στο ισόγειο του κτιρίου, θα τοποθετηθεί ο σταθμός διαχείρισης του BMS. Ο σταθμός διαχείρισης θα πληροί την απαίτηση B-AWS (Advanced Workstation) και θα αποτελεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη διαχείριση και τον έλεγχο των εγκαταστάσεων από μια ευέλικτη, εύχρηστη διεπαφή που επιτρέπει στους χρήστες:

- Γραφική λειτουργία και παρακολούθηση των υποδομών του κτιρίου.
- Καθοδήγηση των χρηστών στο χειρισμό κρίσιμων καταστάσεων.
- Εντοπισμός, οπτικοποίηση και αναγνώριση/επαναφορά σφαλμάτων και συναγεμρών.
- Συλλογή, οπτικοποίηση και σύγκριση ιστορικών δεδομένων στο διαδίκτυο και εκτός σύνδεσης.
- Δημιουργία χρονοδιαγραμμάτων για την αυτοματοποίηση της λειτουργίας του κτιρίου και τη διαμόρφωση εξαιρέσεων.
- Δημιουργία και διαμόρφωση ορισμών αναφορών για τη δημιουργία μιας ποικιλίας αναφορών απόδοσης.
- Δημιουργία και διαμόρφωση πινάκων ελέγχου για την παρακολούθηση των δεικτών απόδοσης ισχύος (KPI).
- Αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων δραστηριότητας συστήματος και προβολή αρχείων καταγραφής δεδομένων.
- Δημιουργία και εκτέλεση αυτοματοποιημένων αντιδράσεων μεταξύ των δικτύων συστημάτων.
- Αποστολή αυτόματων απομακρυσμένων ειδοποιήσεων μέσω email, SMS και τηλεϊδιοποίησης.
- Συμμετοχή στο Internet of Things μέσω ανοιχτών API και κατάλληλων προσαρμογών.
- Εγγενής δυνατότητα ενσωμάτωσης σε πλατφόρμα cloud.

Η πλατφόρμα διαχείρισης θα δύναται να παρέχει πλήρη ενσωμάτωση των εγκαταστάσεων αυτοματισμού του κτηρίου, της εγκατάστασης πυρασφάλειας, των μετρήσεων ηλεκτρικής και θερμικής/ψυκτικής ενέργειας, των μετρήσεων καταναλώσεων νερού, της διαχείρισης ισχύος και φορτιστών ηλεκτρικών αυτοκινήτων ενώ μπορεί να ενσωματώσει σε δεύτερο χρόνο και συστήματα ελέγχου πρόσβασης και συστήματα βίντεο, ενώ υποστηρίζει επίσης ανοιχτά πρότυπα όπως BACnet, OPC, Modbus, KNX και άλλα.

Στην περίπτωση που παρουσιάζεται η ανάγκη για την διαχείριση του BMS και από πρόσθετα σημεία του κτηρίου (πχ. γραφείο διοίκησης), υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης υπολογιστών-πελατών (clients), οι οποίοι είτε θα έχουν εγκατεστημένη την πλατφόρμα, είτε θα βασίζονται σε πρόγραμμα περιήγησης είτε θα διαθέτουν εφαρμογές για Windows χρησιμοποιώντας το ίδιο περιβάλλον εργασίας χρήστη.

Οι τρίτες εγκαταστάσεις (ΚΚΜ, αντλίες θερμότητας, κυκλοφορητές κλπ.) οι οποίες διαθέτουν ενσωματωμένο ανοιχτό πρωτόκολλο επικοινωνίας θα ενσωματωθούν στο BMS με διασύνδεσή τους σε αντίστοιχο σταθμό αυτοματισμού. Εάν κάποια εγκατάσταση διαθέτει πρωτόκολλο επικοινωνίας BACnet/IP, δεν απαιτείται η διασύνδεσή της σε κάποιο σταθμό αυτοματισμού αλλά αυτή διασυνδέεται απευθείας στο δίκτυο BACnet/IP του υπόλοιπου BMS

6.2 Ελεγκτές Fan Coil Units με επικοινωνία

Για τον έλεγχο των μονάδων fan coil θα εγκατασταθούν κατάλληλοι ελεγκτές, οι οποίοι θα διαθέτουν πρωτόκολλο επικοινωνίας BACnet/IP. Οι ελεγκτές fan coil θα έχουν κατάλληλο μέγεθος και διαμόρφωση για την τοποθέτησή τους μέσα στις μονάδες fan coil και επάνω τους θα συνδεθεί ο ανεμιστήρας της μονάδας, η βάνα PICV του κοινού στοιχείου θέρμανσης/ψύξης και η μονάδα. Θα περιλαμβάνουν ενσωματωμένες δύο θύρες ethernet για τη δικτύωσή τους. Οι ελεγκτές θα διαθέτουν ενεργειακά αποδοτικές και εργαστηριακά δοκιμασμένες εφαρμογές, οι οποίες θα έχουν τη δυνατότητα παραμετροποίησής τους από κατάλληλο λογισμικό. Θα διαθέτουν επίσης πιστοποίηση BTL (BACnet Testing Laboratories), καθώς και σηματοδότηση eu.bac.

Όλοι οι ελεγκτές fan coil θα ενσωματωθούν πλήρως στο σύστημα BMS μέσω του πρωτοκόλλου επικοινωνίας BACnet/IP, μέσω του οποίου θα απεικονίζεται πλήρως η κατάσταση λειτουργίας τους (ανά χώρο, σε συγκεντρωτικούς πίνακες απεικόνισης ή συνολικά επάνω στις κατόψεις), η επιθυμητή και η πραγματική θερμοκρασία του χώρου καθώς και πιθανά μηνύματα βλαβών, ενώ θα υπάρχει η δυνατότητα καταγραφών ιστορικών δεδομένων των παραπάνω δεδομένων και η απόδοσή τους σε αντίστοιχες αναφορές.

Στους χώρους στους οποίους υπάρχει μία μονάδα fan coil, θα τοποθετείται ένας ελεγκτής και αντίστοιχα μία μονάδα χώρου.

Στους χώρους στους οποίους υπάρχουν περισσότερες από μία μονάδες fan coil (έως 6) και υπάρχει η ανάγκη για διαχείριση της επιθυμητής τιμής θερμοκρασίας τοπικά θα τοποθετηθεί ένας ελεγκτής ανά μονάδα fan coil. Όλοι οι ελεγκτές θα λειτουργούν παράλληλα και με τον ίδιο τρόπο, με βάση τις ρυθμίσεις τις οποίες θα λαμβάνουν από τον ελεγκτή της ομάδας ο οποίος θα ορισθεί ως master. Η μονάδα χώρου από την οποία θα εκτελούνται οι ρυθμίσεις τοπικά θα είναι συνδεδεμένη στον ελεγκτή master.

Τέλος, στους χώρους στους οποίους υπάρχουν περισσότερες από μία μονάδες fan coil (έως 6) και δεν υπάρχει η ανάγκη για διαχείριση της επιθυμητής τιμής θερμοκρασίας τοπικά, θα τοποθετηθούν ελεγκτές fan coil με τον ίδιο τρόπο όπως παραπάνω, με τη διαφορά ότι δεν θα υπάρχει δυνατότητα τοπικού ελέγχου μέσω μονάδας χώρου αλλά όλες οι ρυθμίσεις και τα σενάρια λειτουργίας θα ορίζονται κεντρικά από το σύστημα BMS. Αντί της μονάδας χώρου, στους ελεγκτές θα υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης αισθητηρίου θερμοκρασίας με επικοινωνίας KNX PL-Link.

6.3 Βάνες ελέγχου στοιχείου Fan Coil Units

Οι ηλεκτροκίνητες βάνες ελέγχου του στοιχείου των fan coils θα είναι βάνες ελέγχου ανεξαρτήτου πίεσης PICV (Pressure Independent Control Valves) με αναλογικό ηλεκτροκίνητο 0-10V, οι οποίες θα επιτυγχάνουν τη συνεχή δυναμική υδραυλική εξισορρόπηση στο υδραυλικό κύκλωμα, καθώς και τον ακριβή θερμοκρασιακό έλεγχο του χώρου, επιτυγχάνοντας πρόσθετη εξοικονόμηση ενέργειας. Ο ηλεκτροκίνητος κάθε ηλεκτροκίνητης βάνας PICV θα συνδέεται με τον αντίστοιχο ελεγκτή της μονάδας fan coil.

6.4 Έλεγχος φωτισμού χώρων

Για τον έλεγχο του φωτισμού του χώρου του αναγνωστηρίου, στον όροφο του κτιρίου, θα εγκατασταθεί σύστημα ελέγχου φωτισμού DALI. Η ενσωμάτωση του συστήματος φωτισμού DALI στο BMS θα υλοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλων KNX/DALI μετατροπέων (gateways) σε ανοιχτό πρωτόκολλο επικοινωνίας KNX. Κάθε KNX/DALI μετατροπέας θα έχει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης έως 64 DALI ballasts και 16 DALI groups ανά κανάλι. Θα χρησιμοποιηθούν δύο (2) μετατροπείς 2 καναλιών DALI, καθώς ο φωτισμός έχει χωριστεί νοητά σε 7 ζώνες (2 ζώνες ανά κανάλι). Οι μετατροπείς θα διαθέτουν εξελιγμένες λειτουργίες (πχ. ανίχνευση βλάβης φωτιστικού σώματος, προγραμματισμός έως 16 σεναρίων ανά κανάλι κ.α.).

Για τη βέλτιστη εκμετάλλευση του φυσικού φωτός, θα υλοποιείται ο συνεχής έλεγχος φωτισμού με τη χρήση κατάλληλων αισθητήρων φωτεινότητας. Οι αισθητήρες αυτοί θα διαθέτουν επικοινωνία KNX. Με βάση την επιθυμητή τιμή φωτεινότητας στο επίπεδο εργασίας (δηλαδή 500 lx) σε συνδυασμό με την πραγματική τιμή, την οποία θα μετρούν οι αισθητήρες, θα γίνεται συνεχής ρύθμιση του επιπέδου φωτισμού από το BMS, ώστε αφενός να επιτυγχάνονται οι ιδανικές συνθήκες ανάγνωσης, αφετέρου η μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας. Θα εγκατασταθούν συνολικά επτά (7) αισθητήρες, ένας αισθητήρας ανά ζώνη φωτισμού.

6.5 Ηλεκτρικές μετρήσεις εγκαταστάσεων

Για την μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας των δύο (2) Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων και των δύο (2) αντλιών θερμότητας στο δώμα του κτιρίου, των τριών (3) αντλιών θερμότητας στο ισόγειο καθώς και της γενικής παροχής στο Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης, θα τοποθετηθούν πολυόργανα μετρήσεων ηλεκτρικών μεγεθών, στους αντίστοιχους πίνακες ισχυρών ρευμάτων, με πρωτόκολλο επικοινωνίας Modbus TCP.

Τα πολυόργανα αυτά θα τοποθετηθούν είτε μέσα στους πίνακες (τύπου ράγας), είτε στην πρόσοψη των πινάκων, και θα ενσωματωθούν στο BMS μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας Modbus TCP. Από το σταθμό διαχείρισης του BMS θα γίνεται συνεχής παρακολούθηση και καταγραφή των ηλεκτρικών μεγεθών, ενώ θα διαμορφωθούν οι αντίστοιχες ενεργειακές αναφορές οι οποίες είτε θα εκδίδονται κατά απαίτηση ή/και θα αποστέλλονται στους επιλεγμένους παραλήπτες σε προεπιλεγμένες χρονικές περιόδους.

6.6 Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες

Οι Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες (ΚΚΜ) θα ελέγχονται από το BMS με την τοποθέτηση κατάλληλου σταθμού αυτοματισμού και καρτών εισόδων/εξόδων στο αντίστοιχο Απομακρυσμένο Κέντρο Ελέγχου (ΑΚΕ) στο δώμα. Στο ΑΚΕ θα διασυνδεθούν όλα τα ελεγχόμενα στοιχεία των ΚΚΜ καθώς και τα απαραίτητα υλικά πεδίου (αισθητήρια, ηλεκτροκίνητες τριόδες βάνες, κινητήρες διαφραγμάτων κλπ) θα οποία θα τοποθετηθούν σε αυτές. Το ΑΚΕ των Κεντρικών Κλιματιστικών Μονάδων θα ενσωματωθεί πλήρως στο BMS μέσω πρωτοκόλλου BACnet/IP. Θα υπάρχει λεπτομερής γραφική απεικόνισή των ΚΚΜ στο BMS, καθώς και καταγραφές ιστορικών δεδομένων σχετικά με τη λειτουργία και την απόδοσή τους. Προβλέπεται επίσης τοπικός έλεγχος της εγκατάστασης κλιματισμού ορόφου μέσω κατάλληλης οθόνης αφής η οποία είναι διασυνδεμένη με το σύστημα BMS.

Για τον έλεγχο της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ποιότητας αέρα των ελεγχόμενων από τις ΚΚΜ χώρων στο επίπεδο του ορόφου, θα τοποθετηθούν αντίστοιχα αισθητήρια χώρου στις θέσεις που φαίνονται στα σχέδια, τα οποία θα διασυνδεθούν στο σταθμό αυτοματισμού του ορόφου.

6.7 Μονάδες αερισμού-εξαερισμού (VAM)

Οι μονάδες αερισμού-εξαερισμού (VAM) θα ενσωματωθούν στο BMS μέσω ανοιχτού πρωτοκόλλου επικοινωνίας (πχ. Modbus, BACnet κλπ). Οι μονάδες αερισμού-εξαερισμού θα απεικονίζονται γραφικά στο BMS, ενώ θα υπάρχει η δυνατότητα καταγραφής των λειτουργικών και ιστορικών τους δεδομένων. Ο τοπικός χειρισμός των μονάδων αερισμού-εξαερισμού (VAM) θα εκτελείται μέσω τοπικών χειριστηρίων στις θέσεις που φαίνονται στα σχέδια.

Οι αναλογικοί κινητήρες διαφραγμάτων του δικτύου αεραγωγών των μονάδων αερισμού-εξαερισμού του ισογείου (VAM) θα διασυνδέονται στο BMS μέσω αναλογικών εξόδων στο αντίστοιχο Απομακρυσμένο Κέντρο Ελέγχου (ΑΚΕ). Όταν υπάρχει από τον αντίστοιχο χώρο εξυπηρέτησης ζήτηση για αερισμό (λόγω υπέρβασης του ορίου ποιότητας αέρα CO₂), το Κεντρικό Σύστημα ελέγχου (BMS) θα εντολοδοτεί τα αντίστοιχα διαφράγματα και μονάδα αερισμού-εξαερισμού (VAM). Όταν η μετρούμενη τιμή ποιότητας αέρα CO₂ επανέλθει στα προβλεπόμενα επίπεδα, το BMS δίνει εντολή κλεισίματος του διαφράγματος. Εάν δεν υπάρχουν ανοιχτά διαφράγματα, άρα και ζήτηση αερισμού, δίνεται εντολή απενεργοποίησης της αντίστοιχης μονάδας αερισμού-εξαερισμού (VAM).

Στην έξοδο προσαγωγής αέρα κάθε μονάδας VAM θα βρίσκεται εγκατεστημένο στοιχείο νερού, το οποίο θα ελέγχεται με την εγκατάσταση βάνας ελέγχου ανεξαρτήτου πίεσης (PICV) και αισθητήριου θερμοκρασίας αέρα. Το στοιχείο νερού θα ελέγχεται από το BMS.

Για τον έλεγχο της της θερμοκρασίας και της ποιότητας αέρα των ελεγχόμενων από τις μονάδες αερισμού-εξαερισμού χώρων στο επίπεδο του ισογείου, θα τοποθετηθούν αντίστοιχα αισθητήρια χώρου στις θέσεις που φαίνονται στα σχέδια, τα οποία θα διασυνδεθούν στο σταθμό αυτοματισμού του ισογείου.

6.8 Αντλίες θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας του ισογείου και του ορόφου θα ενσωματωθούν πλήρως στο BMS μέσω ανοιχτού πρωτοκόλλου επικοινωνίας (πχ. Modbus, BACnet κλπ) στο οποίο θα υπάρχει λεπτομερής γραφική απεικόνισή τους, επισκόπηση της κατάστασης λειτουργίας τους και τυχόν βλαβών, καθώς και καταγραφές ιστορικών δεδομένων σχετικά με τη λειτουργία και την απόδοσή τους.

Στην περίπτωση των δύο (2) Α/Θ του ορόφου, θα εγκατασταθούν δίοδες ηλεκτροβάνες on/off στις υδραυλικές συνδέσεις τους με τους συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής. Επίσης δίοδες ηλεκτροβάνες θα εγκατασταθούν στην προσαγωγή και την επιστροφή της τηλεθέρμανσης, ώστε να γίνεται αυτόματα η μεταγωγή σε αυτήν, στις περιπτώσεις (βλάβη, σέρβις κλπ) που οι Α/Θ τίθενται εκτός λειτουργίας κατά τη θερμαντική περίοδο. Στο συλλέκτη προσαγωγής, ακόμα, θα εγκατασταθούν αισθητήρια θερμοκρασίας και πίεσης.

6.9 Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών

Στην εγκατάσταση φωτοβολταϊκών, θα υλοποιηθεί διασύνδεση των 3 inverters των φωτοβολταϊκών στοιχείων με το Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου (BMS) μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας Modbus TCP. Στο BMS αντίστοιχα θα απεικονίζεται το ποσό παραγόμενης ενέργειας από κάθε μονάδα inverter. Θα υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης από το BMS των σχετικών ιστορικών στοιχείων, καθώς και η δημιουργία Αντίστοιχων Αναφορών.

6.10 Δίκτυο καλωδιώσεων

Για τις ανάγκες λειτουργίας του συστήματος BMS θα εγκατασταθεί εκτεταμένο δίκτυο καλωδιώσεων. Οι καλωδιώσεις εντός του κτιρίου θα εγκιβωτίζονται σε ηλεκτρολογικά κανάλια από PVC, καταλλήλων διαστάσεων, σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 04-20-01-06, και 30% εφεδρικό χώρο. Ιδιαίτερα για το χώρους γραφείων του ισόγειου προτείνεται η προεγκατάσταση δικτύου KNX, ώστε μελλοντικά να είναι τεχνικά απλούστερη η ενσωμάτωση επιπλέον στοιχείων στο BMS (πχ αισθητήρες παρουσίας, κίνησης κλπ). Το δίκτυο KNX θα αποτελείται από συνεχές καλώδιο, ενώ σε κάθε γραφείο θα υπάρχει τυλιγμένο ένα επιπλέον μέτρο καλωδίου, ώστε μελλοντικά να είναι εφικτή η κοπή και σύνδεση του.

Οι καλωδιώσεις στο δώμα του κτιρίου θα τοποθετηθούν εντός μεταλλικών ηλεκτρολογικών καναλιών με καπάκι, σύμφωνα με την ΕΤΕΠ 04-20-01-03, και 20% εφεδρικό χώρο. Σε κάθε περίπτωση, θα δοθεί ιδιαίτερη μέριμνα ώστε το δίκτυο των ασθενών ρευμάτων να βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη ή ίση των 50cm από το αντίστοιχο των ισχυρών.

Στις περιπτώσεις όπου λόγω εγγύτητας είναι εφικτό, προτείνεται να χρησιμοποιηθούν καλώδια πολλών κλώνων, αριθμημένων ή κωδικοποιημένων χρωματικά, τα οποία θα εξυπηρετούν διακριτούς τύπους πληροφορίας (πχ LiYCY 12x1mm² για τα αναλογικά σήματα και OLFLEX-110 12x1mm² για τα ψηφιακά), έναντι ενός καλωδίου για κάθε σήμα. Στα καλώδια αυτά θα υπάρχει πρόβλεψη ώστε να υπάρχουν εφεδρικοί κλώνοι για περίπτωση βλαβών ή επέκτασης.

Οι τύποι των καλωδίων ανά πρωτόκολλο επικοινωνίας και τύπο πληροφορίας παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 6.1. Τύποι καλωδίων συστήματος BMS

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ
1	Δίκτυο επικοινωνίας μεταξύ των ελεγκτών του συστήματος (BACnet/IP)	Με βάση τη δομημένη καλωδίωση του κτιρίου. Ακολουθούνται οι αρχές καλωδίωσης του Ethernet.
2	Δίκτυο επικοινωνίας island bus expansion.	Bedeac CAT-5 cables *), type F/UTP or S/UTP or S/STP (100 Ohm wave resistance, 45pF/m, 94 Ohm/km / AWG24) These cables have 4 x 2 strands, but only two or three strands are used. *) not all CAT 5 cable are suitable, only those with AWG24 or thicker! Belden Type 9729 for RS-422 (100 Ohm wave resistance) Type 9841 (or 9842) for RS-485 (120 Ohm wave resistance, 42pF/m, 78 Ohm/km)
3	Ψηφιακές εισοδοί (DI).	OLFLEX-110 2x1mm ² κατ' ελάχιστο
4	Ψηφιακές έξοδοί (DO).	OLFLEX-110 2x1mm ² κατ' ελάχιστο
5	Αναλογικές εισοδοί (AI).	- Για αισθητήρια θερμοκρασίας: OLFLEX-110 2x1mm ² ή LiYCY 2x1mm ² κατ' ελάχιστο - Για αισθητήρια ποιότητας αέρα και αισθητήρια πίεσης: OLFLEX-110 3x1mm ² ή LiYCY 3x1mm ² κατ' ελάχιστο - Για σύνθετα αισθητήρια θερμ.-υγρ.: OLFLEX-110 4x1mm ² ή LiYCY 4x1mm ² κατ' ελάχιστο
6	Αναλογικές έξοδοί (AO).	- Για κινητήρες βανών: OLFLEX-110 3x1mm ² ή LiYCY 3x1mm ² - Για κινητήρες διαφραγμάτων: OLFLEX-110 3x1mm ² ή LiYCY 3x1mm ²
7	Διασύνδεση σε δίκτυο Modbus TCP	Ακολουθούνται οι αρχές καλωδίωσης του Ethernet.
8	Διασύνδεση σε δίκτυο Modbus RTU, MBus.	LiYCY 4x1,5mm ²
9	Διασύνδεση σε δίκτυο KNX	KNX/EIB 2x2X0,80mm ²

Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται αναλυτικά τα σημεία ελέγχου ανά Απομακρυσμένο Κέντρο Ελέγχου.

Πίνακας 6.2. Σημεία ελέγχου BMS – ΑΚΕ Ισογείου

Εγκατάσταση	Λειτουργία/Ελεγχος	Όργανο	AI	AO	DI	DO	ModBus RTU	M-Bus	ModBus TCP	KNX	BACnet/IP	Ethernet TCP/IP	
Μέτρηση ηλεκτρικών μεγεθών ΠΠΧΤ	Ένδειξη Έντασης	Πολυόργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας ModBus TCP							3				
	Ένδειξη Τάσης							3					
	Ένδειξη Συχνότητας								1				
	Ένδειξη Ισχύος								3				
	Ένδειξη Ενέργειας								1				
Μέτρηση συνθηκών περιβάλλοντος	Ένδειξη cosφ							1					
	Μέτρηση θερμοκρασίας περιβάλλοντος	Αισθητήριο θερμοκρασίας περιβάλλοντος	1										
Αντλία Θερμότητας ορόφου 1	Μέτρηση σχετικής υγρασίας περιβάλλοντος	Αισθητήριο υγρασίας περιβάλλοντος	1										
	Εκκίνηση/στάση αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
	Επιθυμητή θερμοκρασία αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
	Βλάβη αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
	Θερμοκρασία προσαγωγής αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
	Θερμοκρασία επιστροφής αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
	Εκκίνηση-στάση κυκλοφορητή αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
	Κατάσταση λειτουργίας κυκλοφορητή αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
	Ένδειξη βλάβης κυκλοφορητή αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
	Ένδειξη Έντασης	Ελεγκτής A/Θ									1		
Μέτρηση ηλεκτρικών μεγεθών A/Θ ορόφου 1	Ένδειξη Τάσης	Πολυόργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας ModBus TCP							3				
	Ένδειξη Συχνότητας							3					
	Ένδειξη Ισχύος								1				
	Ένδειξη Ενέργειας								3				
	Ένδειξη cosφ								1				
Αντλία Θερμότητας ορόφου 2	Εκκίνηση/στάση αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
	Επιθυμητή θερμοκρασία αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
	Βλάβη αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
	Θερμοκρασία προσαγωγής αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
	Θερμοκρασία επιστροφής αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
	Εκκίνηση-στάση κυκλοφορητή αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
	Κατάσταση λειτουργίας κυκλοφορητή αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1		
Ένδειξη βλάβης κυκλοφορητή αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1			
Μέτρηση ηλεκτρικών μεγεθών A/Θ ορόφου 2	Ένδειξη Έντασης	Πολυόργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας ModBus TCP											
	Ένδειξη Τάσης								3				

Εγκατάσταση	Λειτουργία/Έλεγχος	Όργανο	AI	AO	DI	DO	Modbus RTU	M-Bus	Modbus TCP	KNX	BACnet/IP	Ethernet TCP/IP
	Ένδειξη Συχνότητας								1			
	Ένδειξη Ισχύος								3			
	Ένδειξη Ενέργειας								1			
	Ένδειξη cosφ								1			
Αντλία Θερμότητας ισογείου 1	Εκκίνηση/στάση αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Επιβυθιμητή θερμοκρασία αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Βλάβη αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Θερμοκρασία προσαγωγής αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Θερμοκρασία επιστροφής αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Εκκίνηση-στάση κυκλοφορητή αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Κατάσταση λειτουργίας κυκλοφορητή αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Ένδειξη βλάβης κυκλοφορητή αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
Μέτρηση ηλεκτρικών μεγεθών A/Θ Ισογείου 1	Ένδειξη Έντασης								3			
	Ένδειξη Τάσης								3			
	Ένδειξη Συχνότητας	Πολύοργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας Modbus TCP							1			
	Ένδειξη Ισχύος								3			
	Ένδειξη Ενέργειας								1			
	Ένδειξη cosφ								1			
Αντλία Θερμότητας ισογείου 2	Εκκίνηση/στάση αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Επιβυθιμητή θερμοκρασία αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Βλάβη αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Θερμοκρασία προσαγωγής αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Θερμοκρασία επιστροφής αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Εκκίνηση-στάση κυκλοφορητή αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Κατάσταση λειτουργίας κυκλοφορητή αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Ένδειξη βλάβης κυκλοφορητή αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
Μέτρηση ηλεκτρικών μεγεθών A/Θ Ισογείου 2	Ένδειξη Έντασης								3			
	Ένδειξη Τάσης								3			
	Ένδειξη Συχνότητας	Πολύοργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας Modbus TCP							1			
	Ένδειξη Ισχύος								3			
	Ένδειξη Ενέργειας								1			
Αντλία Θερμότητας ισογείου 3	Εκκίνηση/στάση αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ							1			
	Επιβυθιμητή θερμοκρασία αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	
	Βλάβη αντλίας Θερμότητας	Ελεγκτής A/Θ									1	

Εγκατάσταση	Λειτουργία/Έλεγχος	Όργανο	AI	AO	DI	DO	ModBus RTU	M- Bus	ModBus TCP	KNX	BACnet/IP	Ethernet TCP/IP	
Μέτρηση ηλεκτρικών μεγεθών Α/Θ στοιχείου 3	Θερμοκρασία προσαγωγής αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής Α/Θ									1		
	Θερμοκρασία επιστροφής αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής Α/Θ									1		
	Εκκίνηση-στάση κυκλοφορητή αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής Α/Θ									1		
	Κατάσταση λειτουργίας κυκλοφορητή αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής Α/Θ									1		
	Ένδειξη βλάβης κυκλοφορητή αντλίας θερμότητας	Ελεγκτής Α/Θ									1		
Μέτρηση ηλεκτρικών μεγεθών Α/Θ στοιχείου 3	Ένδειξη Έντασης	Πολυόργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας ModBus TCP							3				
	Ένδειξη Τάσης								3				
	Ένδειξη Συχνότητας									1			
	Ένδειξη Ισχύος									3			
	Ένδειξη Ενέργειας									1			
Μονάδα VAM 1	Ένδειξη cosφ								1				
	Εντολή on/off μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					1						
	Ένδειξη βλάβης μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					1						
	Setpoint Θερμοκρασίας μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					1						
	Κατάσταση λειτουργίας αερισμού μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					3						
Στοιχείο νερού VAM 1	Ταχύτητα ανεμιστήρα μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					3						
	Εντολή forced off μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					1						
	Θερμοκρασία προσαγωγής αέρα	VAM Modbus Gateway	1										
	Οδήγηση κινητήρα 2-οδης βάνας PICV στοιχείου	Αισθητήριο Θερμοκρασίας αεραγωγού											
	Εντολή on/off μονάδας VAM	Αναλογικός κινητήρας βάνας		1									
Μονάδα VAM 2	Ένδειξη βλάβης μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					1						
	Setpoint Θερμοκρασίας μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					1						
	Κατάσταση λειτουργίας αερισμού μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					1						
	Ταχύτητα ανεμιστήρα μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					3						
	Εντολή forced off μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					3						
Στοιχείο νερού VAM 2	Θερμοκρασία προσαγωγής αέρα	VAM Modbus Gateway	1										
	Οδήγηση κινητήρα 2-οδης βάνας PICV στοιχείου	Αισθητήριο Θερμοκρασίας αεραγωγού											
	Εντολή on/off μονάδας VAM	Αναλογικός κινητήρας βάνας		1									
	Ένδειξη βλάβης μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					1						
	Setpoint Θερμοκρασίας μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					1						
Μονάδα VAM 3	Κατάσταση λειτουργίας αερισμού μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					1						
	Ταχύτητα ανεμιστήρα μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					3						
	Εντολή forced off μονάδας VAM	VAM Modbus Gateway					3						
	Θερμοκρασία προσαγωγής αέρα	VAM Modbus Gateway	1										
	Οδήγηση κινητήρα 2-οδης βάνας PICV στοιχείου	Αισθητήριο Θερμοκρασίας αεραγωγού											
Στοιχείο νερού VAM 3	Εντολή on/off μονάδας VAM	Αναλογικός κινητήρας βάνας		1									

Εγκατάσταση	Λειτουργία/Έλεγχος	Όργανο	AI	AO	DI	DO	Modbus RTU	M-Bus	Modbus TCP	KNX	BACnet/IP	Ethernet TCP/IP		
Διάγραμμα εξορισμού Fan Coil Unit (Ελεγκτές χώρων με επικοινωνία BACnet) [71 FCUs - 25 μονάδες χώρου]	Οδήγηση αναλογικού κινητήρα διαφράγματος χώρων	Αναλογικός κινητήρας Ελεγκτές χώρων με τοπικό θερμοστάτη με επικοινωνία BACnet/IP		58										
	Επιθυμητή θερμοκρασία χώρου													
	Πραγματική θερμοκρασία χώρου													
	Ένδειξη ποιότητας αέρα CO2 χώρου													
	Ενεργοποίηση FCU (ανεμιστήρας EC)													
	Θέση 2-οδης βάνας μονάδας FCU (αναλογική 0...10V)													
Κατάσταση λειτουργίας (Comfort, Pre-Comfort, Economy, Protection)														
	Βλάβη συσκευής													

ΣΥΝΟΛΟ:	5	61	0	0	0	30	0	0	72	0	612	0
---------	---	----	---	---	---	----	---	---	----	---	-----	---

Πίνακας 6.3. Σημεία ελέγχου BMS – ΑΚΕ Ορόφου

Εγκατάσταση	Λειτουργία/Έλεγχος	Όργανο	AI	AO	DI	DO	Modbus RTU	M-Bus	Modbus TCP	KNX	BACnet/IP	Ethernet TCP/IP
Μέτρηση συνθηκών χώρων [8 τεμάχια]	Μέτρηση θερμοκρασίας χώρου	Αισθητήριο θερμοκρασίας χώρου								8		
	Μέτρηση σχετικής υγρασίας χώρου	Αισθητήριο υγρασίας χώρου								8		
	Μέτρηση CO2 χώρου	Αισθητήριο CO2 χώρου								8		
Κύκλωμα φωτισμού DALI [180 φωτιστικά]	Αφή/σβέση κυκλώματος φωτισμού	DALI to KNX Gateway								900		
Αισθητήριο φωτεινότητας [7 τεμάχια]	Έλεγχος επιπέδου φωτισμού	Αισθητήριο φωτεινότητας KNX								35		

ΣΥΝΟΛΟ:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	959	0	0
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	---	---

Πίνακας 6.4. Σημεία ελέγχου BMS – ΑΚΕ Δώματος

Εγκατάσταση	Λειτουργία/Έλεγχος	Όργανο	AI	AO	DI	DO	ModBus RTU	M-Bus	ModBus TCP	KNX	BACnet/IP	Ethernet TCP/IP
σφαυροβολαϊκό	Ένδειξη παραγόμενης ενέργειας Inverter 1	Inverter 1							1			
	Ένδειξη παραγόμενης ενέργειας Inverter 2	Inverter 2							1			
	Ένδειξη παραγόμενης ενέργειας Inverter 3	Inverter 3							1			
	Ένδειξη Τάσης								3			
	Ένδειξη Συχνότητας								1			
	Ένδειξη Ισχύος								3			
	Ένδειξη Ενέργειας								1			
	Ένδειξη cosφ								1			
	Εκκίνηση/στάση ανεμιστήρα προσαγωγής	Ελεγκτής ανεμιστήρα EC Fan					1					
	Επιβεβαίωση λειτουργίας ανεμιστήρα προσαγωγής	Αναλογικό αισθητήριο διαφορικής πίεσης αέρα	1									
Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα 1	Βλάβη ανεμιστήρα προσαγωγής	Ελεγκτής ανεμιστήρα EC Fan					1					
	Οδήγηση ανεμιστήρα προσαγωγής	Ελεγκτής ανεμιστήρα EC Fan					1					
	Θερμοκρασία προσαγωγής αέρα	Αισθητήριο θερμοκρασίας αεραγωγού	1									
	Υγρασία προσαγωγής αέρα	Αισθητήριο υγρασίας αεραγωγού	1									
	Εκκίνηση/στάση ανεμιστήρα επιστροφής	Ελεγκτής ανεμιστήρα EC Fan					1					
	Επιβεβαίωση λειτουργίας ανεμιστήρα επιστροφής	Αναλογικό αισθητήριο διαφορικής πίεσης αέρα	1									
	Βλάβη ανεμιστήρα επιστροφής	Ελεγκτής ανεμιστήρα EC Fan					1					
	Οδήγηση ανεμιστήρα επιστροφής	Ελεγκτής ανεμιστήρα EC Fan					1					
	Θερμοκρασία επιστροφής αέρα	Αισθητήριο θερμοκρασίας αεραγωγού	1									
	Υγρασία επιστροφής αέρα	Αισθητήριο υγρασίας αεραγωγού	1									
	Κατάσταση φίλτρου πριν τον εναλλάκτη	Αισθητήριο διαφορικής πίεσης αέρα			1							
	Κατάσταση σακκόφίλτρου	Αισθητήριο διαφορικής πίεσης αέρα			1							
	Οδήγηση κινητήρα 3-οδης βάνας κοινού στοχείου	Αισθητήριο διαφορικής πίεσης αέρα										
	Ρύθμιση στοχείου μεταθέμενης	Αναλογικός κινητήρας βάνας	1									
	Ενεργοποίηση υγραντή	Ηλεκτρική Α ντίσταση				2						
	Οδήγηση διαφράγματος νεαυού	Βάνα υγρανσης				1						
	Οδήγηση διαφράγματος απόρυψης	Κινητήρας διαφραγμάτων		1								
	Οδήγηση διαφράγματος ανακυκλοφορίας	Κινητήρας διαφραγμάτων		1								
Οδήγηση διαφράγματος free cooling εναλλάκτη	Κινητήρας διαφραγμάτων		1									
Ένδειξη "κλειστό" διαφράγματος free cooling εναλλάκτη	Κινητήρας διαφραγμάτων				1							
Μέτρηση ηλεκτρικών μεγεθών ΚΚΜ 1	Ένδειξη Έντασης	Βοηθητική επαφή κινητήρα διαφραγμάτων				1						
	Ένδειξη Τάσης								3			
	Ένδειξη Συχνότητας	Πολύοργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας ModBus TCP							3			
	Ένδειξη Ισχύος								1			
	Ένδειξη Ενέργειας								3			
Τεχνική Περιγραφή									1			

Εγκατάσταση	Λειτουργία/Έλεγχος	Όργανο	AI	AO	DI	DO	ModBus RTU	M-Bus	ModBus TCP	KNX	BACnet/IP	Ethernet TCP/IP
Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα 2	Ένδειξη cosφ								1			
	Ένδειξη Τάσης								3			
	Ένδειξη Συχνότητας								1			
	Ένδειξη Ισχύος								3			
	Ένδειξη Ενέργειας								1			
	Ένδειξη cosφ								1			
	Εκκίνηση/στάση ανεμιστήρα προσαγωγής											
	Επιβεβαίωση λειτουργίας ανεμιστήρα προσαγωγής		1									
	Βλάβη ανεμιστήρα προσαγωγής							1				
	Οδήγηση ανεμιστήρα προσαγωγής							1				
	Θερμοκρασία Προσαγωγής αέρα		1									
	Υγρασία προσαγωγής αέρα		1									
	Εκκίνηση/στάση ανεμιστήρα επιστροφής											
	Επιβεβαίωση λειτουργίας ανεμιστήρα επιστροφής		1									
	Βλάβη ανεμιστήρα επιστροφής							1				
Οδήγηση ανεμιστήρα επιστροφής							1					
Θερμοκρασία επιστροφής αέρα		1										
Υγρασία επιστροφής αέρα		1										
Κατάσταση φίλτρου πριν τον εναλλάκτη												
Οδήγηση κινητήρα 3-οδης βάνας κοινού στοιχείου												
Ρύθμιση στοιχείου μεταθέριμανσης												
Ενεργοποίηση υγραντή												
Οδήγηση διαφράγματος νεπαύ												
Οδήγηση διαφράγματος απόρριψης												
Οδήγηση διαφράγματος ανακυκλοφορίας												
Οδήγηση διαφράγματος free cooling εναλλάκτη												
Ένδειξη "κλειστό" διαφράγματος free cooling εναλλάκτη												
Ένδειξη Εντάσης												
Ένδειξη Τάσης												
Ένδειξη Συχνότητας												
Ένδειξη Ισχύος												
Ένδειξη Ενέργειας												
Ένδειξη cosφ												
Μέτρηση ηλεκτρικών μεγεθών ΚΚΜ 2		Πολυόργανο ηλεκτρικών μεγεθών μέσω πρωτοκόλλου επικοινωνίας ModBus TCP										
Έλεγχος συλλέκτη προσαγωγής-επιστροφής δώματος		Κινητήρας βάνας										
		Βοηθητική επαφή κινητήρα βάνας										

Τεχνική Περιγραφή

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ ΑΠΘ

Εγκατάσταση	Λειτουργία/Έλεγχος	Όργανο	AI	AO	DI	DO	ModBus RTU	M- Bus	ModBus TCP	KNX	BACnet/IP	Ethernet TCP/IP	
	Οδήγηση κινητήρα 2-οδης βάνας προσαγωγής Α/Θ 2	Κινητήρας βάνας				1							
	Ένδειξη "κλειστό" 2-οδης βάνας προσαγωγής Α/Θ 2	Βοηθητική επαφή κινητήρα βάνας			1								
	Οδήγηση κινητήρα 2-οδης βάνας προσαγωγής τηλεθέρμανσης	Κινητήρας βάνας				1							
	Ένδειξη "κλειστό" 2-οδης βάνας προσαγωγής τηλεθέρμανσης	Βοηθητική επαφή κινητήρα βάνας			1								
	Οδήγηση κινητήρα 2-οδης βάνας επιστροφής Α/Θ 1	Κινητήρας βάνας				1							
	Ένδειξη "κλειστό" 2-οδης βάνας επιστροφής Α/Θ 1	Βοηθητική επαφή κινητήρα βάνας			1								
	Οδήγηση κινητήρα 2-οδης βάνας επιστροφής Α/Θ 2	Κινητήρας βάνας				1							
	Ένδειξη "κλειστό" 2-οδης βάνας επιστροφής Α/Θ 2	Βοηθητική επαφή κινητήρα βάνας			1								
	Οδήγηση κινητήρα 2-οδης βάνας επιστροφής τηλεθέρμανσης	Κινητήρας βάνας				1							
	Ένδειξη "κλειστό" 2-οδης βάνας επιστροφής τηλεθέρμανσης	Βοηθητική επαφή κινητήρα βάνας			1								
	Μέτρηση θερμοκρασίας προαγόμενου νερού	Αισθητήριο θερμοκρασίας νερού	1										
	Έλεγχος θερμοκρασίας και πίεσης συλλέκτη προσαγωγής	Μέτρηση πίεσης προαγόμενου νερού	Αισθητήριο πίεσης νερού	1									
	ΣΥΝΟΛΟ:			14	8	12	14	12	0	27	0	0	0

7. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

7.1 Γενικά

Για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου, προβλέπεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού (ΦΒ) συστήματος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ονομαστικής ισχύος 98,1 kWp, με το καθεστώς του ταυτοχρονισμένου ενεργειακού συμψηφισμού. Η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα γίνει στο δώμα του κτιρίου της βιβλιοθήκης.

Η διασύνδεση του ΦΒ συστήματος θα γίνει στα πλαίσια του νόμου 5106/2024 (ΦΕΚ 63Α, 1.5.2024), ο οποίος εξειδικεύτηκε με την εφαρμοστική υπουργική απόφαση του νόμου υπ αριθμ. ΥΠΕΝ/ΔΑΠΕΕΚ/93976/2772, (ΦΕΚ 5074Β/5.9.2024).

Σύμφωνα με την ανωτέρω νομοθεσία δύναται ο καταναλωτής να αυτοκαταναλώνει. Η αυτοκατανάλωση ή ταυτοχρονισμένος συμψηφισμός είναι ο συμψηφισμός της παραχθείσας ηλεκτρικής ενέργειας από τον σταθμό παραγωγής και της απορροφηθείσας ηλεκτρικής ενέργειας στην παροχή κατανάλωσης του αυτοκαταναλωτή, σε χρονικό παράθυρο ίσο με την Περίοδο Εκκαθάρισης Αποκλίσεων (15 λεπτών της ώρας) βάσει των πιστοποιημένων μετρητικών δεδομένων από τον αρμόδιο Διαχειριστή.

Ο συμψηφισμός διενεργείται στους εκκαθαριστικούς λογαριασμούς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας που εκδίδει ο προμηθευτής με τον οποίο έχει συμβληθεί ο αυτοκαταναλωτής για την προμήθεια ηλεκτρικού ρεύματος στην παροχή κατανάλωσής του, βάσει πραγματικών δεδομένων καταμέτρησης που παρέχονται από τον αρμόδιο Διαχειριστή.

Ο συμψηφισμός δηλαδή της παραχθείσας ενέργειας από την εγκατάσταση του ΦΒ και της απορροφηθείσας ηλεκτρικής ενέργειας, θα γίνεται χωρίς έγχυση ενέργειας από το σταθμό παραγωγής στο δίκτυο.

Δεδομένου δε ότι η συνολικά παραγόμενη ενέργεια από το φωτοβολταϊκό σύστημα είναι σημαντικά μικρότερη από την κατανάλωση ενέργειας στην βιβλιοθήκη, προκύπτει ότι το συγκεκριμένο φωτοβολταϊκό σύστημα δεν θα εγχέει ενέργεια στο δίκτυο. Συνεπώς, δεν θα αποτελεί πηγή εσόδων για το Πανεπιστήμιο.

Το ΦΒ σύστημα θα ακολουθεί τους συμβατικούς κανόνες σχεδίασης και κατασκευής. Θα αποτελείται από συστοιχίες ΦΒ πλαισίων (panels), βάσεις στήριξης των ΦΒ πλαισίων, αντιστροφείς ισχύος (inverters), καλωδιώσεις συνεχούς (DC) και εναλλασσόμενου (AC) ρεύματος, ηλεκτρικό πίνακα εγκατάστασης και μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας.

Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 7.1) παρουσιάζεται το δώμα της βιβλιοθήκης, όπου θα γίνει η εγκατάσταση, όπως φαίνεται αυτό από δορυφόρο.



Εικόνα 7.1 Χώρος εγκατάστασης ΦΒ συστήματος

7.2 Προϋποθέσεις

- Η ύπαρξη ενεργού μόνιμης παροχής ρεύματος στο όνομα του αυτοπαραγωγού.
- Το φωτοβολταϊκό σύστημα αντιστοιχίζεται αποκλειστικά με έναν μετρητή κατανάλωσης.
- Το φωτοβολταϊκό σύστημα εγκαθίσταται στον ίδιο ή όμορο χώρο με την εγκατάσταση κατανάλωσης προς την οποία αντιστοιχίζεται.
- Ο ενδιαφερόμενος έχει τη νόμιμη χρήση του χώρου εγκατάστασης του συστήματος.

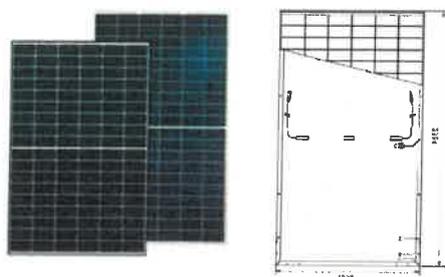
7.3 Διαμόρφωση εγκατάστασης

7.3.1 Φωτοβολταϊκά πλαίσια

Στο ελεύθερο τμήμα του δώματος της βιβλιοθήκης θα εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά πλαίσια (panels) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ο τύπος των πλαισίων θα είναι μονοκρυσταλλικού πυριτίου, με 144 στοιχεία (κυψέλες) ανά πλαίσιο. Κάθε πλαίσιο θα διαθέτει ονομαστική ισχύ ίση με 545 Wp σε τυποποιημένες συνθήκες ελέγχου (Standard Testing Conditions – STC), δηλαδή ένταση ηλιακής ακτινοβολίας 1.000 W/m², θερμοκρασία 25°C και μάζα αέρα (AM) 1,5.

Οι διαστάσεις των πλαισίων θα είναι ενδεικτικά 2.279 mm x 1.134 mm x 91 mm (±2,5%), ενώ οι κυψέλες θα εγκλείονται σε προφίλ αλουμινίου. Το βάρος κάθε πλαισίου δεν θα ξεπερνά τα 30kg. Όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων θα έχουν μετρηθεί βάσει των διεθνών προτύπων IEC EN 61215 και IEC EN 61730.

Στην εικόνα που ακολουθεί απεικονίζεται η μορφή ενός μονοκρυσταλλικού πλαισίου (Εικόνα 7.2)



Εικόνα 7.2 Πλαίσιο μονοκρυσταλλικού πυριτίου

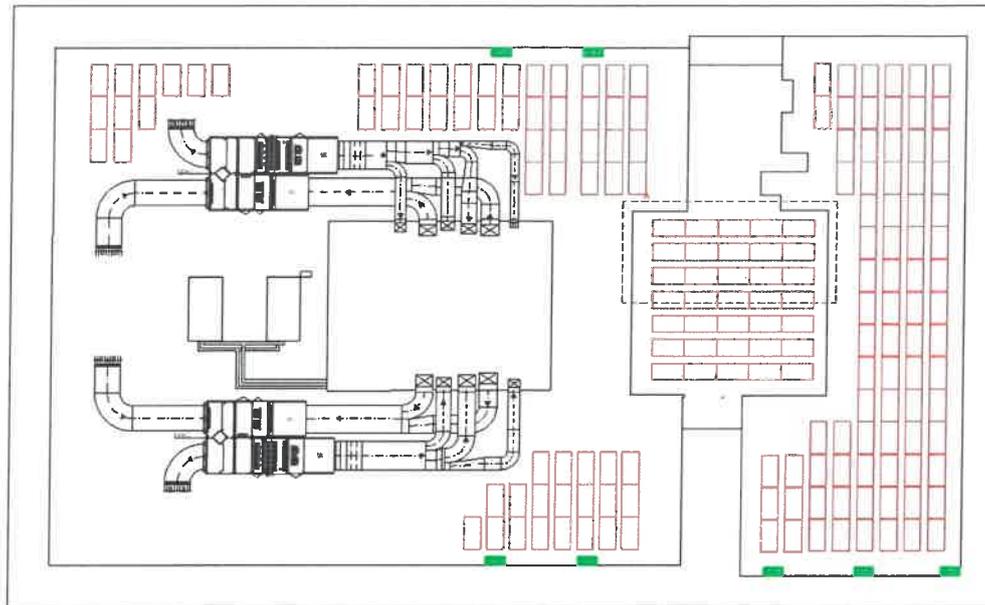
Η εγκατάσταση θα έχει 180 φωτοβολταϊκά πλαίσια μονοκρυσταλλικού πυριτίου, ενώ η συνολική εγκατεστημένη ισχύς θα ανέρχεται σε:

$$180 * 545 \text{ Wp} = 98,1 \text{ kWp}$$

Τα πλαίσια θα συνδεθούν εν σειρά μεταξύ τους κατά ομάδες (strings), και ανά ομάδες strings εν παραλλήλω στις εισόδους των αντιστροφών.

Τα πλαίσια θα τοποθετηθούν πάνω σε βάσεις στήριξης, οι οποίες θα είναι κατασκευασμένες από αλουμίνιο. Τα πλαίσια θα είναι τοποθετημένα πάνω στις βάσεις κεκλιμένα με κλίση 10° ως προς το έδαφος και προσανατολισμό είτε νοτιοανατολικό, είτε νοτιοδυτικό, ανάλογα με τις διαμορφώσεις του δώματος. Τέλος, η απόσταση, τόσο μεταξύ τους όσο και από τα όρια, θα είναι κατάλληλη, ώστε να μην δημιουργούνται σκιάσεις. Συγκεκριμένα, η απόσταση μεταξύ των σειρών θα είναι τουλάχιστον 0,5 μέτρα, ενώ από τα τοιχία, τα μηχανήματα και τα κτίρια του δώματος η απόσταση διαμορφώνεται κατάλληλα, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος σκιάσεων.

Ενδεικτική χωροθέτηση του ΦΒ συστήματος παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 7.3)



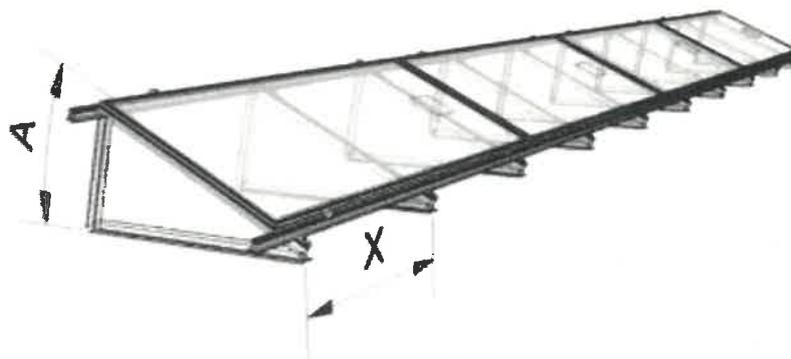
Εικόνα 7.3 Ενδεικτική Χωροθέτηση Πλαισίων

7.3.2 Βάσεις στήριξης

Στο δώμα της Βιβλιοθήκης θα εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά πλαίσια, τα οποία θα τοποθετηθούν επί πιστοποιημένου συστήματος αλουμινίου. Η αγκύρωση του συστήματος στήριξης θα πραγματοποιηθεί με δύο χημικά αγκύρια ανά τριγωνική βάση, αποτελούμενα από κοχλίες M12 X 110, ή σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, γαλβανισμένους με εμβάπτιση εν θερμώ και υβριδικό αγκύριο με αντισεισμική πιστοποίηση. Η διάμετρος διάνοιξης της οπής θα είναι $\Phi 14$ χιλ., το βάθος έμπτηξης του κοχλίου στο σκυρόδεμα θα είναι $h_{ef}=70$ χιλ., ενώ θα πρέπει να έχει γίνει πρώτα ο επιμελής καθαρισμός της οπής, βάσει του ETA του χημικού αγκυρίου. Κάθε οπή θα πρέπει να είναι πληρωμένη με 9ml ποσότητας χημικού αγκυρίου, για την επάρκειά της βάσει μελέτης. Επιπλέον, η Τεχνική Υπηρεσία του Α.Π.Θ. οφείλει να προσδιορίσει την στατική επάρκεια του δώματος της Βιβλιοθήκης.

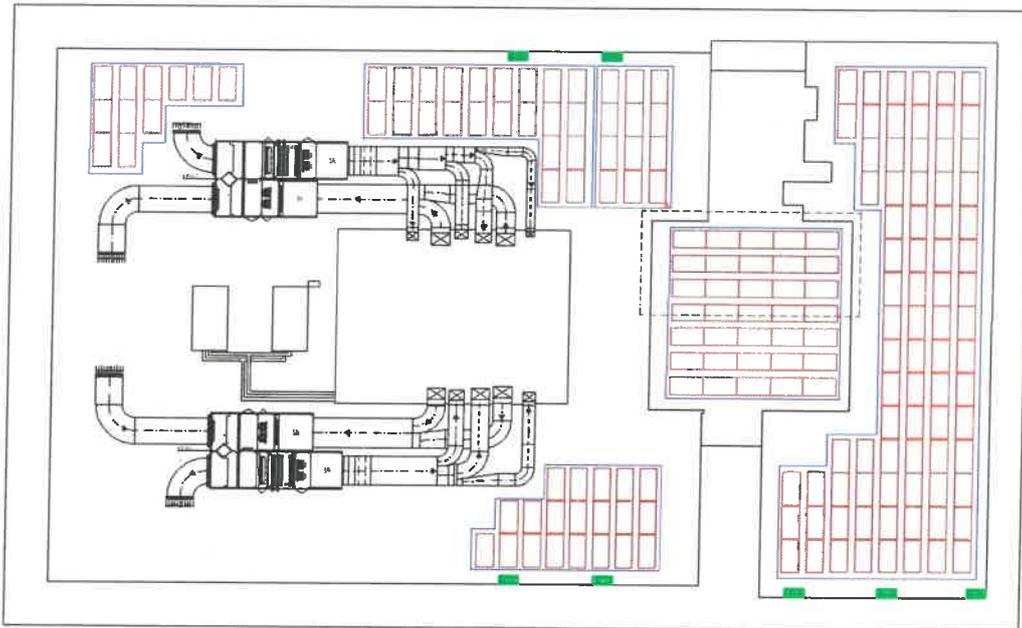
Η κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων ορίζεται στις 10° , ενώ στο πίσω μέρος τους θα φέρουν ανεμοθώρακα. Το σύστημα στερέωσης θα αποτελείται από τα παρακάτω μέρη (Εικόνα 7.4)

- Κλίση βάσεων: $A=10^\circ$
- Διάταξη τοποθέτησης των panels: landscape
- Μέγιστο μήκος μεταξύ των τριγωνικών βάσεων: προκύπτει από τη στατική μελέτη
Μέγιστο ύψος βάσης: $\sim 0,2m$.



Εικόνα 7.4 Σκαρίφημα βάσεων

Σύμφωνα με την προσέγγιση της ομάδας έργου, έχουν σχεδιαστεί έξι (6) πλέγματα φωτοβολταϊκών πλαισίων (Εικόνα 7.5).



Εικόνα 7.5 Πλέγματα φωτοβολταϊκών πλαισίων

Η συγκράτηση των ΦΒ πλαισίων επάνω στις βάσεις αλουμινίου θα επιτυγχάνεται από τους ενδιάμεσους και ακραίους συγκρατητές. Οι ενδιάμεσοι και ακραίοι συγκρατητές ΦΒ πλαισίων θα είναι κατασκευασμένοι από αλουμίνιο και θα είναι κατάλληλοι για στήριξη πλαισίων με διαστάσεις έως 40mm επάνω στα πέδιλα στήριξης. Οι συγκρατητές θα διαθέτουν ειδικό σύνδεσμο για να μπαίνουν χωνευτά στις τεγίδες αλουμινίου. Κάθε ενδιάμεσο ΦΒ πλαίσιο θα συγκρατείται από τέσσερις ενδιάμεσους συγκρατητές, ενώ το πρώτο και το τελευταίο πλαίσιο της συστοιχίας θα στηρίζονται από δύο ενδιάμεσους και δύο ακραίους συγκρατητές.

Οι βάσεις πρέπει να έχουν πιστοποίηση κατά CE και να ακολουθούν τους Ευρωκώδικες 1 (Βάσεις σχεδιασμού και δράσεων στις κατασκευές), 3 (Σχεδιασμός μεταλλικών κατασκευών) και 9 (Σχεδιασμός κατασκευών από αλουμίνιο).

7.3.3 Αντιστροφείς

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια παράγουν στην έξοδό τους συνεχή τάση και ρεύμα (DC). Συνεπώς, για να μπορέσει το σύστημα να συνδεθεί στο δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ απαιτείται η μετατροπή των μεγεθών σε εναλλασσόμενα (AC). Για το σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθούν αντιστροφείς ισχύος.

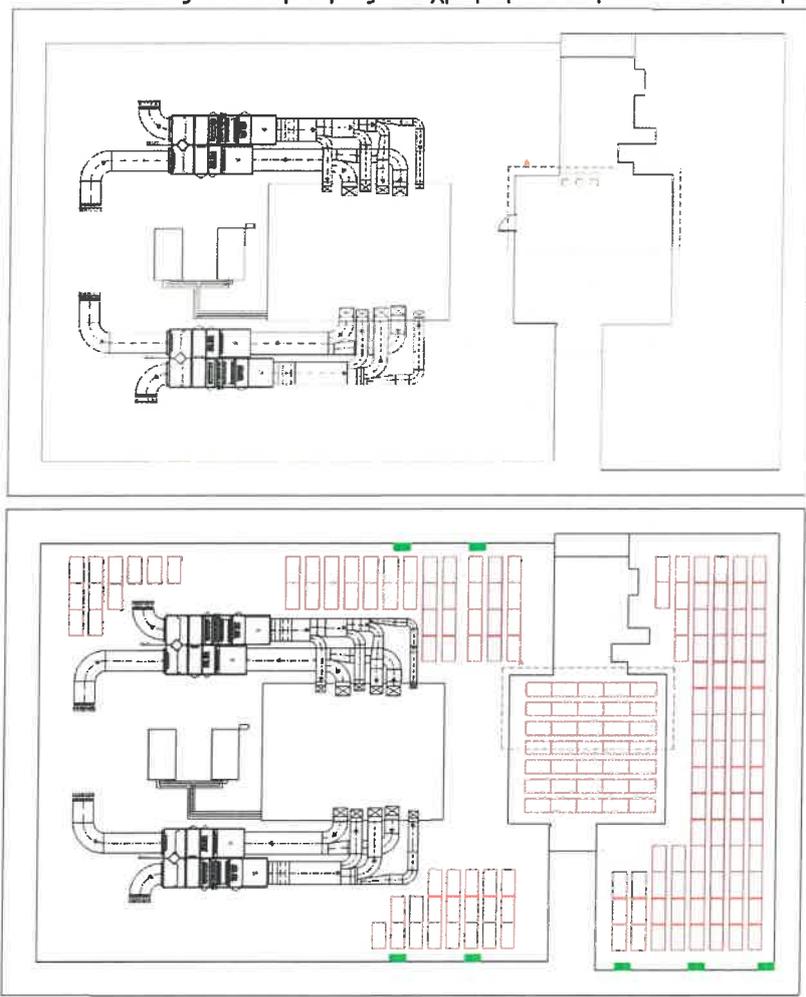
Τα πλαίσια θα συνδεθούν μέσω ειδικών καλωδιώσεων συνεχούς ρεύματος (DC) με τρεις (3) τριφασικούς αντιστροφείς, για τη μετατροπή της συνεχούς τάσης/ρεύματος σε εναλλασσόμενη τάση/ρεύμα. Οι δύο θα είναι ισχύος 40 kW (AC), ενώ ο τρίτος ισχύος 20 kW (AC).

Για κάθε αντιστροφέα ισχύος 40 kW θα ισχύουν τα παρακάτω:

- Ο συνολικός βαθμός απόδοσης θα είναι μεγαλύτερος από 98,4%.
- Η έξοδος του αντιστροφέα θα είναι τριφασική, τάσης 400V και συχνότητας 50Hz.
- Κατά τη ρύθμιση των τιμών λειτουργίας του αντιστροφέα θα πρέπει, για λόγους προστασίας, στην περίπτωση που η τάση μειωθεί κάτω από το -20% του ονομαστικού ή αυξηθεί πάνω από το +15%, ο αντιστροφέας να τίθεται εκτός λειτουργίας.

- Για κάθε αντιστροφέα ισχύος 20 kW θα ισχύουν τα παρακάτω:
Ο συνολικός βαθμός απόδοσης θα είναι μεγαλύτερος από 98,7%.
- Η έξοδος του αντιστροφέα θα είναι τριφασική, τάσης 400V και συχνότητας 50Hz.
- Κατά τη ρύθμιση των τιμών λειτουργίας του αντιστροφέα θα πρέπει, για λόγους προστασίας, στην περίπτωση που η τάση μειωθεί κάτω από το -20% του ονομαστικού ή αυξηθεί πάνω από το +15%, ο αντιστροφέας να τίθεται εκτός λειτουργίας.

Οι αντιστροφείς θα τοποθετηθούν στο δώμα, μέσα στον κλειστό χώρο, που φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 7.6). Η τοποθέτησή τους θα είναι επιτοίχια, σε ύψος περίπου ενός μέτρου από το έδαφος, ενώ θα πρέπει να διασφαλίζεται και ο αερισμός τους. Προκειμένου να συνδεθούν τα πλαίσια στους αντιστροφείς θα χρησιμοποιηθούν σύνδεσμοι MC4.



Εικόνα 7.6 Ενδεικτική Χωροθέτηση των φωτοβολταϊκών και των Αντιστροφέων

Σύμφωνα με υπολογισμούς ισχύουν τόσο για τους αντιστροφείς των 40kW, όσο και για τον αντιστροφέα των 20kW τα παρακάτω:

$$6 \text{ panels} < n_{\text{series}} < 20 \text{ panels}$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι δύο αντιστροφείς των 40kW θα συνδεθούν αντίστοιχα με εβδομήντα ένα (71) και εβδομήντα τέσσερα (74) πλαίσια. Ο αντιστροφέας των 20kW θα συνδεθεί με τριάντα πέντε πλαίσια (35) πλαίσια.

Πιο συγκεκριμένα, τα εβδομήντα τέσσερα (74) πλαίσια του πρώτου inverter θα συνδεθούν σε στοιχειοσειρές των εννέα (9) και δέκα (10) πλαισίων. Θα υπάρχουν έξι στοιχειοσειρές των εννιά (9) πλαισίων και δύο στοιχειοσειρές των δέκα (10) πλαισίων. Τα εβδομήντα ένα (71) πλαίσια του δεύτερου inverter, θα συνδεθούν σε στοιχειοσειρές, οι οποίες θα αποτελούνται από επτά (7) έως έντεκα (11) πλαίσια. Συγκεκριμένα, θα υπάρχουν πέντε στοιχειοσειρές των εννέα (9) πλαισίων, μία στοιχειοσειρά των επτά (7) , μία των οχτώ (8) και μία των έντεκα (11) πλαισίων. Τέλος, για τον inverter των 20 kW, θα υπάρχουν τρεις στοιχειοσειρές των εννέα (9) πλαισίων και μία στοιχειοσειρά των οχτώ (8) πλαισίων. Ο τρόπος σύνδεσης των πλαισίων μεταξύ τους εμφανίζεται στο αντίστοιχο σχέδιο.

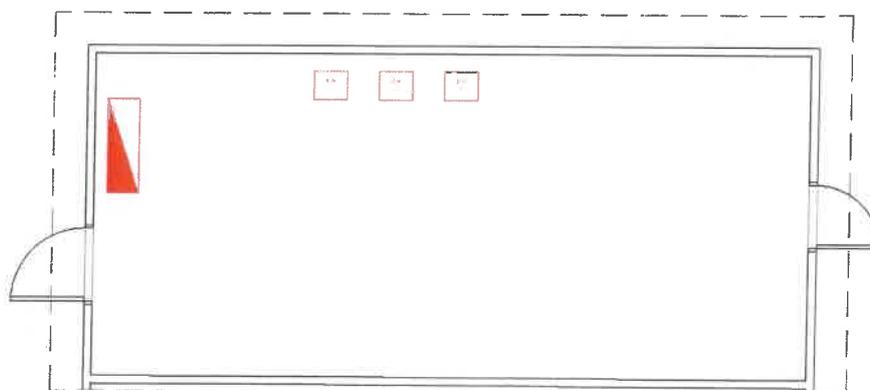
Πίνακας 7.1 Αντιστροφείς και Στοιχειοσειρές

Ισχύς Αντιστροφέα (kW)	Πλήθος MPPT	Πλήθος Στοιχειοσειρών ανά MPPT	Πλήθος Πλαισίων ανά Στοιχειοσειρά	Σύνολο Πλαισίων
40	3	2	9	74
	1	2	10	
40	1	1	7	71
		1	11	
	2	9		
	1	1	9	
		1	8	
20	1	2	9	35
	1	1	9	
	1	1	8	

7.3.4 Ηλεκτρικός Πίνακας

Οι αντιστροφείς ισχύος θα καταλήγουν σε έναν πίνακα, ο οποίος θα βρίσκεται εντός του κτιρίου του δώματος (λεπτομέρεια Α), όπως φαίνεται στην κάτωθι εικόνα (Εικόνα 7.7)

Κάτοψη σε τομή ηλεκτροστασίου
Ενδεικτική τοποθέτηση ηλεκτρολογικού πίνακα και Inverters



Λεπτομέρεια Α

Εικόνα 7.7 Ενδεικτική Χωροθέτηση Πίνακα

Ο πίνακας θα είναι τριφασικός, ονομαστικής τάσης 400V και συχνότητας 50 Hz. Ο πίνακας θα είναι συνδεδεμένος με τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης, ο οποίος βρίσκεται στο υπόγειο 2 της Βιβλιοθήκης, μέσω νέου παροχικού καλωδίου.

Ο πίνακας θα βρίσκεται σε ύψος 1,70m από το έδαφος, ενώ θα προβλέπεται και εφεδρεία θέσεων. Επιπλέον, ο πίνακας θα διαθέτει σετ εξαιρισμού, το οποίο δεν θα προκαλεί μείωση στον βαθμό προστασίας του πίνακα χαμηλότερη από IP54.

7.3.5 Καλωδιώσεις

Οι καλωδιώσεις της εγκατάστασης διαχωρίζονται σε:

- Καλωδιώσεις της πλευράς συνεχούς ρεύματος (DC). Αφορούν το μέσο ηλεκτρικής σύνδεσης μεταξύ ΦΒ πλαισίων και αντιστροφών.
- Καλωδιώσεις της πλευράς εναλλασσόμενου ρεύματος (AC). Αφορούν την ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ αντιστροφών, του Γενικού Πίνακα Χαμηλής Τάσης και του δικτύου του ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.

Για τη σύνδεση των φωτοβολταϊκών πλαισίων με τους αντιστροφείς θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου DC. Τα πλαίσια, τα οποία θα ανήκουν στην ίδια στοιχειοσειρά (string), θα συνδέονται μεταξύ τους, ενώ ο θετικός πόλος του πρώτου και ο αρνητικός πόλος του τελευταίου θα συνδέονται με τον αντιστροφέα με πολύκλινα μονοπολικά καλώδια ισχύος.

Για να πραγματοποιηθεί η σύνδεση των πολύκλωνων καλωδίων των πλαισίων, τόσο με τα πλαίσια, όσο και με τον αντιστροφέα θα χρησιμοποιηθούν ειδικοί σύνδεσμοι MC4.

Η όδευση των καλωδίων DC θα πραγματοποιηθεί μέσω κατάλληλης σχάρας βαρέως τύπου κατάλληλων διαστάσεων (σύμφωνα με την αντίστοιχη ΕΤΕΠ) και με επιπλέον διαθέσιμο χώρο 30%. Οι σχάρες είναι στηριγμένες επί του δώματος και σε απόσταση 10cm από το έδαφος. Τυχόν μεμονωμένες οδεύσεις καλωδίων από κάθε στοιχειοσειρά θα πραγματοποιηθούν εντός εύκαμπτου πλαστικού σωλήνα βαρέως τύπου κατάλληλης διατομής.

Για τη σύνδεση των αντιστροφών με τον πίνακα θα χρησιμοποιηθούν καλώδια τύπου AC. Τα καλώδια θα πρέπει να είναι κατάλληλα για τάσεις λειτουργίας 600V και 1.000V. Οι αγωγοί ουδέτερου και προστασίας θα πρέπει να διαθέτουν χρωματισμό σύμφωνα με την ελληνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία.

7.3.6 Μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας

Το πανεπιστήμιο όντας αυτοπαραγωγός, δύναται να χρησιμοποιεί την παραγόμενη στις εγκαταστάσεις του ηλεκτρική ενέργεια για την κάλυψη των ιδίων αναγκών κατανάλωσης. Ως εκ τούτου οι εγκαταστάσεις παραγωγής και κατανάλωσης του αυτοπαραγωγού οφείλουν να είναι συνδεδεμένες ηλεκτρικά. Η παράλληλη λειτουργία, των συστημάτων αυτοπαραγωγής με το δίκτυο, υλοποιείται μέσω της υφιστάμενης σύνδεσης με το δίκτυο, δηλαδή μέσω της προϋπάρχουσας παροχής της εγκατάστασης κατανάλωσης.

Προκειμένου να συνδεθεί το φωτοβολταϊκό σύστημα θα χρειαστεί μετρητής, καταγραφής της παραγωγής και της κατανάλωσης. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του μετρητή θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τη νομοθεσία.

7.3.7 Γείωση του συστήματος

Το φωτοβολταϊκό σύστημα θα γειωθεί μέσω ισοδυναμικής σύνδεσης όλων των αγώγιμων στοιχείων με το πλησιέστερο αγωγό του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας.

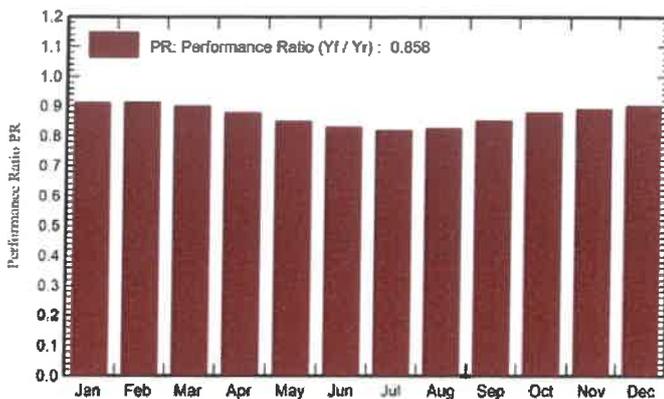
7.4 Ενεργειακή Προσέγγιση

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που έγιναν με κατάλληλο πρόγραμμα (PVsyst), η αναμενόμενη παραγωγή του φωτοβολταϊκού συστήματος ανά μήνα εμφανίζεται στον επόμενο πίνακα (Πίνακας 7.2).

Πίνακας 7.2 Αναμενόμενη παραγωγή ενέργειας φωτοβολταϊκού συστήματος ανά έτος

Μήνας	Παραγωγή (kWh)
Ιαν	5.326
Φεβ	7.691
Μαρ	10.965
Απρ	13.327
Μαΐ	16.253
Ιουν	17.716
Ιουλ	17.470
Αυγ	16.247
Σεπ	12.917
Οκτ	8.722
Νοε	5.626
Δεκ	4.288
Σύνολο	136.549

Performance Ratio PR



Εικόνα 7.8 Αναμενόμενη Μηνιαία Παραγωγή

Θεσσαλονίκη, 15/10/2024

Μελετητής Η/Μ Εργασιών



Δημητρίου Ν. Δημήτριος
Μηχανολόγος Μηχανικός

Θεσσαλονίκη, 15/10/2024

Μελέτη Οικοδομικών Εργασιών

Τμήμα Προγραμματισμού και Μελετών

Ελισάβετ Τσόγκα
Πολιτικός Μηχανικός

Θεσσαλονίκη, 15/10/2024

Επιβλέπουσες Μηχανικοί

Ελένη Κωστοπούλου
Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

Κωνσταντίνα Δημητρίου
Πολιτικός Μηχανικός

Θεσσαλονίκη, 15/10/2024

Η Προϊσταμένη
του Τμήματος
Προγραμματισμού και Μελετών

Ελισάβετ Τσόγκα
Πολιτικός Μηχανικός

Θεσσαλονίκη, 15/10/2024

Η Προϊσταμένη
της Δ/σης Προγραμματισμού,
Μελετών και Εκτέλεσης Έργων

Στυλιανή Τζανάκη
Μηχανολόγος Μηχανικός
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ

Γνωμοδοτεί θετικά (συνεδρίαση... 25/11/2024)

Θεσσαλονίκη, 12/10/2024
ΓΡΑΜΜΑΤΕΑΣ Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ