

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΜΕ
ΞΕΧΩΡΙΣΤΟ ΞΕΝΩΝΑ ΚΑΙ ΠΙΣΙΝΑ**



ΟΝΟΜ/ΝΥΜΟ : ΜΕΪΝΤΑΝΗΣ ΜΑΡΚΕΛΛΟΣ
ΑΜ : 7488

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ
ΠΑΤΡΑ 2022

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου (Πρώην Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας). Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής, αναλύονται τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα που χρησιμοποιούνται σε δύο κατοικίες που πρόκειται να ανεγερθούν, μαζί και πισίνα. Στόχος μας είναι η καλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας σε συνδυασμό με την βέλτιστη άνεση στο χώρο. Πρόκειται να αναλυθούν τα συστήματα που θα τοποθετηθούν, η τρόποι υπολογισμού και η κανονισμοί που ισχύουν. Θα παρουσιαστούν επίσης οι τεχνικές προδιαγραφές, η ενεργειακή επιθεώρηση των κτηρίων όσον αφορά τον σκιασμό τους από πλαϊνά και απέναντι εμπόδια, τα δομικά υλικά όπου χρησιμοποιήθηκαν στις τοιχοποιίες κ.α.

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή Ιωάννη Καλογήρου, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, που με δέχτηκε για την παρούσα πτυχιακή και για την βοήθεια του για την υλοποίηση και ολοκλήρωση της και επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους IB Engineers για την υπομονή και τις πολύτιμες γνώσεις που μου δώσανε για να ανταπεξέλθω εξ' ολοκλήρου στο παρόν έργο κατά την διάρκεια της πρακτικής μου άσκησης

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Φοιτητής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο Φοιτητής
(Ονοματεπώνυμο)

.....
(Υπογραφή)

Ο σπουδαστής

ΜΕΪΝΤΑΝΗΣ
ΜΑΡΚΕΛΛΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί την μελέτη ανέγερσης δύο κτιρίων στο στάδιο της οικοδομικής αδείας, θα χρησιμοποιηθεί η Τεχνική Οδηγία Τ.Ε.Ε. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε) για την εύρεση των ελαχίστων προδιαγραφών που απαιτούνται στα παρόντα κτίρια. Οι μέθοδοι υπολογισμού που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι DIN, ASHRAE κλπ. Τα προγράμματα που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι 4M ADAPTMANAGER, AutoCAD, EraCAD και LATS-HVAC. Η εργασία θα ασχολείται με την ανάλυση και σχεδίαση των συστημάτων Θέρμανσης, Ψύξης, Ζεστού Νερού Χρήσης, Θέρμανσης Πισίνας, Ύδρευσης, Αποχέτευσης.

Ο σκοπός είναι να έχουμε ένα συνδυασμό από σύγχρονα συστήματα τα οποία θα μας παρέχουν άνεση στο χώρο για ένα ιδανικό κλίμα. Ένας επιπλέον στόχος είναι η καλαισθητική το οποίο σημαίνει ότι θέλουμε τα συστήματα να είναι κρυφά, να μην φαίνονται σωλήνες και καλώδια.

1^ο Κεφάλαιο, Αναλύονται οι μελέτες των θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων χρησιμοποιώντας το υπολογιστικό πρόγραμμα της 4M (ADAPT MANAGER).

2^ο Κεφάλαιο, Αναλύεται η μελέτη κλιματισμού, το σύστημα VRV, ο τρόπος λειτουργίας του και αποδόσεις, μαζί και αποτύπωση σε κατόψεις των χώρων.

3^ο Κεφάλαιο, Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύουμε το σύστημα θέρμανσης του κτηρίου, το ενδοδαπέδιο σύστημα, γίνεται παρουσίαση των υπολογισμών και η αποτύπωση σε κατόψεις

4^ο Κεφάλαιο, Εδώ ασχολούμαστε με την κολυμβητική δεξαμενή, γίνονται οι υπολογισμοί που χρειάζονται.

5^ο Κεφάλαιο, Σε αυτό το κεφάλαιο μιλάμε για το σύστημα ύδρευσης, δίνονται οι υπολογισμοί και αποτύπωση των σωληνώσεων σε κάτοψη

6^ο Κεφάλαιο, Ανάλυση του συστήματος αποχέτευσης μαζί με υπολογισμούς και αποτύπωση σε κατόψεις.

7^ο Κεφάλαιο, Εδώ γίνεται η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου, μαζί με την τεχνική έκθεση και τους υπολογισμούς

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	i
Περίληψη.....	ii

Κεφάλαιο 1

Θερμικές Απώλειες & Ψυκτικά Κέρδη

1.1 Εισαγωγή στις θερμικές απώλειες.....	1
1.2 Κανονισμοί Υπολογισμών.....	1
1.3 Παραδοχές και Κανόνες Υπολογισμών.....	2
1.4 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων.....	3
1.5 Εισαγωγή στα ψυκτικά φορτία.....	9
1.6 Παραδοχές και Κανόνες Υπολογισμών.....	9
1.7 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων.....	16

Κεφάλαιο 2

Συστήματα Κλιματισμού-Αντλία Θερμότητας VRV

2.1 Γενικές Πληροφορίες για το VRF.....	17
2.2 Πως Λειτουργεί το σύστημα VRF.....	18
2.3 Ενδεικτικό σύστημα ψύξης.....	18
2.4 Τοποθέτηση Μηχανημάτων & σωληνώσεων.....	21

Κεφάλαιο 3

Σύστημα Θέρμανσης

3.1 Βασικές Πληροφορίες Συστήματος.....	28
3.2 Παραδοχές & Κανόνες Υπολογισμών.....	29
3.3 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων.....	32

Κεφάλαιο 4

Μελέτη Κολυμβητικών Δεξαμενών

4.1 Μελέτη Κολυμβητικών Δεξαμενών.....	36
--	----

Κεφάλαιο 5

Μελέτη Υδραυλικής Εγκατάστασης

5.1 Εισαγωγή.....	39
-------------------	----

5.2 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων.....	41
-----------------------------------	----

Κεφάλαιο 6

Μελέτη Αποχέτευσης

6.1 Εισαγωγή.....	45
6.2 Παραδοχές & Κανόνες Υπολογισμών.....	46
6.3 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων.....	48

Κεφάλαιο 7

Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης

7.1 Γενική Περιγραφή Κτηρίου.....	53
7.2 Γενικά Στοιχεία Κτηρίου.....	54
7.3 Τοπογραφία Οικόπεδου Κτηρίου.....	54
7.4 Χωροθέτηση Κτηρίου στο Οικόπεδο.....	55
7.5 Χωροθέτηση Λειτουργιών στο Κτήριο.....	56
7.6 Φυσικός Φωτισμός.....	56
7.7 Έλεγχος Θερμομονωτικής Επάρκειας Δομικών Στοιχείων Κτηρίου.....	56
7.8 Γενικά Στοιχεία Κτηριακού Κελύφους.....	60
7.9 Έλεγχος Θερμομονωτικής Επάρκειας αδιάφανων δομικών στοιχείων.....	60
7.10 Υπολογισμός Συντελεστών θερμοπερατότητας αδιάφανων.....	61
7.11 Έλεγχος Θερμομονωτικής επάρκειας διάφανων δομικών στοιχείων Κτηρίου.....	69
7.12 Υπολογισμός Συντελεστών Θερμοπερατότητας & Συντελεστών Ηλιακών Κερδών Διάφανων Δομικών Στοιχείων.....	71
7.13 Έλεγχος Θερμομονωτικής Επάρκειας Κτηρίου.....	74
7.14 Τεκμηρίωση Ελαχίστων Προδιαγραφών & Σχεδιασμού.....	75
7.15 Σχεδιασμός Συστήματος παραγωγής ΖΝΧ.....	78
7.16 Αποτελέσματα Υπολογισμών.....	82
7.17 Ενεργειακή Κατάταξη Κτηρίου.....	83

Βιβλιογραφία.....	85
--------------------------	-----------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ & ΨΥΚΤΙΚΑ ΚΕΡΔΗ

1.1 Εισαγωγή στις Θερμικές απώλειες

Η βάση μίας μελέτης θέρμανσης είναι ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών του κτιρίου. Στόχος μας είναι η διατήρηση της θερμοκρασίας του χώρου στους 20-21 °C για να υπάρχει άνεση χωρίς την αίσθηση της έντονης θερμοκρασίας. Οι θερμικές απώλειες είναι μία απλή έννοια η οποία μας λέει ότι όταν τα σε διεπαφή σώματα έχουν διαφορετική θερμοκρασία τότε υπάρχει μία μεταφορά θερμότητας από το πιο ζεστό στο πιο ψυχρό, αυτό είναι ένα φυσικό φαινόμενο, στη συγκεκριμένη περίπτωση το κτιριο μας είναι το θερμό σώμα και το έξω περιβάλλον είναι το ψυχρό.

1.2 Κανονισμοί Υπολογισμών

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με τη μεθοδολογία DIN 4701/77 και τις 2421/86 (μέρος 1 & 2) και 2427/86 TOTEE. Η διαδικασία για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών ενός χώρου είναι η ακόλουθη:

1. Καθορισμός εξωτερικών συνθηκών.
2. Καθορισμός εσωτερικών συνθηκών χώρου.
3. Καθορισμός θερμοκρασίας γειτονικών μη θερμαινόμενων χώρων.
4. Επιλογή συντελεστών θερμοπερατότητας και υπολογισμός θερμικών απωλειών τοίχων, δαπέδων, οροφών και ανοιγμάτων.
5. Υπολογισμός θερμικού φορτίου λόγω αερισμού.
6. Υπολογισμός συνολικών θερμικών απωλειών.

1.3 Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών

Με βάση το DIN 4701, οι θερμικές απώλειες ενός χώρου συνίστανται από:

α) Απώλειες θερμοπερατότητας Q_o , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία (τοίχοι, ανοίγματα, δάπεδα, οροφές κλπ.).

β) Απώλειες λόγω προσαυξήσεων.

γ) Απώλειες αερισμού χώρου Q_L .

1) Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_o = kx f \chi (t_i - t_a) = \frac{F(t_i - t_a)}{1/k} \text{ σε w (ή Kcal/h)}$$

όπου:

Q_o : Απώλειες θερμότητας (W ή Kcal/h).

F: Επιφάνεια του δομικού τμήματος (m^2).

k: Συντελεστής θερμοπερατότητας ($W/m^2 K$ ή $Kcal/m^2 h ^\circ C$).

$1/k$: Αντίσταση θερμοπερατότητας.

t_i : Θερμοκρασία χώρου ($^\circ C$).

t_a : Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα ($^\circ C$).

2) Οι προσαυξήσεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

3) Προσαύξηση Z_H για την επίδραση του προσανατολισμού:

$Z_H = -5$ για N, ΝΔ, ΝΑ $Z_H = +5$ για Β, ΒΔ, ΒΑ και $Z_H = 0$ για Δ και Α.

4) Προσαύξηση $Z_U + Z_A = Z_D$ λόγω διακοπής λειτουργίας και ψυχρών εξωτερικών τοίχων. Η προσαύξηση Z_D προσδιορίζεται με βάση το $D = Q_o / (F_{ges} \times \Delta t)$, όπου F_{ges} η συνολική επιφάνεια που περιβάλλει το χώρο, και τις ώρες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, σύμφωνα με τον πίνακα:

Z_D για DIN77			
	Τιμή D		
Τρόπος Λειτουργίας	0.1-0.29	0.30-0.69	0.70-1.49

0 ώρες διακοπής	7	7	7
8-12 ώρες διακοπής	20	15	15
12-16 ώρες διακοπής	30	25	20

Πίνακας 1, Τιμή Z_D

Επομένως οι θερμικές απαιτήσεις μαζί με τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_o (1 + Z_D + Z_H) = Q_o \times Z \quad (\text{W ή Kcal/h})$$

5) Οι απώλειες αερισμού Q_L υπολογίζονται εναλλακτικά από τη σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

$$Q_L = V \times \rho \times c (t_i - t_a) \quad (\text{W ή Kcal/h}).$$

όπου:

V: Όγκος εισερχομένου αέρα (m^3/s).

c: Ειδική θερμότητα του αέρα (Kj/g K).

ρ : Πυκνότητα του αέρα (kg/m^3).

1.4 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Για οικονομία χρόνου και χώρου δεν θα παρουσιαστούν αναλυτικά όλα τα δωμάτια σε πίνακες. Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

α) Στο επάνω μέρος του πίνακα παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία που έχουν απώλειες λόγω θερμοπερατότητας με τα χαρακτηριστικά τους. Οι στήλες του πίνακα αντιστοιχούν στα ακόλουθα μεγέθη:

- Είδος επιφάνειας (πχ. **T**=τοίχος, **A**=Ανοιγμα, **O**=οροφή **Δ**=Δάπεδο)
- Προσανατολισμός
- Γειτνιάζων χώρος
- Πάχος
- Μήκος
- Ύψος ή πλάτος
- Επιφάνεια
- Αριθμός όμοιων επιφανειών
- Συνολική Επιφάνεια
- Αφαιρούμενη Επιφάνεια
- Επιφάνεια Υπολογισμών
- Συντελεστής k
- Ισοδύναμος Συντελεστής k
- Διαφορά Θερμοκρασίας Δt
- Καθαρές Θερμικές Απώλειες

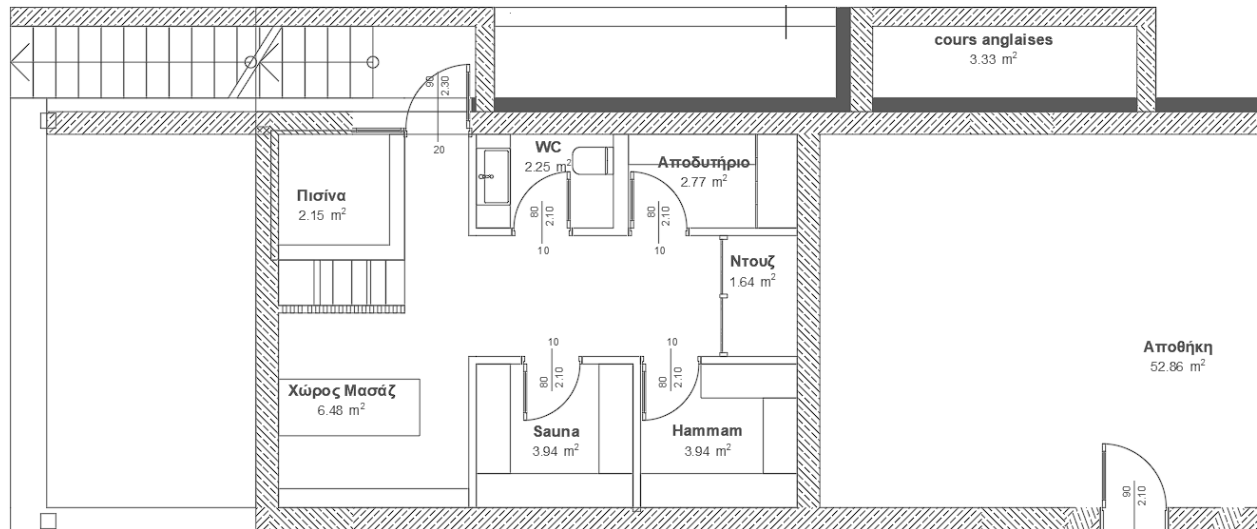
β) στο κάτω μέρος του πίνακα συμπληρώνονται οι προσαυξήσεις και οι απώλειες αερισμού, με πλήρη ανάλυση.

Πόλη	Ναύπλιο
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	0
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	4
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού	DIN77
Σύστημα Μονάδων	Watt

Πίνακας 2, Στοιχεία Κτηρίου

Επίπεδο: ΥΠΟΓΕΙΟ

Χώρος: ΛΟΥΤΡΟ



Σχήμα 1, Κάτοψη Λουτρού

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m²)	Συνολ. Επιφάν. (m²)	Αφαιρ. Επιφάν. (m²)	Επιφάν. Υπολ. (m²)	Συντελ. k (Watt/m²K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
E1	ΒΑ		1.66	2.80	4.65	4.65	1.76	2.89	1.30	10.00	37.57
A1	ΒΑ	α	0.80	2.20	1.76	1.76		1.76	2	20.00	70.40
T1	ΝΑ		4	2.80	11.20	11.20		11.20	0.55	20.00	123.2
T2	ΝΔ		1.56	2.80	4.37	4.37		4.37	1.30	20.00	113.6
E1	ΒΔ		4	2.80	11.20	11.20		11.20	1.30	10.00	145.6
Δ1	ΦΕ		7.53	1	7.53	7.53		7.53	1.10	10.00	82.83

Πίνακας 3

Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_0 = 573 \text{ Watt}$

Συνολική Προσαύξηση $ZD+ZH = 20 \% = 115 \text{ Watt}$

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T = Q_0 \times (1+ZD+ZH) = 688 \text{ Watt}$

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L = \sum Q_{Ai}$ ($Q_{Ai} = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z\Gamma$) = 113.0 Watt

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \times \rho \times c \times \Delta t = 28.44 \text{ Watt}$

Όγκος χώρου $V = 7.53 \times 1 \times 2.80 = 21 \text{ m}^3$

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n = 0.2$

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ}$ = $Q_T + Q_L = 829 \text{ Watt}$

Επίπεδο : ΥΠΟΓΕΙΟ

Ονομασία Χώρου ΧΩΡΟΣ ΜΑΣΑΖ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Συνολ. Επιφάν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφάν. (m ²)	Επιφάν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. Κ (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
E1	B		0.85	2.80	2.38	2.38	0.49	1.89	1.30	10.00	24.57
A2	B	α	0.54	0.90	0.49	0.49		0.49	2	20.00	19.60
T2	B		1.40	2.80	3.92	3.92		3.92	1.30	20.00	101.9
Δ1	ΦΕ		2.16	1	2.16	2.16		2.16	1.10	10.00	23.76

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Συνολ. Επιφάν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφάν. (m ²)	Επιφάν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. Κ (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
E1	B		0.85	2.80	2.38	2.38	1.76	0.62	1.30	10.00	8.06
A1	B	α	0.80	2.20	1.76	1.76		1.76	2	19.00	66.88
T1	Δ		2.57	2.80	7.20	7.20		7.20	0.55	19.00	75.24
T2	N		3	2.80	8.40	8.40		8.40	1.30	19.00	207.5
Δ1	ΦΕ		6.88	1	6.88	6.88		6.88	1.10	10.00	75.68

Πίνακας 4

Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_0 = 452 \text{ Watt}$

Συνολική Προσαύξηση $ZD+ZH = 20 \% = 90$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T = Q_0 \times (1+ZD+ZH) = 542 \text{ Watt}$

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L = \sum Q_{Ai}$ ($Q_{Ai} = \alpha \times S_i \times R_x \times H_x \times \Delta t_x \times Z_i$) = 113.0 Watt

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \times \rho \times c \times \Delta t = 25.99 \text{ Watt}$

Όγκος χώρου $V = 6.88 \times 1 \times 2.80 = 19 \text{ m}^3$

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n = 0.2$

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 681 \text{ Watt}$

Επίπεδο : ΥΠΟΓΕΙΟ

Ονομασία Χώρου WC

Πίνακας 5

Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_o = 170 \text{ Watt}$

Συνολική Προσαύξηση $ZD+ZH = 20\% = 34 \text{ Watt}$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T=Q_o \times (1+ZD+ZH) = 204 \text{ Watt}$

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L=\sum Q_{Ai} (Q_{Ai}=\alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z_{\Gamma}) = 54.26 \text{ Watt}$

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L=V \times \rho \times c \times \Delta t = 8.16 \text{ Watt}$

Όγκος χώρου $V = 2.16 \times 1 \times 2.80 = 6 \text{ m}^3$

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n = 0.2$

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{o\lambda} = Q_T + Q_L = 266 \text{ Watt}$

Συνολικές Απώλειες (Watt)	
	ΥΠΟΓΕΙΟ
ΛΟΥΤΡΟ	829
ΚΕΛΑΡΙ	1695
ΧΩΡΟΣ ΜΑΣΑΖ	681
W/C	266
SAUNA	252
HAMMAM	344
ΑΠΟΔΗΤΗΡΙΟ	180
ΝΤΟΥΖ	102
ΣΥΝΟΛΟ	4349
	ΙΣΟΓΕΙΟ
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	1394
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	370
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3	497
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 4	1353
ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	1152
ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	4603
ΚΟΥΖΙΝΑ	2695
HALL	2786
ΛΟΥΤΡΟ 1	123
ΛΟΥΤΡΟ 2	168
ΣΥΝΟΛΟ	15139
	ΟΡΟΦΟΣ
ΠΑΤΑΡΙ	1600
ΣΟΦΙΤΑ	1729
ΚΛΕΙΣΤΟ ΠΑΤΑΡΙ	434
ΛΟΥΤΡΟ	1694
ΣΥΝΟΛΟ	5457
	ΞΕΝΩΝΑΣ
ΞΕΝΩΝΑΣ	2635
ΛΟΥΤΡΟ	169
ΣΥΝΟΛΟ	2805
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	27750

Πίνακας 6

1.5 Εισαγωγή στα Ψυκτικά Φορτία

Την περίοδο του καλοκαιριού τα θερμικά κέρδη στον χώρο μας είναι υψηλά, αυτό το ποσό θερμότητας μπορεί να παραχθεί ή εισέρθει στο χώρο μας από ηλιακά κέρδη, ηλεκτρικές συσκευές, φωτισμό και την θερμότητα που αποβάλλει το κάθε άτομο, οπότε πρέπει να αφαιρέσουμε μέρος της ώστε οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασία του χώρου να είναι σταθερές εδώ εισάγεται η εννοια των ψυκτικών φορτιών. Ψυκτικό φορτίο είναι ο ρυθμός με τον οποίο πρέπει να απομακρύνεται η θερμότητα από τον χώρο ώστε η θερμοκρασία να παραμένει σταθερή.

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με τη μεθοδολογία της ASHRAE RTS, ακολουθώντας επίσης τις οδηγίες της 2425/86 TOTEE.

1.6 Παραδοχές & Κανόνες Υπολογισμών

Σύμφωνα με την ASHRAE, η διαδικασία υπολογισμού των ψυκτικών φορτιών για κάθε ένα από τα συνιστάμενα φορτία (τοίχοι, οροφές, ανοίγματα, φωτισμός, άτομα, συσκευές κ.τ.λ.) έχει ως ακολούθως:

1. Για κάθε στοιχείο υπολογίζουμε σε 24ώρη βάση όλες τις συνιστώσες του θερμικού κέρδους του για την ημέρα υπολογισμού.
2. Χωρίζουμε τα θερμικά κέρδη σε κέρδη λόγω ακτινοβολίας και λόγω αγωγιμότητας.
3. Εφαρμόζουμε τις χρονικές σειρές ακτινοβολίας για τον υπολογισμό της χρονικής καθυστέρησης στη μετατροπή της ακτινοβολίας σε ψυκτικά φορτία.
4. Προσθέτουμε το θερμικό κέρδος λόγω αγωγιμότητας και το χρονικά μετατοπισμένο (καθυστερημένο) θερμικό κέρδος λόγω ακτινοβολίας ώστε να υπολογίσουμε το ψυκτικό φορτίο για κάθε ώρα και για κάθε ένα από τα συνιστάμενα ψυκτικά φορτία.

Πιο αναλυτικά για κάθε ένα από τα παραπάνω βήματα έχουμε:

1. Υπολογισμός θερμικού κέρδους για τοίχους και οροφές.

Το θερμικό κέρδος από τοίχους και οροφές προκύπτει από την ακόλουθη σχέση:

$$q_{i,\theta-n} = UA(t_{e,\theta-n} - t_{rc})$$

όπου:

$q_{i,\theta-n}$: Θερμότητα λόγω αγωγιμότητας για την επιφάνεια n ώρες νωρίτερα.

U : Συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας επιφάνειας.

A : Εμβαδόν επιφάνειας.

$T_{e,\theta-n}$: Ηλιακή θερμοκρασία αέρα n ώρες νωρίτερα.

T_{rc} : Επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία δωματίου.

Ο υπολογισμός των θερμικών κερδών λόγω αγωγιμότητας για κάθε ώρα γίνεται με την χρήση της χρονικής ακολουθίας αγωγιμότητας στα παραπάνω υπολογισμένα ποσά θερμότητας για τις προηγούμενες 23 ώρες:

$$q_{\theta} = c_0 q_{i,\theta} + c_1 q_{i,\theta-1} + c_2 q_{i,\theta-2} + c_3 q_{i,\theta-3} + \dots + c_{23} q_{i,\theta-23}$$

όπου:

q_{θ} : Ωριαίο θερμικό κέρδος επιφάνειας.

$Q_{i,\theta}$: Θερμότητα λόγω αγωγιμότητας για την ώρα υπολογισμού.

$Q_{i,\theta-n}$: Θερμότητα λόγω αγωγιμότητας n ώρες νωρίτερα.

C_0, c_1 , κτλ. : Συντελεστές ακολουθίας αγωγιμότητας.

II. Υπολογισμός θερμικού κέρδους από το ανοίγματα

Το θερμικό κέρδος των ανοιγμάτων χωρίζεται σε τρία μέρη:

$$q_b = A E_{t,b} SHGC(\theta) IAC(\theta, \Omega)$$

$$q_d = A (E_{t,d} + E_{t,r}) <SHGC>_D IAC_D$$

$$q_c = AU(T_{out} - T_{in})$$

όπου:

q_b : Θερμικό κέρδος άμεσης ακτινοβολίας

A: Επιφάνεια ανοίγματος.

$E_{t,b}$: Άμεση επιφανειακή ακτινοβολία.

SHGC(θ): Συντελεστής άμεσου ηλιακού θερμικού κέρδους.

IAC(θ, Ω): Εσωτερικός ηλιακός συντελεστής εξασθένησης της άμεσης ακτινοβολίας.

Q_d : Θερμικό κέρδος διάχυτης ακτινοβολίας

A : Επιφάνεια ανοίγματος, (m^2).

$E_{t,d}$: Διάχυτη ακτινοβολία αέρα.

$E_{t,r}$: Διάχυτη ακτινοβολία αντανάκλασης εδάφους.

$\langle SHGC \rangle_D$: Συντελεστής διάχυτου ηλιακού θερμικού κέρδους.

IAC_D : Εσωτερικός ηλιακός συντελεστής εξασθένησης της διάχυτης ακτινοβολίας.

Q_c : Θερμικό κέρδος λόγω αγωγιμότητας

A : Επιφάνεια ανοίγματος, (m^2).

U : Συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας ανοίγματος περιλαμβάνοντας το πλαίσιο και τον προσανατολισμό τοποθέτησης.

T_{out} : Εξωτερική θερμοκρασία, ($^{\circ}C$).

T_{in} : Εσωτερική θερμοκρασία, ($^{\circ}C$).

Συνολικό θερμικό κέρδος ανοίγματος Q:

$$Q = q_b + q_d + q_c$$

III. Υπολογισμός εσωτερικών θερμικών κερδών

- Φωτισμός

Τα θερμικά κέρδη λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον ακόλουθο τύπο:

$$q_{el} = W F_{ul} F_{sa}$$

όπου:

q_{el} : Θερμικό κέρδος.

W : Ισχύς φωτιστικού.

F_{ul} : Συντελεστής φωτισμού.

F_{sa} : Ειδικός παράγοντας φωτισμού.

- **Ατομα**

Το θερμικό κέρδος λόγω ατόμων αποτελείται από αισθητό και λανθάνον φορτίο. Για τον υπολογισμό των φορτίων χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες σχέσεις:

$$q_s = q_{s, per} N$$

$$q_l = q_{l, per} N$$

όπου:

q_s : Αισθητό φορτίο λόγω ατόμων.

q_l : Λανθάνον φορτίο λόγω ατόμων.

$q_{s, per}$: Αισθητό φορτίο ανά άτομο.

$q_{l, per}$: Λανθάνον φορτίο ανά άτομο.

N : Αριθμός ατόμων

- **Συσκευές**

Όπως το φορτίο από τα άτομα έτσι και το φορτίο από τις συσκευές διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις υπολογισμού είναι οι παρακάτω:

$$q_s = Q_s \times F_U \times F_{Rz}$$

$$q_l = Q_l \times N$$

q_s : Αισθητό θερμικό κέρδος συσκευής.

Q_l : Λανθάνον θερμικό κέρδος συσκευής.

Q_s : Αισθητό φορτίο συσκευής.

$Q_{l,}$: Λανθάνον φορτίο συσκευής.

F_U : Συντελεστής χρήσης συσκευής.

F_R : Συντελεστής ακτινοβολίας συσκευής.

N : Αριθμός συσκευών.

- **Αερισμός**

Το θερμικό κέρδος λόγω αερισμού αποτελείται από αισθητό και λανθάνον φορτίο. Για τον υπολογισμό των φορτίων χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες σχέσεις:

$$q_s = 1.23 Q_s \Delta t$$

$$q_l = 3010 Q_s \Delta W$$

όπου:

q_s : Αισθητό φορτίο λόγω αερισμού.

Q_l : Λανθάνον φορτίο λόγω αερισμού.

Q_s : Όγκος εισερχόμενου αέρα, (m^3/s).

Δt : Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου αέρα, ($^{\circ}C$).

ΔW : Διαφορά λόγου υγρασίας μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου αέρα, (kg υγρασίας / kg ξ.α.).

IV. Συνολικά Ψυκτικά Φορτία

Το στιγμιαίο ψυκτικό φορτίο του χώρου υπολογίζεται σύμφωνα με τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$Q_s = \Sigma Q_{i,r} + \Sigma Q_{i,c}$$

$$Q_i = \Sigma q_{i,l}$$

όπου:

Q_s : Αισθητό ψυκτικό φορτίο χώρου.

Q_i : Λανθάνον ψυκτικό φορτίο χώρου.

$\Sigma Q_{i,r}$: Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω ακτινοβολίας για την τρέχουσα ώρα, υπολογιζόμενο από το θερμικό κέρδος του στοιχείου i .

$\Sigma Q_{i,c}$: Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω αγωγιμότητας για την τρέχουσα ώρα, υπολογιζόμενο από το θερμικό κέρδος του στοιχείου i .

$Q_{i,l}$: Λανθάνον θερμικό κέρδος του στοιχείου i .

1.7 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος : 1

Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.
T1	Δ	0.45	5.90	2.50	14.75	14.75	11.75	3.00		ΣΚΙΑ
A2	Δ	2	4.70	2.50	11.75	11.75		11.75		ΣΚΙΑ
T1	B	0.45	4.72	2.50	11.80	11.80		11.80		
T1	N	0.45	3.60	2.50	9.00	9.00	2.10	6.90		
A2	N	2	1	2.10	2.10	2.10		2.10		

Πίνακας 7

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ώρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8:00 πμ	9:00 πμ	10:00 πμ	11:00 πμ	12:00 πμ	1:00 μμ	2:00 μμ	3:00 μμ	4:00 μμ	5:00 μμ	6:00 μμ
T1	3.00	5	5	9	13	17	21	23	24	23	32	40
A2	11.75	483	548	652	754	859	928	954	949	898	1534	2268
T1	11.80	17	21	36	52	69	82	90	93	90	89	93
T1	6.90	-1	15	39	62	81	91	93	86	70	54	42
A2	2.10	53	94	171	259	327	356	341	286	214	165	124

Πίνακας 8

Επίπεδο:ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος: 2

Ονομασία: ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
T1	N	0.45	3.60	2.50	9.00	1	9.00	2.63	6.37
A2	N	2	1.25	2.10	2.63	1	2.63		2.63

Πίνακας 9

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ώρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8:00 πμ	9:00 πμ	10:00 πμ	11:00 πμ	12:00 πμ	1:00 μμ	2:00 μμ	3:00 μμ	4:00 μμ	5:00 μμ	6:00 μμ
T1	6.37	-1	14	36	58	75	84	86	79	65	50	38
A2	2.63	66	118	215	325	409	446	427	359	269	207	155

Πίνακας 10

Επίπεδο:ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος: 2

Ονομασία: ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3

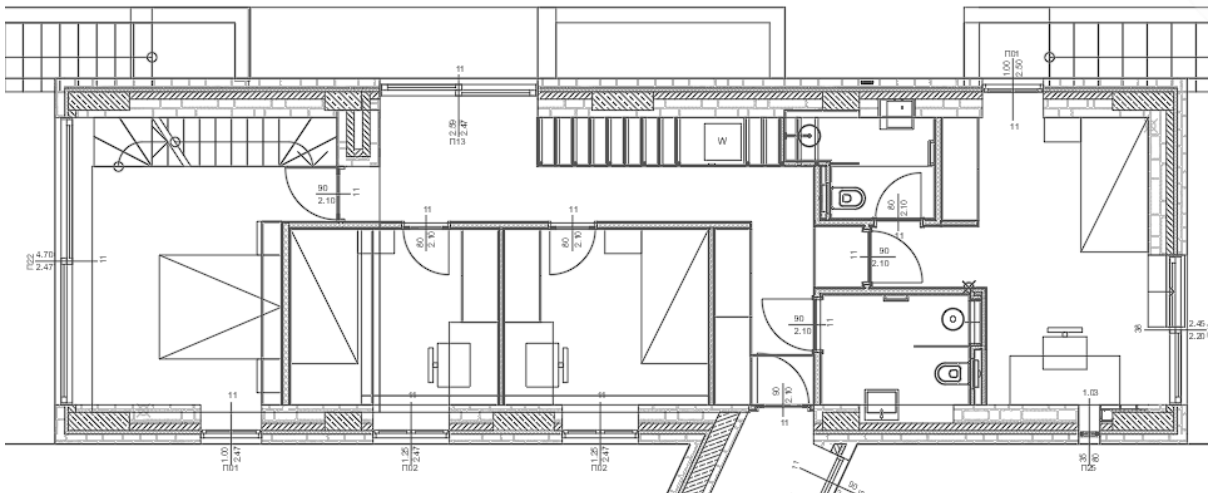
Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
T1	N	0.45	3.50	2.50	8.75	8.75	2.63	6.12
A2	N	2	1.25	2.10	2.63	2.63		2.63
Δ2	E	0.9	9.86	1	9.86	9.86		9.86

Πίνακας 11

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ώρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8:00 πμ	9:00 πμ	10:00 πμ	11:00 πμ	12:00 πμ	1:00 μμ	2:00 μμ	3:00 μμ	4:00 μμ	5:00 μμ	6:00 μμ
T1	6.12	-1	13	35	55	72	81	83	76	62	48	37
A2	2.63	66	118	215	325	409	446	427	359	269	207	155
Δ2	9.86	-88	-66	-41	-12	15	35	49	54	49	37	18

Πίνακας 12



Σχήμα 2, Κάτοψη ισογείου, υπνοδωμάτια 1,2,3

Χώρος	Συνολικό φορτίο (με αερισμό) (Watt)	Συνολικό αισθητό φορτίο (με αερισμό) (Watt)	Συνολικό λανθάνον φορτίο (με αερισμό) (Watt)
ΚΕΛΑΡΙ ΓΩΝΙΑΚΟ	1703.8	1578.0	125.8
ΧΩΡΟΣ ΜΑΣΑΖ	695.1	655.4	39.7
ΑΠΟΔΗΤΗΡΙΟ	109.4	94.0	15.3
ΥΠΔ1	2999.6	2866.8	132.9
ΥΠΝ2	847.1	746.9	100.2
ΥΠΝ3	878.9	778.7	100.2
ΥΠΝ4	1478.7	1342.5	136.2
ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	1178.8	1061.5	117.2
ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	7802.1	7163.4	638.7
ΚΟΥΖΙΝΑ	4915.1	4727.8	187.3
ΧΩΛ	7252.5	7189.5	63.1
ΠΑΤΑΡΙ ΓΩΝΙΑΚΟ	3477.8	3393.8	84.0
ΣΟΦΙΤΑ	4032.2	3910.7	121.5
ΚΛΕΙΣΤΟ ΠΑΤΑΡΙ	630.0	573.8	56.2
ΞΕΝΩΝΑΣ	2984.3	2984.3	0.0
ΣΥΝΟΛΟ	40985.6	39067.2	1918.3

Πίνακας 13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ VRV®

2.1 Γενικές πληροφορίες για το VRF

VRV σημαίνει μεταβαλλόμενος όγκος ψυκτικού (Variable Refrigerant Volume), γνωστό και ως μεταβλητή παροχή ψυκτικού (VRF). Στην ουσία πρόκειται για την καταξιωμένη τεχνολογία αντλίας θερμότητας και inverter της Daikin. Τα συστήματα VRV/VRF παραμένουν τα μόνα επαγγελματικά συστήματα που προσαρμόζουν συνεχώς την ποσότητα του ψυκτικού μέσα στο σύστημα, ώστε να ανταποκρίνεται με ακρίβεια στις απαιτήσεις θέρμανσης ή ψύξης κάθε χώρου, για μέγιστη άνεση και ενεργειακή απόδοση.

Ένα τυπικό σύστημα VRF αποτελείται από μια εξωτερική μονάδα και πολλές εσωτερικές μονάδες. Οι σωληνώσεις του ψυκτικού μέσου συνδέονται μεταξύ τους με συνδέσμους ή αλλιώς joints, που είναι από χαλκό και πάνε από την εξωτερική μονάδα προς τις εσωτερικές.



Εικόνα 1

Ο έλεγχος γίνεται στον κάθε εσωτερικό χώρο ξεχωριστά μέσω ενός ενσύρματου πίνακα ελέγχου, ενώ υπάρχει και η δυνατότητα για ασύρματα τηλεχειριστήρια και κεντρικούς ελεγκτές που επιτρέπουν τον έλεγχο όλων των εσωτερικών χώρων από μία τοποθεσία.

2.2 Πως λειτουργεί το σύστημα VRF

Η λογική λειτουργίας του VRF είναι πλήρως ενσωματωμένη μέσα στο σύστημα και είναι αποκλειστικό για κάθε κατασκευαστή VRF. Το σύστημα λαμβάνει σήμα απο χρήστη για την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου και αυτόματα το σύστημα αρχίζει και αναλύει τις εσωτερικές απαιτήσεις του χώρου και την εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα μπορεί να φτάσει στις επιθυμητές συνθήκες άνεσης με τις βέλτιστες καταναλώσεις ενέργειας.

Όταν το σύστημα μπει σε λειτουργία θα λειτουργήσει τον συμπιεστή στο ακριβές επίπεδο που απαιτείται ανάλογα με τις απαιτήσεις του εσωτερικού χώρου. Όταν κάποια άλλη εσωτερική μονάδα ενεργοποιείται η εξωτερική μονάδα εξετάζει πάλι τις απαιτήσεις από όλους τους χώρους και θα αυξήσει την απόδοση του συμπιεστή σύμφωνα με το απαιτούμενο επίπεδο ζήτησης. Αυτή η διαδικασία συμβαίνει συνεχώς με οποιαδήποτε αλλαγή γίνεται στο σύστημα. Αυτό το σύστημα είναι πλήρως αυτοματοποιημένο και ρυθμίζει την κατανάλωση ρεύματος με βάση τη ζήτηση.

2.3 Ενδεικτικό Σύστημα Ψύξης

Εξωτερική μονάδα VRV

Σαν ενδεικτικός τύπος εξωτερικής μονάδας θα χρησιμοποιήσουμε της εταιρίας LG. Θα χρειαστεί να επιλέξουμε εξωτερική μονάδα για το συστήμα μας. Μέσω των θερμικών κερδών/ψυκτικά φορτία θα επιλέξουμε, θα κάνει και ψύξη αλλά και θέρμανση αλλά όχι παράλληλα χωρίς ανάκτηση θερμότητας/heat recovery. Επίσης το σύστημα κλιματισμού του ξενώνα θα είναι ξεχωριστό αφού είναι ξεχωριστό κτίριο.

Ψυκτικά Φορτία Μεγάλου Κτιρίου: 33.9 kW

Ψυκτικά Φορτία Ξενώνα: 7.0 kW

Μέσω ενός καταλόγου θα επιλέξουμε την κατάλληλη μονάδα με βάσει τις ανάγκες μας.

Ονομασία Μοντέλου	ARUM120LTE5		
Απόδοση	Ψυκτική	33.6	kW
	Θερμική	33.6	kW
Κατανάλωση	Ψυκτική	7.58	kW
	Θερμική	6.85	kW
EER	4.43		
SEER	9.59		
COP	4.91		
SCOP	5.01		

Πίνακας 14

Είναι μία αερόψυκτη μονάδα VRF σχεδιασμένη για το ψυκτικό R-410A που αποτελείται από έναν inverter συμπιεστή με ενσωματωμένο κινητήρα DC inverter ο οποίος θα έχει την δυνατότητα συνεχούς μεταβολής του με αποτέλεσμα τη μεταβολή του παρεχόμενου ψυκτικού όγκου από τον συμπιεστή, για την ακριβέστερη και ταχύτερη ανταπόκριση στο απαιτούμενο φορτίο. Τροφοδοτείται από τριφασικό δίκτυο 380 V / 50 Hz και η θορυβός του δεν ξεπερνά τα 63 Db.



Εικόνα 2

Συμπιεστής

Ο συμπιεστής θα είναι τύπου scroll λόγω της υψηλής θερμοδυναμικής του απόδοσης. Αυτού του τύπου οι συμπιεστές με την μεταβαλλόμενη ταχύτητα μπορούν και λιπαίνονται με λάδι από την διαφορά πίεσης στην αναρρόφηση και την κατάθλιψη. Για να έχουμε καλύτερη μεταβολή του ψυκτικού όγκου θα υπάρχει και ένας DC Inverter κινητήρας ο οποίος θα μπορεί να μεταβάλλει την συχνότητά του. Η μεταβολή αυτή γίνεται σε βήματα, τόσα ώστε η μεταβολή της ψυκτικής απόδοσης να προσεγγίζεται και ως γραμμική.



Εικόνα 3, Συμπιεστής τύπου Scroll

Τα τυλίγματα των κινητήρων θα είναι ειδικά κατασκευασμένα, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η ασφαλής και ομαλή λειτουργία για την αποφυγή κινδύνων λόγω της συνεχούς μεταβαλλόμενης συχνότητας και τάσης. Οι συμπιεστές θα περιλαμβάνουν ηλεκτρικό θερμαντήρα (αντίσταση) στοτροφαλοθαλάμου για την αποφυγή συμπύκνωσης του λαδιού σε χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος.

Πλεονεκτήματα Scroll Συμπιεστή

- Λιγότερα κινούμενα μέρη σε σχέση με παλαιότερες τεχνολογίες.
- Ο συμπιεστής μπορεί να λειτουργήσει χωρίς βοηθητικά συστήματα εκκίνησης.
- Εύκολη συντήρηση και του service λόγω μικρού μεγέθους.
- Απλουστευμένο σύστημα βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης για λιγότερο θόρυβο την ώρα λειτουργίας.

Εσωτερική Μονάδα

Οι εσωτερικές μονάδες που θα επιλεγθούν θα είναι επίτοιχες και κρυφού τύπου σε ψευδοροφή με μικρό ύψος



Εικόνα 4,Εσωτερική Μονάδα επίτοιχου τύπου

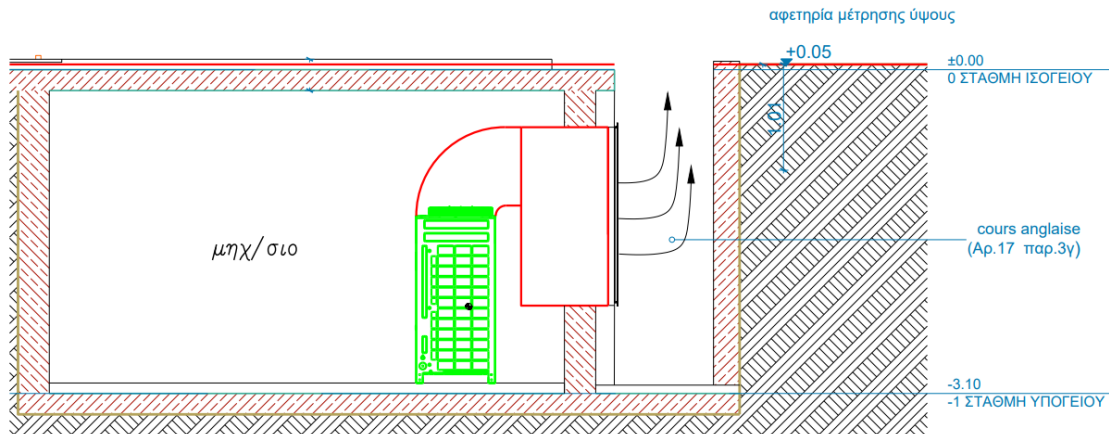
Χαρακτηριστικά:

- Αθόρυβη λειτουργία έως και 21 bBA
- Ισχυρή ροή αέρα
- Στατική πίεση έως και 50 Pa
- Γρήγορα και εύκολη εγκατάσταση
- Έλεγχος μέσω Wi-fi

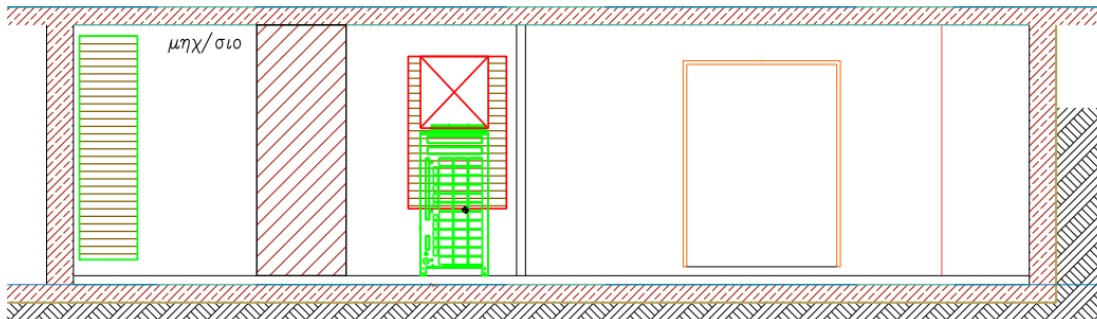
2.4 Τοποθέτηση Μηχανημάτων & Σωληνώσεων

Η τοποθέτηση του εξωτερικού μηχανήματος θα γίνει στο μηχανοστάσιο του κτιρίου και θα αερίζεται μέσω αεραγωγού που καταλήγει σε ένα coug anglese, που σημαίνει ότι η μονάδα θα είναι κρυφή και δεν θα φαίνεται κανένα μέρος της, επίσης αυτο

μας προσφέρει περισσότερη ηχομόνωση, τα δωμάτια είναι μακριά από το μηχανοστάσιο οπότε δεν θα υπάρχει θόρυβος. Επιπλέον το κτίριο διαθέτει ένα κελάρι το οποίο πρέπει να έχει μία σταθερή θερμοκρασία στους 17 °C όλη την διάρκεια του χρόνου, οπότε θα μπει και μία δεύτερη εξωτερική μονάδα split μόνο για εκείνο τον χώρο

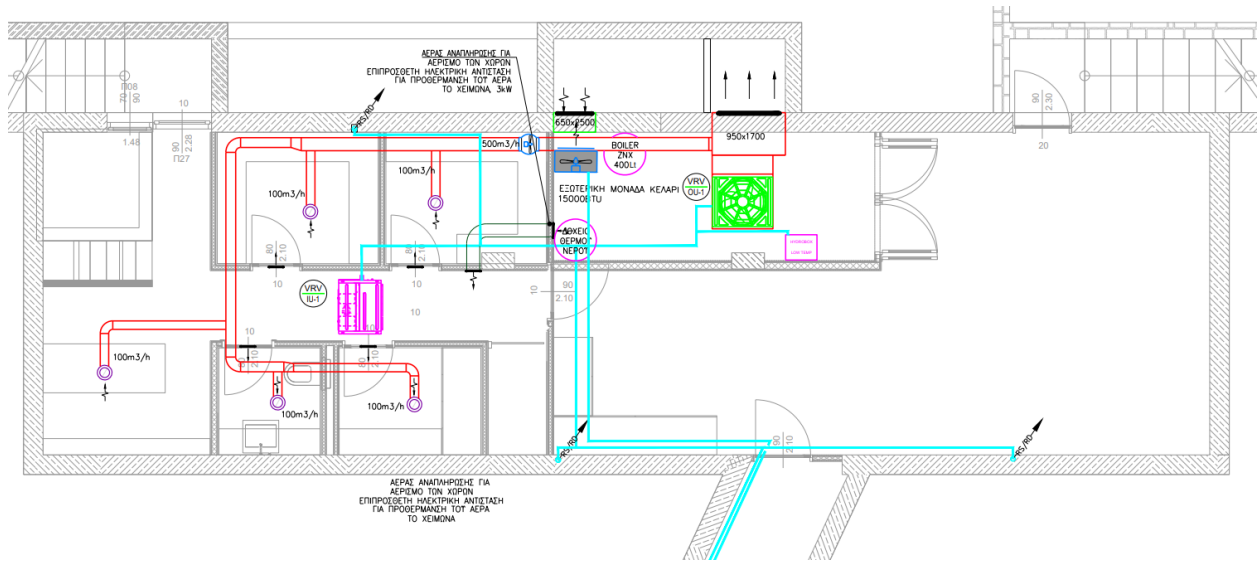


Σχήμα 3, Τομή 1 Μηχανοστασίου, τοποθέτηση VRV



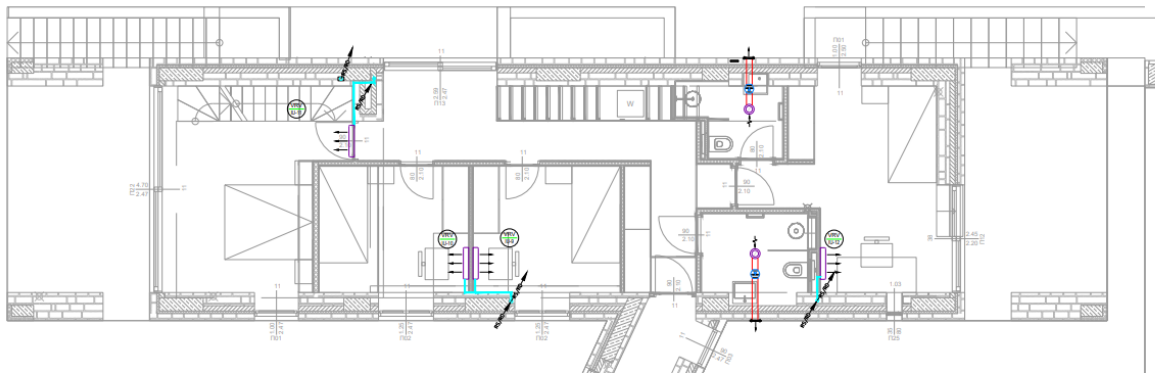
Σχήμα 4, Τομή 2 Μηχανοστασίου, τοποθέτηση VRV

Στις παρακάτω εικόνες θα φανούν τα ακριβή σημεία που είναι τοποθετημένα τα μηχανήματα.

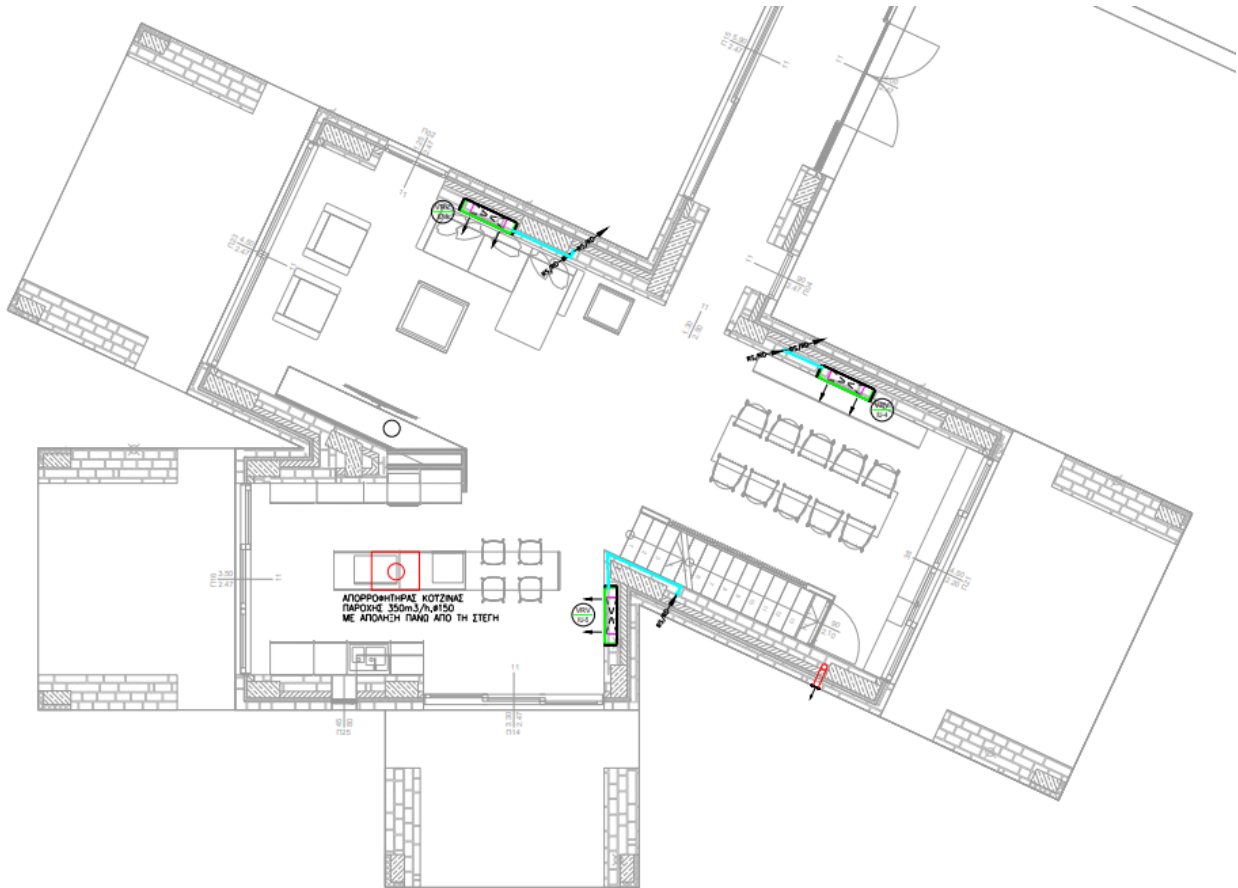


Σχήμα 5, Κάτοψη υπογείου με τα μηχανήματα κλιματισμού, εξαερισμού.

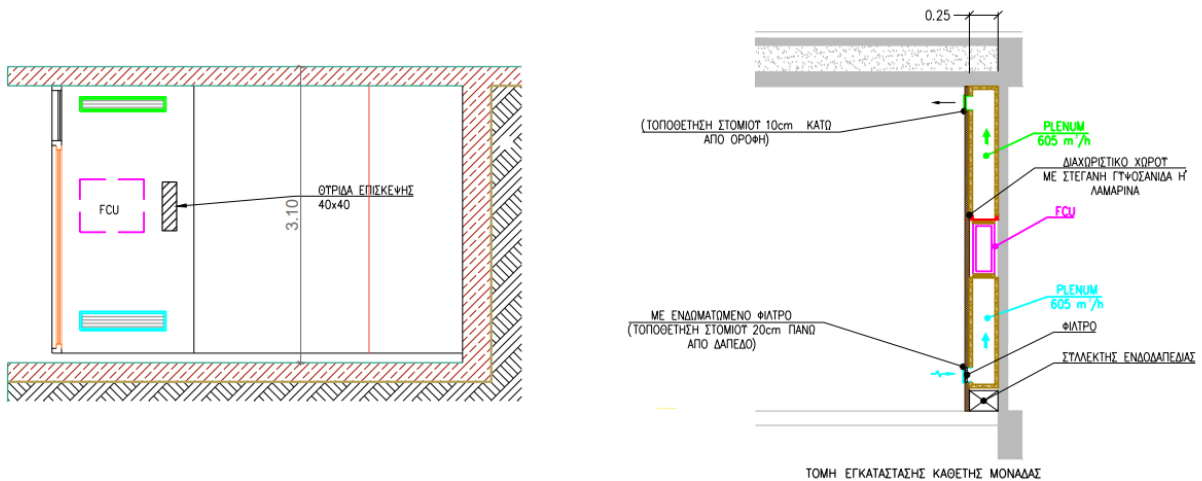
Στην εικόνα φαίνεται η εξωτερική μονάδα VRV, η εξωτερική μονάδα split, 1 hydrobox χαμηλών θερμοκρασιών, 1 εσωτερική μονάδα οροφής που είναι κρυφή στην ψευδοροφή, το Boiler ZNX και δοχείο θερμού νερού που αποθηκεύει ζεστό νερό για την ενδοδαπέδια θέρμανση.



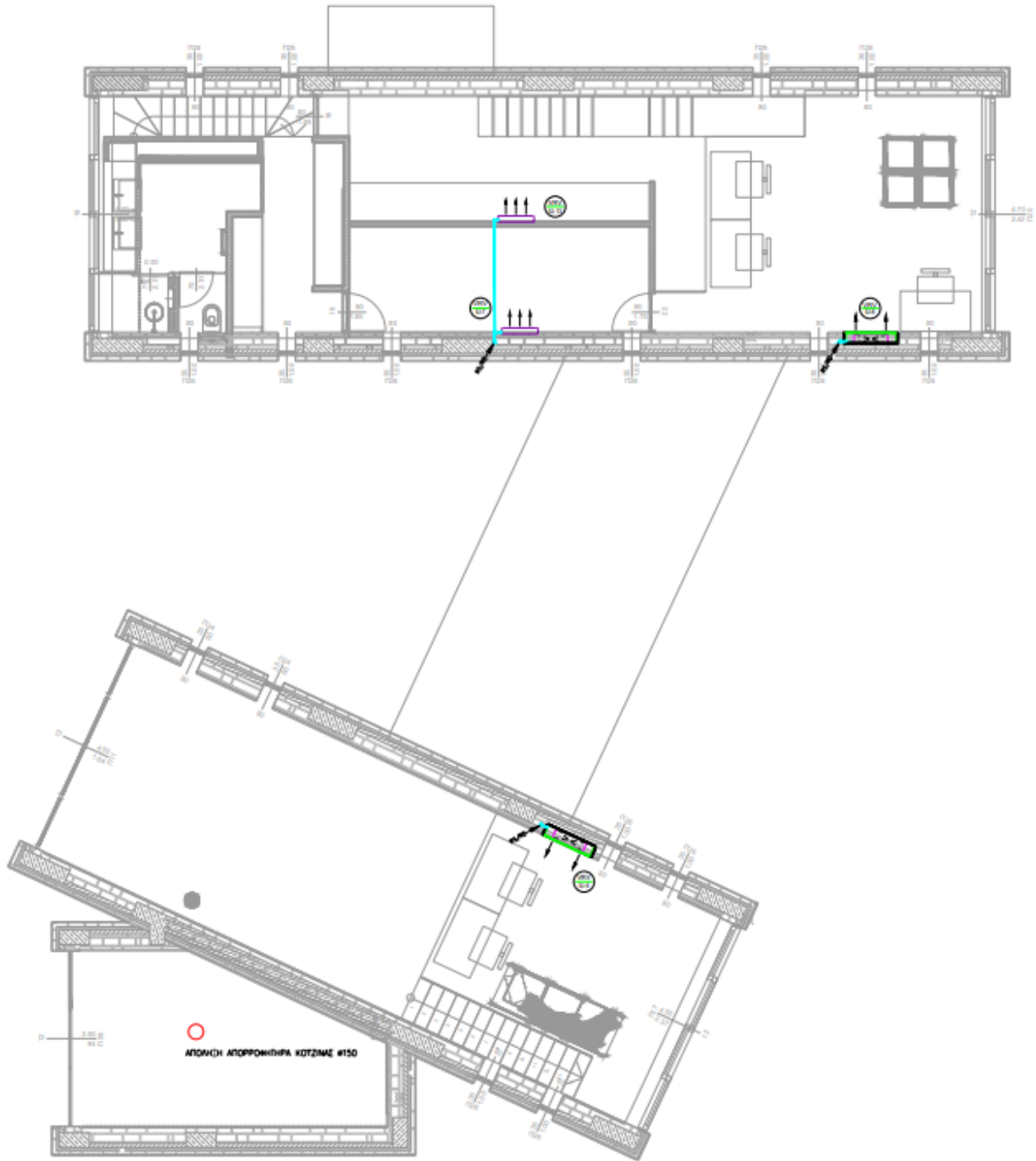
Σχήμα 6, Κάτοψη Ισογείου πάνω μέρος, διαδρομή σωληνώσεων μέσα από τοίχους, κατάληξη στα υπνοδωμάτια με επίτοιχες μονάδες.



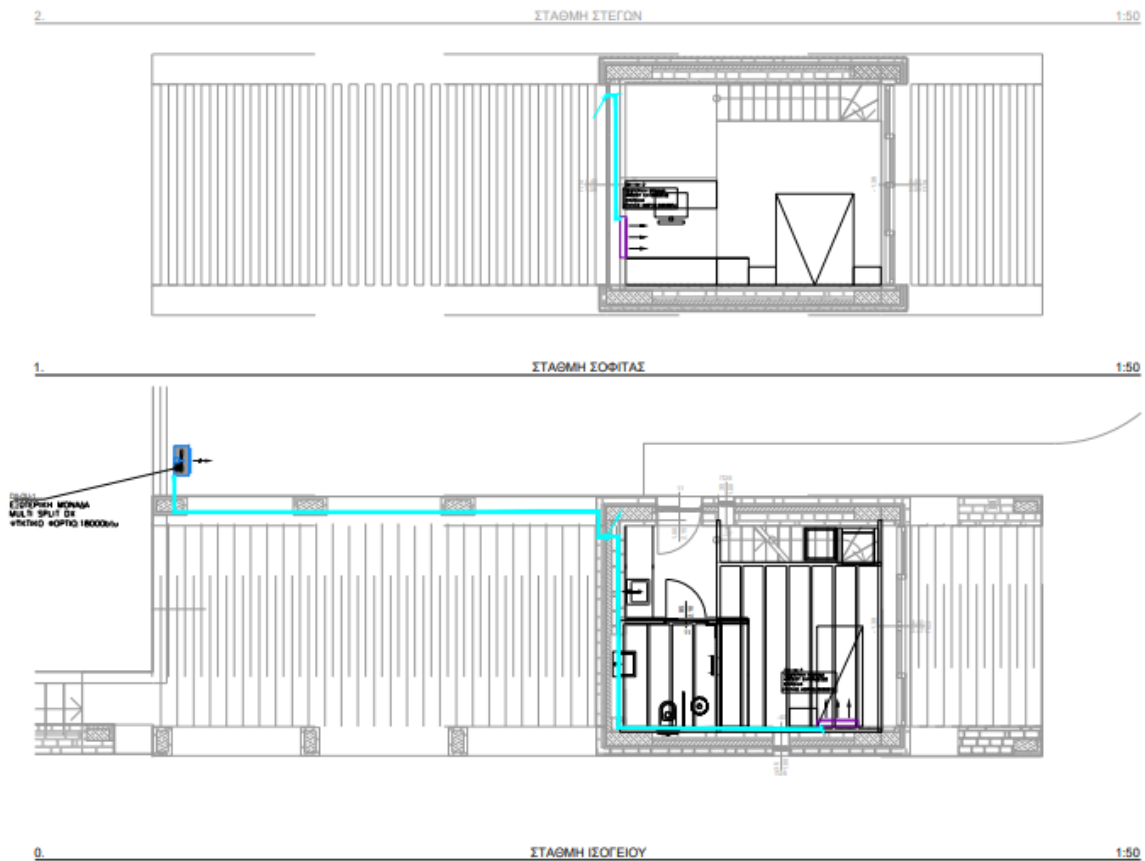
Σχήμα 7, Κάτοψη Ισογείου κάτω μέρος, διαδρομή σωληνώσεων μέσα από τοίχους, κατάληξη σε κουζίνα, σαλόνι και τραπεζαρία με κρυφά fan coil και plenum σε γυψοσανίδα.



Σχήμα 8, Τομή δωματίου και τομή κάθετης μονάδας.



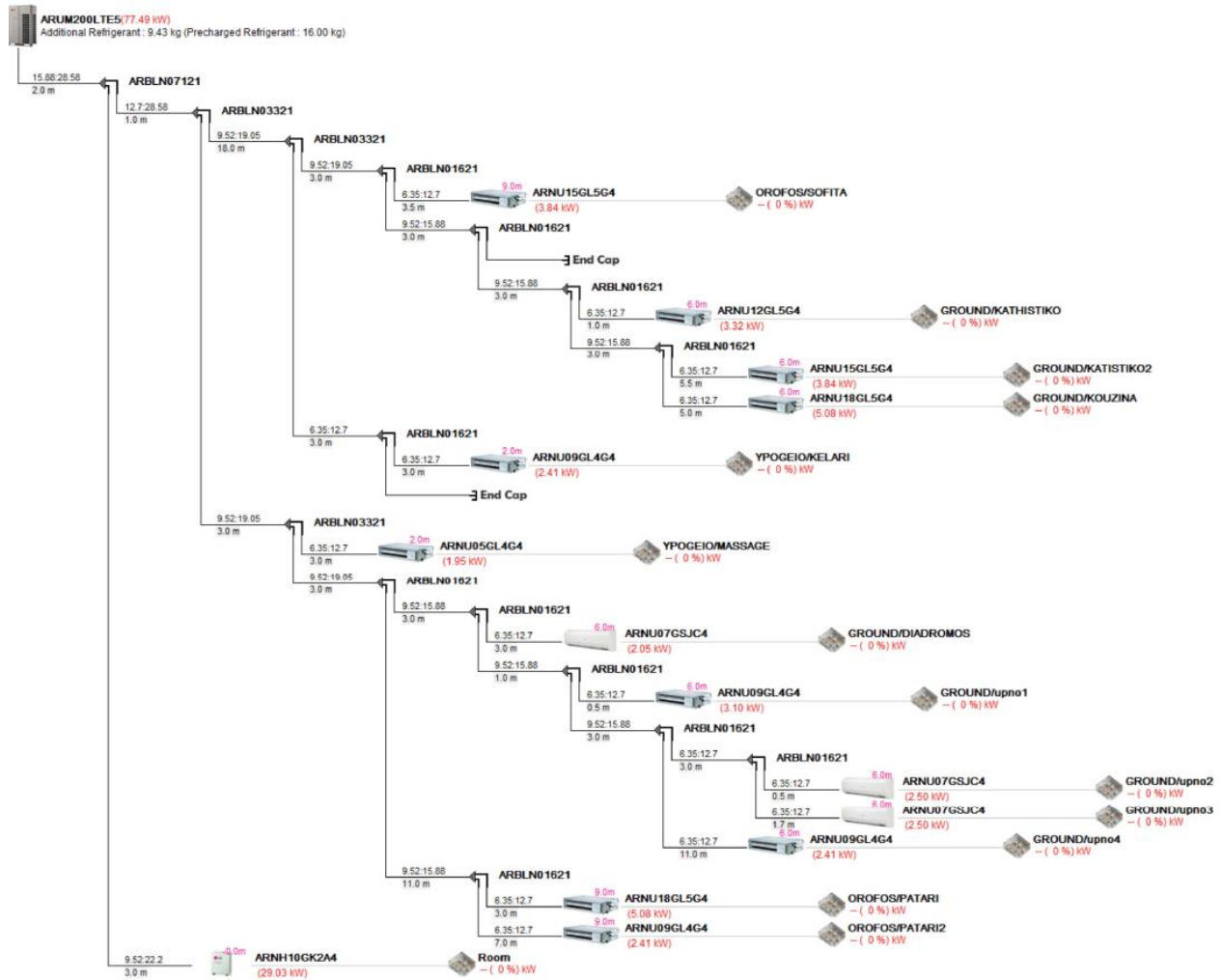
Σχήμα 9,Κάτοψη Α' Ορόφου, διαδρομή σωληνώσεων που καταλήγουν σε επιτοίχιες μονάδες και κρυφές μέσα σε γυψοσανίδα.



Σχήμα 10, Κάτοψη Σοφίτας, ξεχωριστό σύστημα κλιματισμού *multi split* επειδή είναι άλλο κτίριο δίπλα στη μεγάλη κατοικία

Με την βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος της LATS-HVAC μπορούμε να δούμε το μήκος των αγωγών για τον κάθε χώρο, με αυτο το πρόγραμμα μπορούμε να επιλέξουμε την κατάλληλη μονάδα που χρειάζεται ο χώρος στην κατάλληλη λειτουργία.

Όπως θα φανεί στο εικόνα ... το πρόγραμμα μας εμφανίζει για εξωτερική μονάδα μια διαφορετική από αυτήν που έχουμε επιλέξει, αυτό συμβαίνει επειδή έχουμε προσθέσει τα kW από την ενδοδαπέδια θέρμανση, αυτό στην πραγματικότητα δεν συμβαίνει διότι δεν έχουμε ανάκτηση θερμότητας και δεν υπάρχει ανάγκη να λειτουργούν παράλληλα τα συστήματα.



Σχήμα 11 ,Διάγραμμα σωληνώσεων από πρόγραμμα LATS-HVAC

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΟΦΛΙΣΜΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΟΝΑΔΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ														
Location	Tag	Room Name	Model Name	Type	Quantity	Nominal Capacity (kW)			Air flow rate(CMM)	Piping Connections (mm)		Input Power (H / M / L)	Phase	Dimension (mm) (W x H x D)
						Total Cooling	Sensible Cooling	Heating		Liquid	Gas			
Multi V1	7	OROFOS/SOFITA	15000	DUCT LOW STATIC(SLIM)	1	4.5	3.3		12.5/10.0/8.5	6.35	12.7	54 / 45 / 38	1Ph	900x190x460
Multi V1	4	GROUND/KATHISTIKO	12000	DUCT LOW STATIC(SLIM)	1	3.6	2.6		10.0/8.5/7.0	6.35	12.7	43 / 38 / 35	1Ph	900x190x460
Multi V1	5	GROUND/KATHISTIKO2	15000	DUCT LOW STATIC(SLIM)	1	4.5	3.3		12.5/10.0/8.5	6.35	12.7	54 / 45 / 38	1Ph	900x190x460
Multi V1	6	GROUND/KOUZINA	18000	DUCT LOW STATIC(SLIM)	1	5.6	4.1		15.0/12.5/10.0	6.35	12.7	57 / 39 / 30	1Ph	900x190x460
Multi V1	3	YPOGEIO/KELARI	9000	DUCT LOW STATIC(SLIM)	1	2.8	2.1		9.0/7.0/5.5	6.35	12.7	28 / 24 / 21	1Ph	700x190x460
Multi V1	2	YPOGEIO/MASSAGE	5000	DUCT LOW STATIC(SLIM)	1	1.8	1.5		7.0/6.5/5.5	6.35	12.7	15 / 13 / 11	1Ph	700x190x460
Multi V1	13	GROUND/DIADROMOS	7000	WALL MOUNTED	1	2.2	1.8		7.2/6.8/5.9	6.35	12.7	12 / 11 / 9	1Ph	815x316x189
Multi V1	16	GROUND/upno1	9000	DUCT LOW STATIC(SLIM)	1	2.8	2.1		9.0/7.0/5.5	6.35	12.7	28 / 24 / 21	1Ph	700x190x460
Multi V1	15	GROUND/upno2	7000	WALL MOUNTED	1	2.2	1.8		7.2/6.8/5.9	6.35	12.7	12 / 11 / 9	1Ph	815x316x189
Multi V1	14	GROUND/upno3	7000	WALL MOUNTED	1	2.2	1.8		7.2/6.8/5.9	6.35	12.7	12 / 11 / 9	1Ph	815x316x189
Multi V1	17	GROUND/upno4	9000	DUCT LOW STATIC(SLIM)	1	2.8	2.1		9.0/7.0/5.5	6.35	12.7	28 / 24 / 21	1Ph	700x190x460
Multi V1	9	OROFOS/PATARI	18000	DUCT LOW STATIC(SLIM)	1	5.6	4.1		15.0/12.5/10.0	6.35	12.7	57 / 39 / 30	1Ph	900x190x460
Multi V1	10	OROFOS/PATARI2	9000	DUCT LOW STATIC(SLIM)	1	2.8	2.1		9.0/7.0/5.5	6.35	12.7	28 / 24 / 21	1Ph	700x190x460
Multi V1	11	endodapedio	hydrobox	HYDRO KIT	1	28.1	0.0	31.5	0.0/0.0/0.0	9.52	22.2	10 / - / -	1Ph	520x631x330

Πίνακας 15, Μονάδες Κλιματισμού

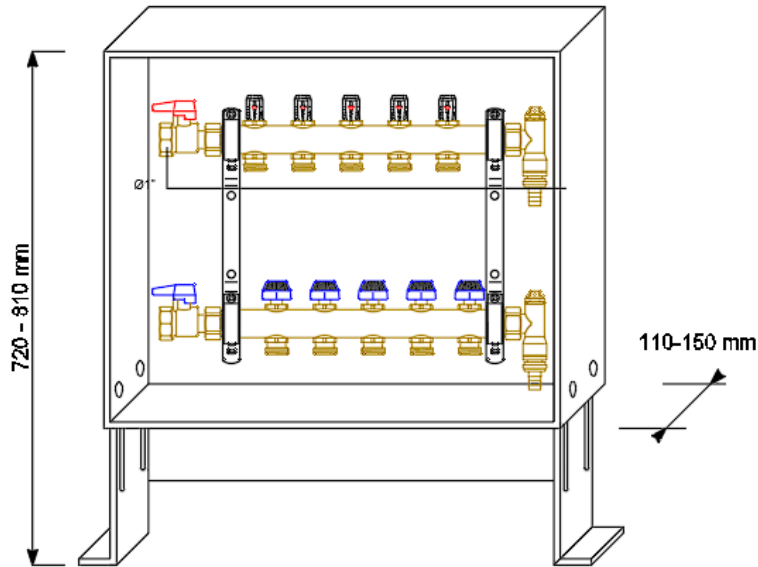
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

3.1 Βασικές Πληροφορίες Συστήματος

Σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με το κεντρικό σύστημα θέρμανσης που είναι ενδοδαπέδια θέρμανση. Όπως αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο το σύστημα κλιματισμού περιέχει Hydrobox δηλαδή έναν εναλλάκτη θερμότητας ο οποίος μεταφέρει την θερμότητα που βρίσκεται στο ψυκτικό υγρό σε νερό ώστε να μπορεί να ζεστάνει τον χώρο μας μέσω σωληνώσεων που βρίσκονται μέσα στο δάπεδο. Συγκεκριμένα ο τύπος εναλλάκτη που έχουμε επιλέξει είναι χαμηλών θερμοκρασιών και αυτό επειδή δεν θέλουμε το δάπεδο να καίει, οπότε ο συγκεκριμένος τύπος είναι ιδανικός για ενδοδαπέδια θέρμανση.

Αναλυτικότερα, ο εναλλάκτης στέλνει το ζεστό νερό μέσα σε ένα δοχείο θερμού νερού το οποίο αποθηκεύει ζεστό νερό μέχρι να τεθεί σε λειτουργία το σύστημα θέρμανσης, τότε το ζεστό νερό φεύγει από το δοχείο και διαμοιράζεται στους συλλέκτες και από τους συλλέκτες στα κυκλώματα με την ενδοδαπέδια θέρμανση. Το μέγεθος του συλλέκτη αυξάνεται και αυτό όσο περισσότερα είναι τα κυκλώματα που διαμοιράζει νερό.

ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ
ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ



ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ (n*)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ΜΗΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗ (mm)	307	362	417	472	527	582	637	692	747	802	857
ΜΗΚΟΣ ΕΡΜΑΡΙΟΥ(mm)	400	500	500	600	600	700	700	800	800	900	900

Σχήμα 12, Συλλέκτης Ενδοδαπέδιας Θέρμανσης

3.2 Παραδοχές & Κανόνες Υπολογισμών

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με το πρότυπο EN 1264 2001

α) Ακολουθείται η μέθοδος της μη σταθερής και ίδιας για όλα τα κυκλώματα θερμοκρασιακής πτώσης του νερού, η οποία είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα. Η εξισορρόπηση των τριβών στα κυκλώματα επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ρυθμιστικών βαλβίδων.

β) Οι υπολογισμοί στα κυκλώματα γίνονται αναλυτικά με την βοήθεια των σχέσεων.

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

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

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} \right) \quad (\text{εξίσωση Colebrook})$$

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

Όπου:

- Q: Παροχή σε m³/h
- D: Εσωτερική διάμετρος σε m
- V: Μέση ταχύτητα σε m/s
- J: Απώλειες πίεσης ανά μονάδα μήκους σε m/m
- Δh: Απώλειες πίεσης σε m
- L: Μήκος αγωγού σε m
- λ: Συντελεστής τριβής
- k: Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα σε mm
- Re: Αριθμός Reynolds
- ν: Ιξώδες νερού σε m²/sec

γ) Οι υπολογισμοί των μεγεθών των κυκλωμάτων δαπεδοθέρμανσης γίνονται με τη βοήθεια των σχέσεων:

$$q_{fb} = Q_n / A_{fb}$$

$$t_{fb} = (q_{fb} / a_{ges}) + t_i$$

$$R_A = d_a + \left(\frac{2}{m} \operatorname{ar} \cosh z \right)$$

$$z = \frac{2}{3 (a_c / k_c) (t_{fb} - t_i) + 2 K_b (t_i - t_a) - (t_h - t_i)}$$

$$m = 0.45 \sqrt{(k_b + k_c) / \lambda_b d_a}$$

$$K_b = \frac{k_b}{k_b + k_c}$$

$$K_c = \frac{k_c}{k_b + k_c}$$

$$l = \frac{100}{(R_A 100)} A_{fb}$$

$$q_{de} = (t_h - t_a) K_b$$

όπου:

q_{fb} : Πυκνότητα θερμороής προς τα πάνω (W/m^2)

Q_n : Θερμικό φορτίο χωρίς απώλειες δαπέδου (W)

A_{fb} : Επιφάνεια δαπέδου (m^2)

t_{fb} : Μέση θερμοκρασία επιφανείας δαπέδου ($^{\circ}C$)

a_{ges} : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας για θερμάνσεις επιφανειών ($W / m^2 K$)

l : Μήκος του σωλήνα στο κύκλωμα (m)

d_a : Διάμετρος σωλήνα (m)

a_c : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την κάτω ακμή του σωλήνα έως την πάνω πλευρά του δαπέδου ($W / m^2 K$)

k_c : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την πάνω ακμή του σωλήνα έως την πάνω πλευρά του δαπέδου ($W / m^2 K$)

k_b : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την κάτω ακμή του σωλήνα έως την κάτω πλευρά του δαπέδου ($W / m^2 K$)

t_a : Θερμοκρασία χώρου κάτωθεν θερμαινομένου ($^{\circ}C$)

t_h : Θερμοκρασία θερμαντικού μέσου ($^{\circ}C$)

t_i : Θερμοκρασία χώρου ($^{\circ}C$)

λ_b : Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας του υλικού μεταξύ των σωλήνων ($W/ m K$)

R_A : Απόσταση σωλήνων (m)

3.3 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών στα κυκλώματα και τις κεντρικές στήλες παρουσιάζονται σε πίνακα, οι στήλες του οποίου αντιστοιχούν στα παρακάτω μεγέθη:

- Αριθμός Κυκλώματος
- Μήκος Σωλήνα Κυκλώματος (m)
- Συνολικό Μήκος (m)
- Φορτίο Κυκλώματος (Mcal/h ή w)
- Πτώση Θερμοκρασίας ($^{\circ}C$)
- Παροχή Νερού (m^3/h)
- Διάμετρος Σωλήνα (mm)
- Ταχύτητα Νερού (m/s)
- Τριβές Εξαρτημάτων (Μυς)
- Στραγγαλισμός (Μυς)
- Τριβές Σωληνώσεων (Μυς)
- Ολική Τριβή (Μυς)

α) Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε κύκλωμα κάποιας στήλης και συμβολίζεται με τον a/a της στήλης και του κυκλώματος, παρεμβάλλοντας τελεία «.» (πχ. 1.2 σημαίνει στήλη 1, κύκλωμα 2).

B) Οι κεντρικές στήλες συμβολίζονται απλά με έναν α/α, πχ. 1 για την στήλη 1, 2 για την στήλη 2 κ.ο.κ.

γ) Τμήματα σωλήνων που συνδέουν δύο στήλες δίνονται με τους αριθμούς των στηλών παρεμβάλλοντας παύλα (-), πχ. 1-2.

Στοιχεία Δικτύου

Θερμοκρασία Νερού Προσαγωγής (°C)	40
Τύπος Σωλήνων Κεντρικής Στήλης	Χαλκοσωλήνας Ευθύγραμμος
Τραχύτητα Σωλήνων Κεντρικής Στήλης (μm)	1.5
Τύπος Σωλήνων Κύκλωμάτων	Δικτυωμένο πολυαιθυλένιο PE-Χc με φράγμα οξυγόνου
Τραχύτητα Σωλήνων Κυκλωμάτων (μm)	7
Απόσταση Σωλήνων στα Κυκλώματα RA (cm)	20
Σζ Εξαρτημάτων Κεντρικών Σωλήνων	1.5
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου	4
Σύστημα Μονάδων	Kwatt
Γεωδαιτικό ύψος κτιρίου σε σχέση με το επίπεδο της θάλασσας	10
Αναλυτικός υπολογισμός περιεχόμενου νερού	ΌΧΙ
Τύπος καυσίμου	Ηλεκτρισμός – Αντλία θερμότητας

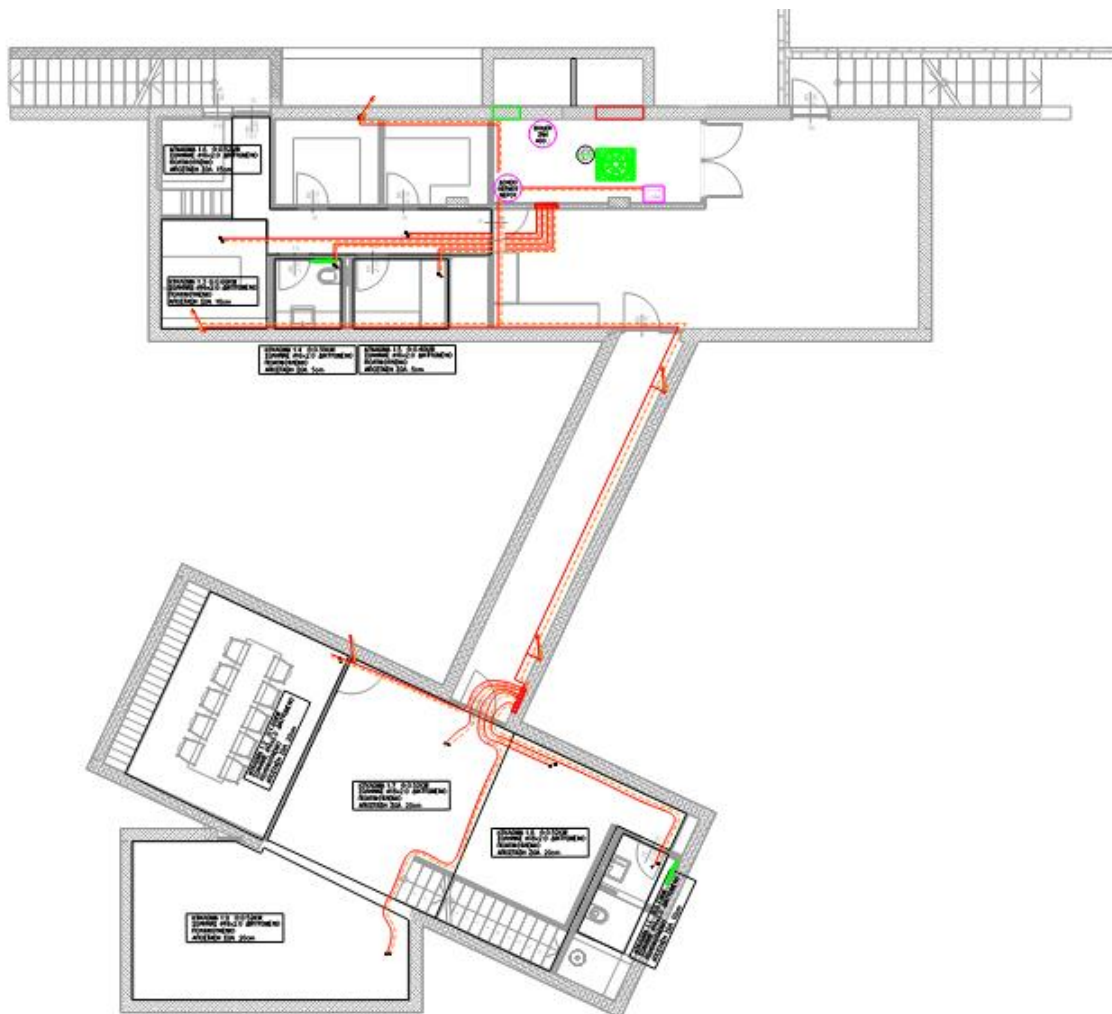
Πίνακας 16

Επίπεδο 1

Αριθμός Κυκλ.	Μήκ.Σωλ. στο Κύκλ. M	Μήκ.Σωλ. Πρ.&Επιστ. Στο Κύκλ. (m)	Μήκος Σωλήνα m	Φορτίο Κυκλώμ. (Kwatt)	Πτώση Θερμ. °C	Παροχή Νερού m ³ /h	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Νερού m/s	Τριβές Εξαρτ. Μυς	Στραγγαλ. Μυς	Τριβές Σωλήνων Μυς	Ολικές Τριβές Μυς
---------------	----------------------	-----------------------------------	----------------	------------------------	----------------	--------------------------------	---------------------	--------------------	-------------------	---------------	--------------------	-------------------

1.1	52.50	3	55.50	0.734	5.525	0.114	Φ16	0.281	0.024	1.463	0.702	2.190
1.2	100.0	3	103.0	1.605	13.74	0.100	Φ16	0.247	0.019	1.127	1.045	2.190
1.3	68.00	3	71.00	0.690	14.98	0.040	Φ16	0.097	0.003	2.039	0.148	2.190
1.4	43.20	3	46.20	0.313	8.536	0.032	Φ16	0.077	0.002	2.122	0.066	2.190
1.5	60.00	3	63.00	0.397	11.31	0.030	Φ16	0.074	0.002	2.105	0.084	2.190
1.6	34.67	3	37.67	0.523	11.24	0.040	Φ16	0.098	0.003	2.107	0.080	2.190
1.7	100.0	3	103.0	1.880	9.227	0.175	Φ18	0.316	0.031	0.846	1.314	2.190
1.8	100.0	3	103.0	1.880	9.227	0.175	Φ18	0.316	0.031	0.846	1.314	2.190
1.9	100.0	3	103.0	1.880	9.227	0.175	Φ18	0.316	0.031	0.846	1.314	2.190
1			36	9.902		0.881	DN20	0.779	0.046		1.393	1.439
1-2				19.57		1.578	DN32	0.545	0.023		0.000	0.023
1			5	29.47		2.459	DN40	0.572	0.025		0.049	0.074

Πίνακας 17

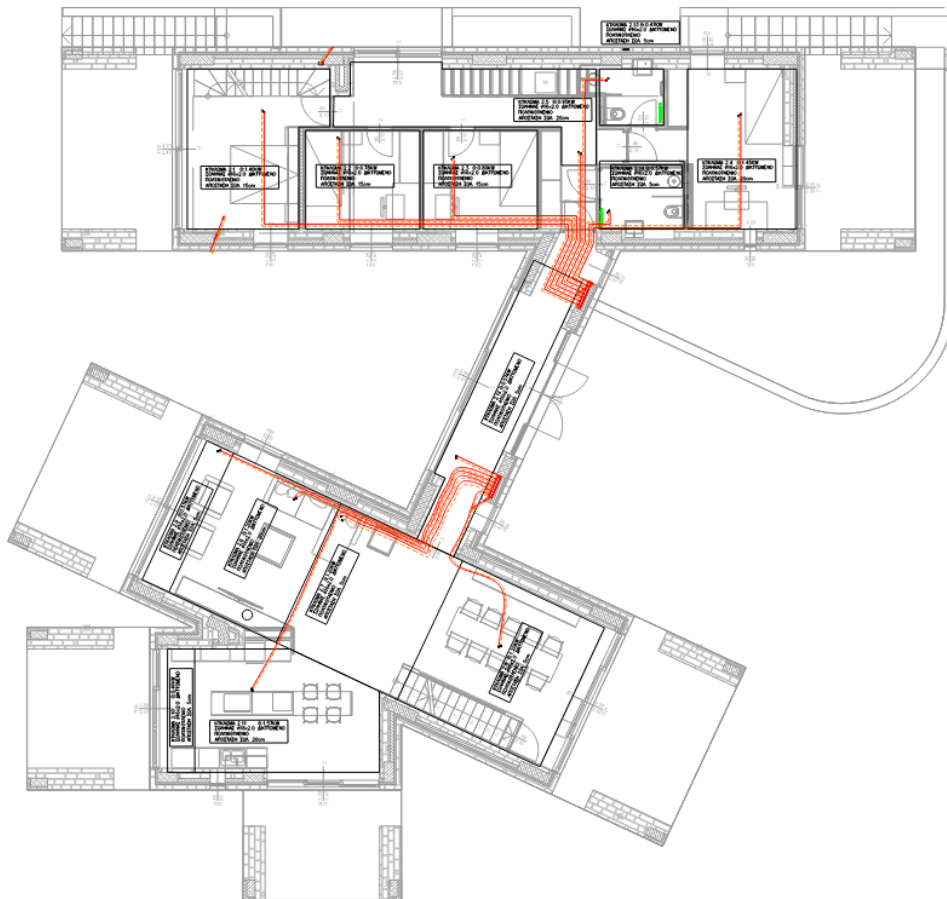


Σχήμα 13, Κάτοψη Υπογείου, Μελέτη Θέρμανσης

Επίπεδο 2

Αριθμός Κυκλ.	Μήκ.Σωλ. στο Κύκλ. m	Μήκ.Σωλ. Πρ.&Επιστ. στο Κύκλ. (m)	Μήκος Σωλήνα m	Φορτίο Κυκλώμ. (KWatt)	Πτώση Θερμ. °C	Παροχή Νερού m ³ /h	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Νερού m/s	Τριβές Εξαρτ. mΥΖ	Στραγγαλ. mΥΖ	Τριβές Σωλήνων mΥΖ	Ολικές Τριβές mΥΖ
1.1				0.000	39.60							
2.1	108.0	3	111.0	1.411	14.67	0.083	Φ16	0.203	0.013	2.458	0.806	3.276
2.2	53.33	3	56.33	0.784	11.56	0.058	Φ16	0.143	0.006	3.044	0.226	3.276
2.3	65.73	3	68.73	0.888	13.81	0.055	Φ16	0.136	0.006	3.019	0.251	3.276
2.4	84.25	3	87.25	1.410	12.21	0.099	Φ16	0.244	0.018	2.391	0.867	3.276
2.5	61.90	3	64.90	0.969	13.97	0.060	Φ16	0.146	0.007	3.000	0.270	3.276
2.6	75.00	3	78.00	1.201	13.39	0.077	Φ16	0.189	0.011	2.763	0.502	3.276
2.7	75.00	3	78.00	1.201	13.39	0.077	Φ16	0.189	0.011	2.763	0.502	3.276
2.8	75.00	3	78.00	1.201	13.39	0.077	Φ16	0.189	0.011	2.763	0.502	3.276
2.9	80.00	3	83.00	0.575	8.451	0.059	Φ16	0.144	0.006	2.935	0.335	3.276
2.10	50.00	3	53.00	0.418	3.354	0.107	Φ16	0.263	0.021	2.655	0.600	3.276
2.11	80.00	3	83.00	1.567	7.544	0.179	Φ18	0.322	0.032	2.149	1.095	3.276
2.12	122.6	3	125.6	1.045	18.57	0.048	Φ16	0.119	0.004	2.904	0.367	3.276
2.13	64.00	3	67.00	0.470	7.743	0.052	Φ16	0.128	0.005	3.049	0.222	3.276
2.14	90.00	3	93.00	0.575	11.91	0.042	Φ16	0.102	0.003	3.063	0.210	3.276
2			15	13.71		1.073	DN25	0.607	0.028		0.284	0.312
2-3			1	5.852		0.505	DN15	0.698	0.037		0.042	0.079
2			6	19.57		1.578	DN32	0.545	0.023		0.069	0.092

Πίνακας 18



Σχήμα 14,
Κάτοψη
Ισογείου,
Μελέτη
Θέρμανσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ

4.1 Μελέτη κολυμβητικών δεξαμενών

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Γενικά

Η κολυμβητική δεξαμενή θα κατασκευασθεί σύμφωνα με την Υ.Δ. Γ1/443/15.1.73

Διαστάσεις : 21,70μ. Χ 3,7 m

Ελάχιστο βάθος : 1,50 m

Μέγιστο βάθος : 1,50 m

Επιφάνεια νερού : 80,30 m²

Όγκος νερού : 120,43 m³

Σύμφωνα με το εμβαδόν της η κολυμβητική δεξαμενή κατατάσσεται στην κατηγορία των ιδιωτικών μικρού μεγέθους καθώς έχει εμβαδόν 80m², δηλαδή μικρότερο των 200m² και χρησιμοποιεί πόσιμο νερό.

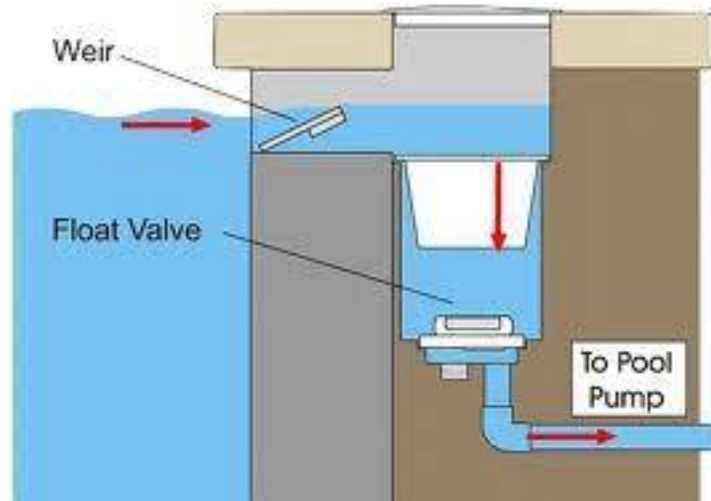
Γύρω από την δεξαμενή υπάρχει πλακόστρωση και η απορροή ομβρίων γίνεται με φυσική ροή των νερών του περιβάλλοντος χώρου προς υπάρχον δίκτυο απορροών.

Στις εγκαταστάσεις υπάρχει υποβρύχιος φωτισμός χαμηλής τάσης 12V.

Ανακυκλωφορία

Το νερό ανακυκλοφορεί με την χρήση skimmers. Σύμφωνα με την Υγειονομική Διάταξη απαιτείται ένα (1) skimmer ανά 45 m² επιφανείας νερού. Συνεπώς απαιτούνται συνολικά:

80,00 m²/45 m²-skimmer = 2 skimmer



Εικόνα 5, Skimmer

Μέσω των αντλιών και φίλτρων άμμου υψηλής απόδοσης (rapid rate) καθαρίζεται μηχανικά και να χλωριώνεται με ρυθμό ανακυκλοφορίας τετράωρο ή πεντάωρο ώστε να πληρεί τις διατάξεις της Γ1/443, ΦΕΚ Β87/24.1.73

Για όγκο νερού 120 m^3 και ανακυκλοφορία 4 ωρών προκύπτει παροχή ανακυκλοφορίας $120 : 4 = 30,00 \text{ m}^3/\text{h}$.

Τοποθετούμε ένα φίλτρο άμμου υψηλής απόδοσης διαμέτρου 120 cm, παροχής $30,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

Μέγιστο Φορτίο

Βάσει του ρυθμού φιλτραρίσματος $30,00 \text{ m}^3/\text{h}$ ο αριθμός των λουομένων θα είναι $30,00 \text{ m}^3/\text{h} / 2 \text{ m}^3/\text{λουόμενο} \approx 15$ λουόμενοι ανά ώρα.

Για παροχή $30,00 \text{ m}^3/\text{h}$ ή 132,01 γαλόνια ανά λεπτό και δεδομένου ότι η παροχή κάθε στομίου είναι 50 γαλόνια ανά λεπτό, απαιτούνται $132/50 = 3$.

Για λόγους καλύτερης κατανομής του νερού τοποθετούνται 5 στόμια εισαγωγής.

Για την αποχέτευση του νερού τοποθετείται ένα κυκλικό φρεάτιο αποχέτευσης στον πυθμένα με σχάρα $40 \times 40 \text{ cm}$ και σύνδεση με σωλήνα PVC $\Phi 125$.

Για την ανακυκλοφορία του νερού τοποθετούνται αντλίες ανακυκλοφορίας παροχής εκάστης $15 \text{ m}^3/\text{h}$ σε μανομετρικό 8 ΜΥΣ και ισχύος $1,1 \text{ kW}$.

Το μανομετρικό της αντλίας προέκυψε κατόπιν μελέτης των τριβών όλης της εγκατάστασης.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΙΣΙΝΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΔΙΚΤΥΟΥ	ΜΗΚΟΣ (m)	ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h)	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ (ΜΥΣ/100m)	ΣΥΝ. ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ (ΜΥΣ)
ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΤΜΗΜΑ				
1.2	1	11	2,5	0,025
2.3	12	11	2,5	0,300
3.4	2	11	2,5	0,050
4.5	1,5	11	2,5	0,038
ΥΨΟΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ				1,200
ΤΡΙΒΕΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ(ΒΑΝΕΣ, ΓΩΝΙΕΣ, ΤΑΥ)				1,000
ΦΙΛΤΡΟ				2,000
ΣΤΟΜΙΟ ΕΚΡΟΗΣ				2,500
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΤΩΣΗ				8,113

ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ ΑΝΤΛΙΑ ΓΙΑ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ Η=8

Πίνακας 19

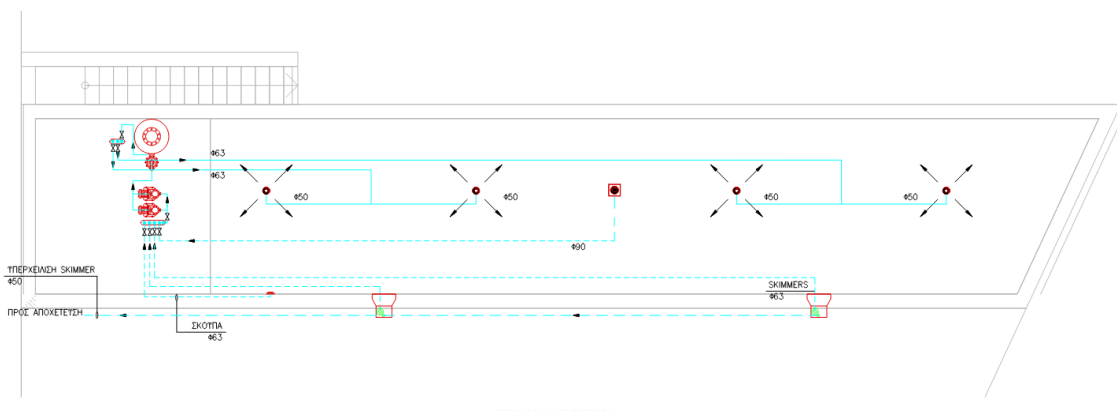
Η χλωρίωση γίνεται με ηλεκτροκίνητο δοσομετρικό μηχάνημα παροχής 4,0 kg/h διαλύμματος υποχλωριώδους νατρίου.

Φωτισμός

Ο υποβρύχιος φωτισμός της πισίνας γίνεται με προβολείς ανθυγρού τύπου 100W/12V. Εκλέγουμε 8 φωτιστικά.

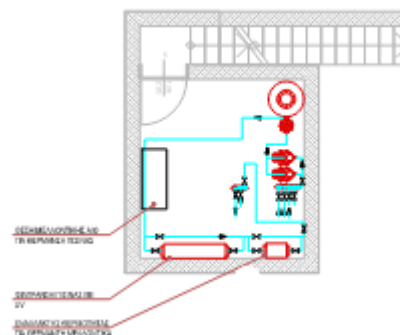
Δίκτυο Σωληνώσεων

Το δίκτυο σωληνώσεων είναι από σωλήνες PVC πιέσεως 10 ατμ. με ειδικά εξαρτήματα πιέσεως 16 ατμ. (γωνίες, ταύ, μούφες κλπ.)



Σχήμα 15, Κάτοψη Πισίνας

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
	ΣΙΔΗΝΑΣ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΝΕΡΟΥ
	ΣΙΔΗΝΑΣ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ-ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ
	ΒΑΝΝΑ ΑΠΟΚΟΠΗΣ
	ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΝΤΙΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ
	ΗΛΕΚΤΡΟΒΑΝΝΑ
	ΠΟΛΥΒΑΝΑ ΦΙΛΤΡΟΥ
	ΜΑΝΟΜΕΤΡΟ
	ΦΡΕΑΤΙΟ ΜΕ ΣΣΧΑΡΑ ΔΑΠΕΔΟΥ
	ΣΤΟΜΙΟ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ ΤΥΠΟΥ ΣΚΟΤΙΑΣ
	ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΣΤΟΜΙΟ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΝΕΡΟΥ
	SKIMMER ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ



Σχήμα 16, Μηχανοστάσιο Πισίνας & Υπόμνημα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΜΕΛΕΤΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

5.1 Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη αφορά την εγκατάσταση δικτύων ύδρευσης. Η σύνταξη της μελέτης έγινε σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2411/86, λαμβάνοντας υπόψη και τα βοηθήματα:

- *Πρότυπα ΕΛΟΤ και DIN*

2. Παραδοχές & Κανονισμοί Υπολογισμών

Η επιλογή διατομών στους σωλήνες γίνεται σε κάθε τμήμα του δικτύου θεωρώντας ότι:

α) Οι παροχές στα τμήματα που καταλήγουν σε υδραυλικούς υποδοχείς καθορίζονται από τον τύπο των υποδοχέων βάσει της ΤΟΤΕΕ.

β) Οι παροχές αθροίζονται στους κόμβους (διακλαδώσεις) του δικτύου.

γ) Λόγω ετεροχρονισμού στην λειτουργία των υποδοχέων, υπολογίζεται η παροχή αιχμής, από την θεωρητική παροχή και την καμπύλη ετεροχρονισμού. Αυτή, έχει την μορφή:

$$Q_s = a \times (\sum Q_r)^b + c$$

όπου Q_s η παροχή αιχμής, Q_r η κανονική παροχή και a, b, c συντελεστές που εξαρτώνται από το είδος του κτιρίου, καθώς και από την τιμή $\sum Q_r$, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ.

Δ) Ο υπολογισμός των διατομών για το δίκτυο του κρύου και του ζεστού νερού γίνεται ανεξάρτητα, θεωρώντας τις παροχές που υπολογίζονται με τον παραπάνω τρόπο. Οι σχέσεις στις οποίες βασίζονται οι υπολογισμοί είναι:

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

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

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} \right) \quad (\text{εξίσωση Colebrook})$$

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

όπου:

- Q: Παροχή σε m³/h
- D: Εσωτερική διάμετρος σε m
- V: Μέση ταχύτητα σε m/s
- J: Απώλειες πίεσης ανά μονάδα μήκους σε m/m
- Δh: Απώλειες πίεσης σε m
- L: Μήκος αγωγού σε m
- λ: Συντελεστής τριβής
- k: Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα σε mm
- Re: Αριθμός Reynolds
- ν: Ιξώδες νερού σε m²/sec

ε) Οι τριβές στα εξαρτήματα (γωνίες, τάφ, κρουνοί κλπ) κάθε τμήματος του δικτύου υπολογίζονται με την σχέση:

$$J = \frac{1}{2} \Sigma \zeta \rho V^2$$

όπου:

Σζ: Συνολική αντίσταση των εξαρτημάτων του κλάδου

ρ: Πυκνότητα νερού

5.2 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα των υδραυλικών υπολογισμών παρουσιάζονται σε πίνακα, οι στήλες του οποίου αντιστοιχούν στα ακόλουθα μεγέθη:

- Τμήμα δικτύου
- Μήκος τμήματος (m)
- Είδος Υποδοχέα
- Παροχή Υποδοχέα (l/s)
- Παροχή Αιχμής (l/s)
- Διάμετρος Σωλήνα (mm)
- Ταχύτητα Νερού (m/s)
- Συνολική αντίσταση Εξαρτημάτων Σζ
- Τριβή Εξαρτημάτων (Μυς)
- Τριβή Σωληνώσεων (Μυς)
- Ολική Τριβή Τμήματος (Μυς)
- Πίεση Εκροής (υποδοχέα) (Μυς)
- Πίεση λόγω Υψομέτρου (Μυς)

Κάθε τμήμα του δικτύου μπορεί να ανήκει σε μία από τις περιπτώσεις:

α) Τμήμα δικτύου κρύου νερού: συμβολίζεται με τους δύο ακραίους κόμβους του παρεμβάλλοντας τελεία (.).

β) Τμήμα δικτύου ζεστού νερού: όπως στην περίπτωση (α) αλλά με παύλα (-).

Γ) Τμήμα ανακυκλοφορίας: όπως στην περίπτωση (α) ή (β) αλλά με σύν (+).

Είδος Υποδοχέα: α/α του υποδοχέα στην λίστα υποδοχέων, ή Σ-χ, όπου χ ο α/α Συστήματος (ομάδας) υποδοχέων, που αναλύεται.

Στοιχεία Δικτύου

Θερμοκρασία Νερού (°C)	10
Είδος Κτιρίου	Κατοικία
Τύπος Κύριου Σωλήνα	Χαλκοσωλήνας ευθύγραμμος
Τραχύτητα Κύριου Σωλήνα (μm)	1.5
Τύπος Δευτερεύοντος Σωλήνα	Πολλαπλών στρωμάτων MULTISKIN σε κουλούρα
Τραχύτητα Δευτερεύοντος Σωλήνα (μm)	1.5
Παροχή Νερού (l/s)	4.463
Δυσμενέστερος Κλάδος	1..22
Τριβές Σωλήνων και Τοπικών Αντιστάσεων (mΥΣ)	10.241
Απαιτούμενη Πίεση Εκροής (mΥΣ)	10
ΔΡ λόγω Υψομετρικών Διαφορών (mΥΣ)	24.76
Ολική Απαιτούμενη Πίεση (mΥΣ)	45.001
Πίεση Δικτύου (mΥΣ)	

Πίνακας 20

Παράδειγμα συστήματος υποδοχέων για 2 W/C:

Σύστημα Υδραυλικών Υποδοχέων : Σ-56

Τύπος Υποδοχέα	Ποσότητα	Pmf	Qrkv	ΣQrkv	Qrζv	ΣQrζv
Νιπτήρας - μπαταρία οικ.λουτ.	1	10.0	0.07	0.07	0.07	0.07
Λουτήρας - μπαταρία	1	10.0	0.15	0.15	0.15	0.15
Λεκάνη - δοχείο εκπλυσης	1	10.0	0.13	0.13	0.00	0.00
Βρύση 1	10.0	0.15	0.15	0.00	0.00	
Συνολική Παροχή Υποδοχέων :				0.50		0.22

Σύστημα Υδραυλικών Υποδοχέων : Σ-57

Τύπος Υποδοχέα	Ποσότητα	Pmf	Qrkv	ΣQrkv	Qrζv	ΣQrζv
Νιπτήρας - μπαταρία οικ.λουτ.	1	10.0	0.07	0.07	0.07	0.07
Λεκάνη - δοχείο εκπλυσης	1	10.0	0.13	0.13	0.00	0.00
Πλυντήριο ρούχων	1	10.0	0.25	0.25	0.00	0.00
Βρύση 3	10.0	0.15	0.45	0.00	0.00	
Πλυντήριο πιάτων	1	10.0	0.15	0.15	0.00	0.00
Νεροχύτης - μπαταρία οικ.κουζ.	1	10.0	0.15	0.15	0.15	0.15
Συνολική Παροχή Υποδοχέων :				1.20		0.22

α/α	Τύπος Υποδοχέα (mm)	Εσ.Διαμ. (Μ.Υ.Σ.)	Εσ.Διαμ. (l/s)	Pmf (l/s)	Qrkv	Qrζv
2	Νεροχύτης - μπαταρία οικ.κουζ.	13	10.0	10.0	0.15	0.15
7	Νιπτήρας - μπαταρία οικ.λουτ.	13	10.0	10.0	0.07	0.07
14	Λουτήρας - μπαταρία	13	10.0	10.0	0.15	0.15
20	Λεκάνη - δοχείο εκπλυσης	13	10.0	10.0	0.13	0.00
27	Πλυντήριο πιάτων	13	10.0	10.0	0.15	0.00
28	Πλυντήριο ρούχων	13	10.0	10.0	0.25	0.00
36	Βρύση 13	10.0	0.15	0.00		

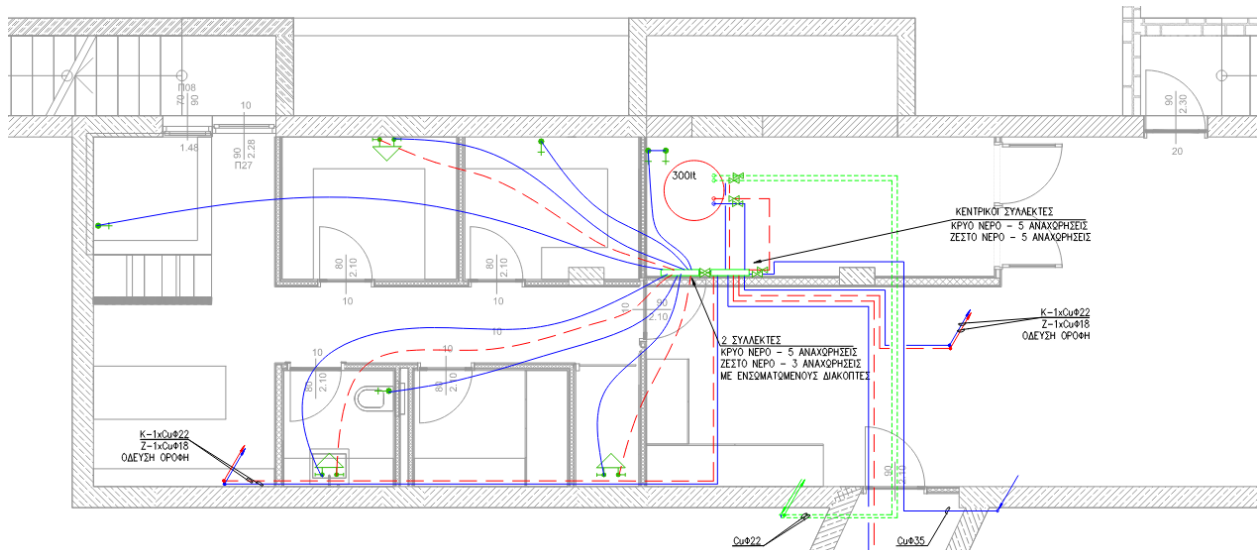
Υπολογισμός Ηλιακού Συλλέκτη

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010, η συνήθης πρακτική είναι η εγκατάσταση 1.5 m² επίλεκτου ηλιακού συλλέκτη για κάθε υπνοδωμάτιο, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες σε ΖΝΧ. Παραπάνω είδαμε ότι έχουμε συνολικά 4 υπνοδωμάτια άρα επιλέγουμε ηλιακό συλλέκτη επιφανείας 6 m².

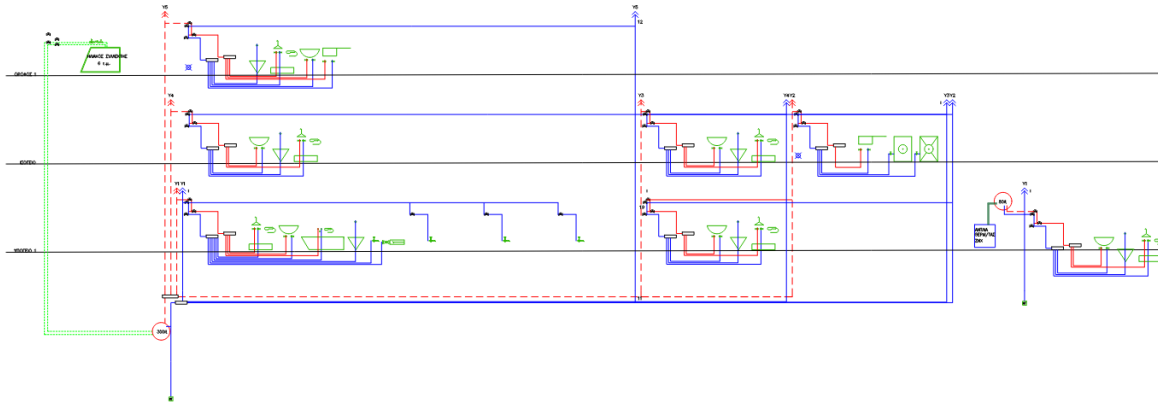
Υπολογισμοί Σωληνώσεων Υδραυλικής Εγκατάστασης

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Σωλήνα m	Είδος Υποδοχέα	Παροχή ή Υποδοχέα l/s	Παροχή ή Αιχμή l/s	Είδος Σωλήνα	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Νερού m/s	Σξ Εξαρτ.	Τριβή Εξαρτημάτων mΥΣ	Τριβή Σωλήνων mΥΣ	Ολική Τριβή mΥΣ	Πίεση Υποδοχέα mΥΣ	ΔΡ Υψ. Διαφορών mΥΣ
1.2	23.99		1.700	0.726	K	DN32	1.479	3.800	0.424	2.566	2.990		
2.3	0.400	Σ-56	0.500	0.359	K	DN15	1.786	9.400	1.528	0.104	1.632	10.00	21.79
2.4	5.885	Σ-57	1.200	0.600	K	DN20	1.910	12.40	2.306	1.305	3.610	10.00	21.79
1.5	21.22		1.700	0.726	K	DN25	1.479	3.800	0.424	2.270	2.694		
5.6	0.400	Σ-56	0.500	0.359	K	DN15	1.786	9.400	1.528	0.104	1.632	10.00	18.82
5.7	5.885	Σ-57	1.200	0.600	K	DN20	1.910	12.40	2.306	1.305	3.610	10.00	18.82
1.8	14.28		1.400	0.653	K	DN25	1.330	3.000	0.270	1.267	1.537		
8.9	4.200	Σ-53	1.050	0.557	K	DN20	1.773	10.90	1.746	0.816	2.563	10.00	12.88
8.10	10.14	Σ-55	0.350	0.285	K	DN15	1.417	5.300	0.542	1.753	2.295	10.00	15.85
1.11	26.62	Σ-53	1.050	0.557	K	DN20	1.773	11.30	1.810	5.174	6.984	10.00	9.910
1.12	8.740		0.900	0.510	K	DN20	1.623	3.000	0.403	1.454	1.857		
12.13	0.600		0.600	0.402	K	DN15	1.999	3.400	0.692	0.190	0.883		
13.14	0.400	36	0.150	0.150	K	15x1.0	1.130	4.900	0.319	0.060	0.379	10.00	6.940
13.15	0.400		0.450	0.336	K	DN15	1.671	3.000	0.427	0.092	0.519		
15.16	0.400	36	0.150	0.150	K	15x1.0	1.130	4.500	0.293	0.060	0.353	10.00	6.940
15.17	0.400		0.300	0.257	K	15x1.0	1.936	3.000	0.573	0.155	0.728		
17.18	0.400	36	0.150	0.150	K	15x1.0	1.130	4.500	0.293	0.060	0.353	10.00	6.940
17.19	1.320	36	0.150	0.150	K	15x1.0	1.130	4.900	0.319	0.199	0.518	10.00	6.940
12.20	18.42		0.300	0.257	K	15x1.0	1.936	3.800	0.726	7.140	7.866		
20.21	0.400	36	0.150	0.150	K	15x1.0	1.130	4.900	0.319	0.060	0.379	10.00	24.76
20.22	1.320	36	0.150	0.150	K	15x1.0	1.130	4.900	0.319	0.199	0.518	10.00	24.76
1.23	28.29		1.550	0.691	K	DN25	1.408	3.800	0.384	2.773	3.157		
23.24	3.600	Σ-54	1.200	0.600	K	DN20	1.910	10.90	2.027	0.798	2.825	10.00	12.88
23.25	9.540	Σ-55	0.350	0.285	K	DN15	1.417	5.300	0.542	1.649	2.192	10.00	15.85
1.26	54.03	Σ-54	1.200	0.600	K	DN20	1.910	12.10	2.250	11.98	14.23	10.00	9.910

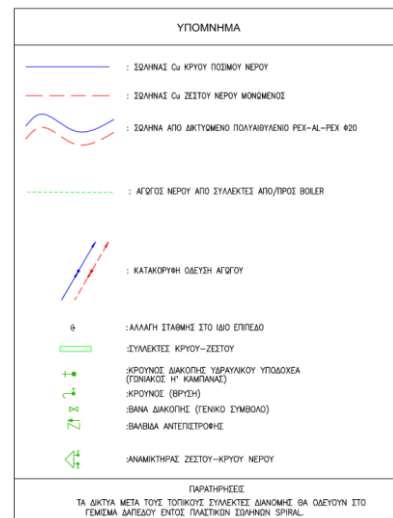
Πίνακας 21



Σχήμα 17 Κάτοψη Υπογείου Κτίριο Α, Υδραυλική Εγκατάσταση



Σχήμα 18, Κατακόρυφο Διάγραμμα Ύδρευσης



Σχήμα 19 Υπόμνημα Ύδρευσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

6.1 Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη αφορά την εγκατάσταση δικτύων αποχέτευσης. Η σύνταξη της μελέτης έγινε σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2412/86, λαμβάνοντας υπόψη και τα βοηθήματα:

- α) Οικιακές Εγκαταστάσεις Υγιεινής Κ. Schulz
- β) Κανονισμός Εσωτερικών Υδραυλικών Εγκαταστάσεων
- γ) Πρότυπα ΕΛΟΤ και ISO

6.2 Παραδοχές & Κανόνες Υπολογισμών

Η επιλογή διατομών των σωλήνων αποχέτευσης υπολογίζεται χωριστά για κάθε τμήμα του δικτύου, θεωρώντας ότι:

- α) Οι τιμές σύνδεσης που καθορίζουν την απορροή των ακαθάρτων νερών εξαρτώνται από τον τύπο των υποδοχέων (πίνακας ΤΟΤΕΕ).
- β) Οι απορροές αθροίζονται στους κόμβους (διακλαδώσεις) του δικτύου.
- γ) Λόγω ετεροχρονισμού στην λειτουργία των υποδοχέων, στον υπολογισμό λαμβάνεται υπόψη η αναμενόμενη ποσότητα απορροής Q_s σύμφωνα με την εξίσωση:

$$Q_s = K * \sum AW_s$$

όπου:

Η τιμή σύνδεσης AW_s είναι συνάρτηση του είδους του υποδοχέα (πχ. ο Νεροχύτης έχει $AW_s = 1$, ο νιπτήρας 0.5 κλπ.)

Ο συντελεστής K εξαρτάται από το είδος του κτιρίου (πχ. για κατοικίες $K=0.5$, για σχολεία και νοσοκομεία $K=0.7$ κλπ.)

δ) Ο υπολογισμός των διατομών για τα οριζόντια τμήματα του δικτύου είναι διαφορετικός από τον υπολογισμό των διατομών για τα κατακόρυφα τμήματα. Ειδικότερα:

Η διαστασιολόγηση των οριζόντιων σωλήνων αποχέτευσης γίνεται με βάση την εξίσωση Darcy:

$$J = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

όπου:

J: Κλίση των σωληνώσεων (κλίση πέλματος σωλήνα)

D: Εσωτερική διάμετρος σε m

V: Μέση ταχύτητα σε m/s

λ : Συντελεστής τριβής σωλήνα

g: Επιτάχυνση της βαρύτητας

Χρησιμοποιώντας την εξίσωση του Reynolds:

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

Καθώς και την εξίσωση της συνέχειας:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V$$

Παίρνουμε την εξίσωση απορροής $Q = f(J)$ με βάση την οποία γίνεται η διαστασιολόγηση των οριζόντιων σωλήνων.

Εξάλλου, η διαστασιολόγηση των κατακόρυφων στηλών γίνεται με βάση πίνακα στον οποίο η επιλογή διαμέτρων 70 mm - 150 mm εξαρτάται από το είδος του εξαερισμού (κύριος, παράπλευρος ή δευτερεύων) και προκύπτει έμμεσα από τα επιτρεπόμενα ΣAW_s και Q_s για κάθε συνδυασμό διαμέτρου και τύπου εξαερισμού.

Ανάλογοι υπολογισμοί γίνονται και για τα όμβρια νερά υπολογίζοντας την απορροή των ομβρίων από την σχέση:

$$Q = A * r * \Psi$$

όπου:

A: Επιφάνεια πρόσπτωσης σε ha

r: Βροχόπτωση σε l/(s x ha)

Ψ : Συντελεστής απορροής, ίσος με την απορρέουσα ποσότητα προς την βροχόπτωση

6.3 Παρουσίαση Αποτελεσμάτων

Για κάθε οριζόντιο τμήμα δικτύου παρουσιάζονται στις στήλες του πίνακα αποτελεσμάτων τα παρακάτω στοιχεία με τις διευκρινίσεις που ακολουθούν:

- Τμήμα Δικτύου
- Μήκος Σωλήνα (m)
- Βαθμός Πληρότητας
- Είδος Υποδοχέα
- Απορροή Υποδοχέα
- Απορροή Αιχμής (l/s)
- Διάμετρος Σωλήνα (mm)
- Κλίση Σωλήνα (cm/m)
- Ταχύτητα (m/s)

- Βύθιση (m)

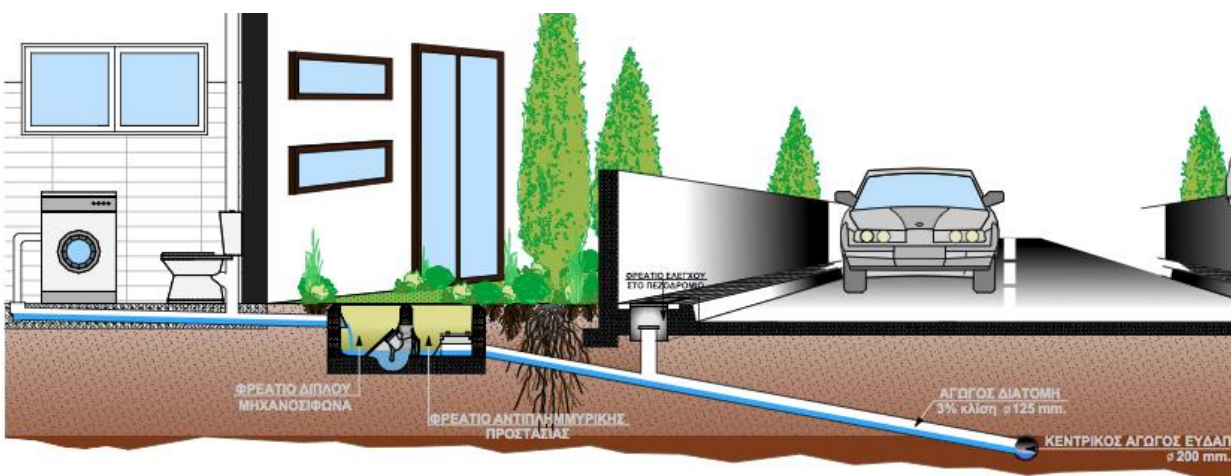
Τμήμα δικτύου: συμβολίζεται με τους δύο ακραίους κόμβους του παρεμβάλλοντας τελεία (.), πχ. 2.3 το τμήμα ανάμεσα στους κόμβους 2 και 3.

Είδος Υποδοχέα: α/α του υποδοχέα στην λίστα υποδοχέων, ή Σ-χ, όπου χ ο α/α Συστήματος (ομάδας) υποδοχέων, που αναλύεται στα αποτελέσματα.

Στοιχεία Δικτύου:

Θερμοκρασία Νερού (°C)	10
Συντελεστής Απορροής (l/s)	0.5
Τύπος Κύριου Σωλήνα	Πλαστικός
Συντελεστής Τραχύτητας Κύριου Σωλήνα (μm)	1000
Τύπος Δευτερεύοντος Σωλήνα	PVC 6 ATM
Τραχύτητα Δευτερεύοντος Σωλήνα (μm)	1000
Βροχόπτωση r (l/s ha)	300
Παροχή Ακαθάρτων (m ³ /h)	10.494
Παροχή Βρόχινων (m ³ /h)	0
Κλάδος Μέγιστης Συνολικής Βύθισης	1.18
Μέγιστη Συνολική Βύθιση (m)	0.449

Πίνακας 22



Εικόνα 6, Παράδειγμα Σωληνώσεων Αποχέτευσης

Υπολογισμοί Οριζόντων Σωληνώσεων

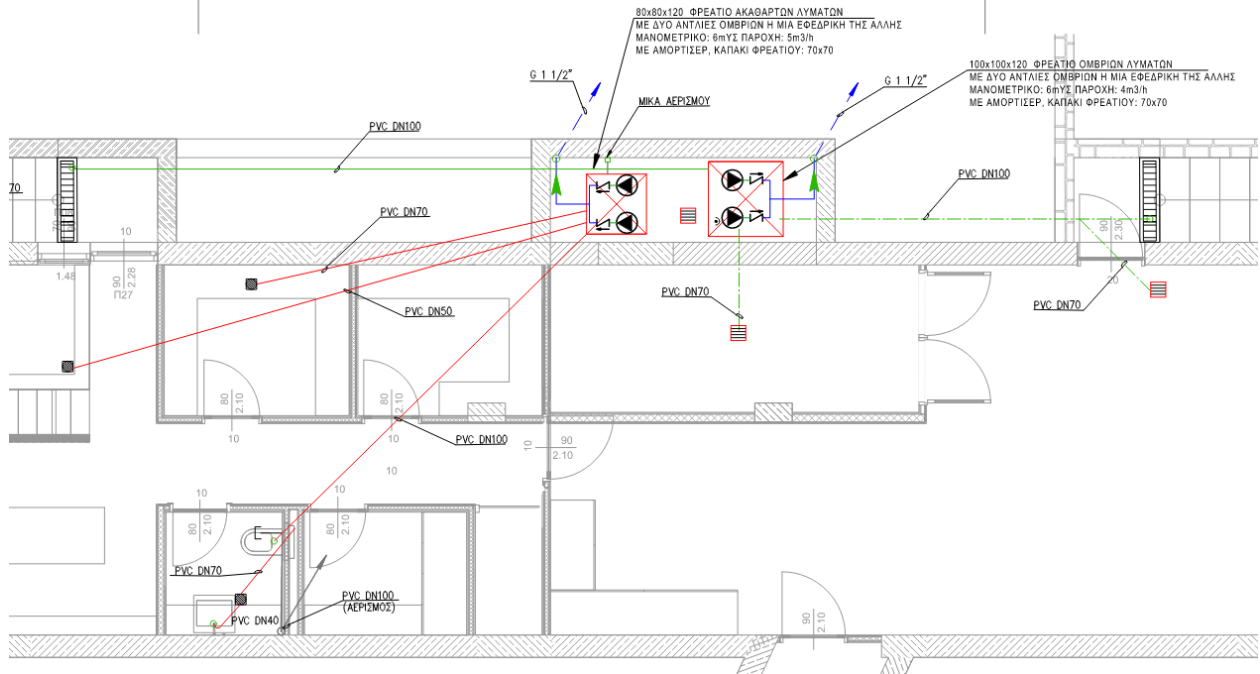
Τμήμα Δικτύου	Μήκος Σωλήνα (m)	Βαθμός Πληρότητας	Είδος Υποδοχέα	Παροχή Υποδοχέων ΣΑWs	Συντελεστής Απορροής Ακαθάρτων	Παροχή Αιχμής Βρόχινων (l/s)	Παροχή Αιχμής (l/s)	Τύπος Σωλήνα	Διάμετρος Σωλήνα (mm)	Επιθυμητή Κλίση (cm/m)	Ταχύτητα Ροής (m/s)	Βύθιση Δικτύου (m)
1.2	15	0.5		34.00	0.5		2.915	Δ	DN125	2	1.126	0.300
3.4	0.792	0.5	10	2.500	0.5		0.791	Δ	DN100	2	1.008	0.016
3.5	2.278	0.5	Σ-1	5.000	0.5		1.118	Δ	DN100	2	1.008	0.046
6.7	0.792	0.5	10	2.500	0.5		0.791	Δ	DN100	2	1.008	0.016
6.8	3.237	0.5	Σ-3	6.000	0.5		1.225	Δ	DN100	2	1.008	0.065
9.10	0.792	0.5	10	2.500	0.5		0.791	Δ	DN100	2	1.008	0.016
9.11	3.237	0.5	Σ-3	6.000	0.5		1.225	Δ	DN100	2	1.008	0.065
2.12	5.132	0.5		9.500	0.5		1.541	Δ	DN100	2	1.008	0.103
13.14	1.073	0.5	1	1.000	0.5		0.500	Δ	DN50	2	0.625	0.021
13.15	1.906	0.5	3	1.000	0.5		0.500	Δ	DN50	2	0.625	0.038
16.17	0.792	0.5	10	2.500	0.5		0.791	Δ	DN100	2	1.008	0.016
16.18	2.278	0.5	Σ-1	5.000	0.5		1.118	Δ	DN100	2	1.008	0.046

Πίνακας 23

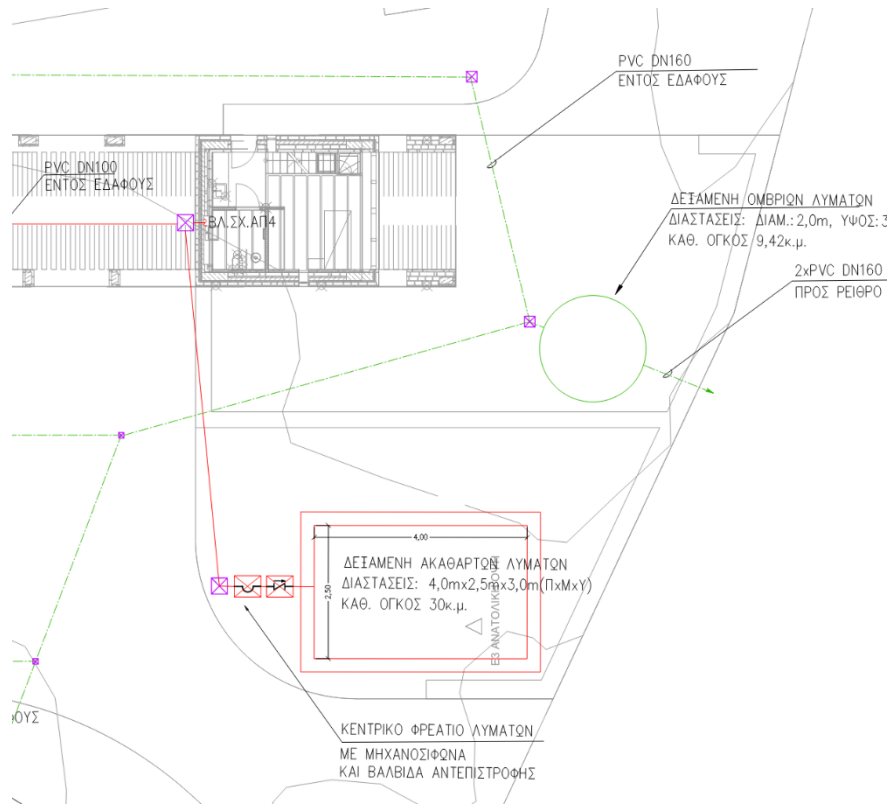
Υπολογισμοί Κατακόρυφων Σωληνώσεων

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Σωλήνα (m)	Τύπος Εξαερισμού Στηλών	Είδος Υποδοχέα	Παροχή Υποδοχέων ΣΑWs	Συντελεστής Απορροής Ακαθάρτων	Παροχή Αιχμής (l/s)	Τύπος Σωλήνα	Διάμετρος Σωλήνα (mm)
2.3	3.000	ΚΥΡΙΟΣ		24.50	0.5	2.475	Δ	DN100
3.6	3.000	ΚΥΡΙΟΣ		17.00	0.5	2.062	Δ	DN100
6.9	3.000	ΚΥΡΙΟΣ		8.500	0.5	1.458	Δ	DN100
12.13	6.000	ΚΥΡΙΟΣ		9.500	0.5	1.541	Δ	DN100
13.16	3.000	ΚΥΡΙΟΣ		7.500	0.5	1.369	Δ	DN100















Πίνακας 24



Σχήμα 20, Κάτοψη Υπογείου Κτίριο Α



Σχήμα 21, Κάτοψη Περιβάλλοντος Χώρου

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ	
	ΔΙΚΤΥΟ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ-ΠΛΑΣΤΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ (PVC) 60u
	ΔΙΚΤΥΟ ΑΕΡΙΣΜΟΥ-ΠΛΑΣΤΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ (PVC) 40u
	ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ - ΠΛΑΣΤΙΚΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ (PVC) 60u
	ΔΙΚΤΥΟ ΟΜΒΡΙΩΝ - ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΕΝΟΣ ΧΑΛΥΒΔΟΣΩΛΗΝΑΣ
	ΣΙΦΩΝΙ ΔΑΠΕΔΟΥ ΜΕ ΣΧΑΡΑ ΑΝΟΙΞΙΔΩΤΗ
	ΣΙΦΩΝΙ ΔΑΠΕΔΟΥ DALLMER TYPE 616
	ΓΩΝΙΑΚΟ ΣΙΦΩΝΙ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ ΔΩΜΑΤΟΣ
	ΠΛΑΓΙΟ ΣΙΦΩΝΙ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΟΜΒΡΙΩΝ ΔΩΜΑΤΟΣ
	ΤΑΠΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ
	ΦΡΕΑΤΙΟ ΔΙΚΤΥΟΥ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ - ΟΜΒΡΙΩΝ
	ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΑΝΤΛΙΑ
	ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΑΘΜΗΣ ΣΤΟ ΙΔΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ
	ΚΑΠΕΛΟ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ
	ΟΛΕΣ ΟΙ ΕΙΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΧΑΡΕΣ ΘΑ ΕΙΝΑΙ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΕΣ ΒΑΡΕΟΣ ΤΥΠΟΥ D400 ΤΥΠΟΥ SAINT GOBAIN.

Σχήμα 22, Υπόμνημα Συμβόλων Μελέτης Αποχέτευσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

7.1 Γενική Περιγραφή Κτηρίου

Σε αυτήν τη ενότητα, γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη κτηρίου, σχετικά με τη θέση του και τον περιβάλλοντα χώρο, τη χρήση και το προφίλ λειτουργίας των επιμέρους τμημάτων (χώρων) του.

7.2 Γενικά Στοιχεία Κτηρίου

Το υπό μελέτη κτήριο θα ανεγερθεί στην οδό "ΡΟΔΙΟΥ" ΑΡΕΙΑΣ ΔΕ ΝΑΥΠΛΙΟΥ ΔΗΜΟΥ ΝΑΥΠΛΙΟΥ - ΕΚΤΟΣ ΣΧΕΔΙΟΥ -ΕΝΤΟΣ ΖΩΝΗΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥ 1923 ΑΡΕΙΑΣ

Πρόκειται για κτήριο με δύο θερμαινόμενες ζώνες και μία θερμαινόμενη ζώνη που εκτείνονται σε 3 επίπεδα.

Η κύρια χρήση του κτηρίου είναι Μονοκατοικία

Πίνακας 2.1. Επιμέρους χρήσεις χώρων του κτηρίου και επιφάνειες αυτών.

Θερμική ζώνη	Επίπεδο	Χρήση ζώνης	Επιφάνεια [m ²]
Ζώνη χαμηλή	ΙΣΟΓΕΙΟ	Μονοκατοικία	105.41
Ζώνη χαμηλή	Α ΟΡΟΦΟΥ	Μονοκατοικία	102.17
Ζώνη χαμηλή	ΥΠΟΓΕΙΟ	Μονοκατοικία	24.60
Ζώνη χαμηλή	Α ΟΡΟΦΟΥ ΧΑΜΗΛΟ1	Μονοκατοικία	0.00
Ζώνη χαμηλή	ΑΟΡΟΦΟΥ ΧΑΜΗΛΟ2	Μονοκατοικία	0.00
Ζώνη χαμηλή	ΔΩΜΑΤΑ	Μονοκατοικία	0.00
Ζώνη χαμηλή	ΔΩΜΑΤΑ ΧΑΜΗΛΑ	Μονοκατοικία	0.00
ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ	ΥΠΟΓΕΙΟ	Μη θερμαινόμενη	159.61
Ζώνη ψηλή	ΙΣΟΓΕΙΟ	Μονοκατοικία	129.42
Ζώνη ψηλή	Α ΟΡΟΦΟΥ	Μονοκατοικία	107.12
Ζώνη ψηλή	ΥΠΟΓΕΙΟ	Μονοκατοικία	41.38
Ζώνη ψηλή	Α ΟΡΟΦΟΥ ΧΑΜΗΛΟ1	Μονοκατοικία	0.00
Ζώνη ψηλή	ΑΟΡΟΦΟΥ ΧΑΜΗΛΟ2	Μονοκατοικία	0.00
Ζώνη ψηλή	ΔΩΜΑΤΑ	Μονοκατοικία	0.00
Ζώνη ψηλή	ΔΩΜΑΤΑ ΧΑΜΗΛΑ	Μονοκατοικία	0.00
		Σύνολο:	669.71
			± 0.00
			669.71

Πίνακας 25

Όπως αναφέρθηκε, το κτήριο θα ανεγερθεί εντός του πυκνοκατοικημένου αστικού ιστού μη επιτρέποντας ουσιαστικά την βέλτιστη εφαρμογή των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Παρ' όλα αυτά, η τοποθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο θα γίνει με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να γίνει δυνατή η μερική τουλάχιστον εκμετάλλευση των βασικών κλιματικών παραμέτρων.

Οι κατακόρυφες γωνίες σκιάς (Vertical Shadow Angle) υπολογίζονται από την σχέση:

$$VSA = \arctan (\tan(\alpha)/\cos(HSA))$$

όπου:

α : το ηλιακό ύψος και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 και

HSA: η οριζόντια γωνία σκιάς (Horizontal Shadow Angle).

H, οριζόντια γωνία σκιάς (HSA) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$HSA = |\gamma_s - \gamma| \beta_{\text{max}} \neq 90^\circ$$

όπου:

γ_s : το ηλιακό αζιμούθιο και υπολογίζεται σύμφωνα με της σχέση 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010

γ : το αζιμούθιο της όψης.

Στις παραπάνω σχέσεις καθώς και στις σχέσεις 4.11 και 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. η αφετηρία μέτρησης του αζιμουθίου ορίζεται ο νότος, και λαμβάνει θετικές και αρνητικές τιμές.

7.5 Χωροθέτηση Λειτουργιών Στο Κτήριο

Ο εσωτερικός σχεδιασμός και οι διαμόρφωση των χώρων στο κτήριο, έγιναν με γνώμονα τη μέγιστη εκμετάλλευση ή την αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με την εποχή. Οι κύριοι χώροι θα τοποθετηθούν στο νότιο προσανατολισμό, ενώ στον ανατολικό θα τοποθετηθούν οι κουζίνες ούτως ώστε κατά τους χειμερινούς μήνες να γίνει δυνατή η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας τις πρωινές ώρες, ενώ κατά τους θερινούς μήνες να είναι ευχάριστη η χρήση των χώρων προτού η εξωτερική θερμοκρασία να ανέβει αισθητά. Τα δωμάτια θα τοποθετηθούν στους δυτικούς προσανατολισμούς ούτως ώστε να είναι δυνατή η χρήση του φυσικού δροσισμού ακόμη και κατά τις πρώτες πρωινές ώρες κατά τη θερινή περίοδο.

7.6 Φυσικός Φωτισμός

Σε όλους τους κύριους χώρους των διαμερισμάτων θα τοποθετηθούν ανοίγματα τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φυσικό φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχει ειδική πρόνοια να τοποθετηθούν μεγάλα ανοίγματα.

Στους χώρους των καταστημάτων οι μεγάλες γυάλινες επιφάνειες της νότιας, της ανατολικής και της δυτικής όψης θα προσφέρουν άπλετο φυσικό φωτισμό.

7.7 Έλεγχος Θερμομονωτικής Επάρκειας Δομικών Στοιχείων Κτηρίου

Σύμφωνα με το άρθρο 8.2.1.1 του Κ.Εν.Α.Κ. 2017 τα επιμέρους δομικά στοιχεία του κελύφους του εξεταζόμενου κτηρίου ή κτηριακής μονάδας, πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 4.1. (Πίνακας Γ.1 ΚΕΝΑΚ 2017) Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων (U_{max}), ανά κλιματική ζώνη, για νέα κτίρια

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [$W/(m^2 \cdot K)$]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_R	0,45	0,40	0,35	0,30
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	U_{RU}	1,10	0,80	0,65	0,60
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	U_{RB}	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_T	0,55	0,45	0,40	0,35
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	U_{TU}	1,30	0,90	0,70	0,65
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	U_{TB}	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτές)	U_{FA}	0,45	0,40	0,35	0,30
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	U_{FU}	1,10	0,80	0,65	0,60
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	U_{FB}	1,10	0,80	0,65	0,60
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_W	2,80	2,60	2,40	2,20
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	U_{WU}	5,00	4,60	4,30	4,00
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_w	2,80	2,60	2,40	2,20
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	U_{wu}	5,00	4,60	4,30	4,00
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_{Wg}	2,10	1,90	1,75	1,70
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	U_{Wgu}	3,80	3,40	3,00	2,80

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.1.

Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.2.

1) Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικού στοιχείου

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_s + R_a}$$

όπου:

d_j το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,

λ_j ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j ,

R_i και R_a οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και

R_s η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα.

Αντίστοιχα ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w υπολογίζεται από τη σχέση:

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

όπου:

U_f ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

U_g ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

A_f το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

A_g το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

l_g το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και

Ψ_g ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει

$$U < U_{\delta, \sigma, \max}$$

όπου:

Ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων

$U_{\delta, \sigma, \max}$ η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο (πίνακας 4.1).

2) Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα 4.1, απαιτείται και το κτήριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^p l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j}$$

όπου:

A_j το εμβαδό δομικού στοιχείου j ,

U_j ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j ,

Ψ_i ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i ,

l_i το μήκος της θερμογέφυρας i και

b μειωτικός συντελεστής.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

$$U_m < U_{m, \max}$$

Όπου $U_{m, \max}$ είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου και δίνεται στον πίνακα 4.1.

Σε περίπτωση που $U_m > U_{\text{απαιτ}}$ ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει μία εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

1. να βελτιώσει την θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
2. να βελτιώσει την θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
3. να μειώσει την δημιουργία θερμογεφυρών στο κτηριακό κέλυφος, τροποποιώντας τον σχεδιασμό των δομικών στοιχείων στα οποία οφείλονται αυτές.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων», για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών, ο μελετητής θα πρέπει :

να κάνει αναλυτικά τους υπολογισμούς με χρήση των πινάκων 15α έως και 15ιβ της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017.

Ο μειωτικός συντελεστής b_u υπολογίζεται με χρήση της σχέσης 2.25 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017.

Εναλλακτικά, και για λόγους απλοποίησης, μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,5.

Στην παρούσα μελέτη ακολουθείται η απλουστευμένη μέθοδος υπολογισμού και ο μειωτικός συντελεστής b_u θεωρείται ίσος με 0,5.

7.8 Γενικά Στοιχεία Κτηριακού Κελύφους

Το κτήριο θα κατασκευαστεί στη περιοχή "ΡΟΔΙΟΥ" ΑΡΕΙΑΣ ΔΕ ΝΑΥΠΛΙΟΥ - οπότε βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. ανήκει στη Α κλιματική ζώνη. Κάθε δομικό στοιχείο πρέπει να έχει συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από αυτούς που δίνονται στον πίνακα 4.1.

Η συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων και οι υπολογισμοί των θερμικών χαρακτηριστικών των επιφανειών του κτηρίου γίνεται έχοντας υπόψη τα εξής:

1. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και κατ επέκταση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου είναι απαραίτητα όχι μόνο τα θερμικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θερμαινόμενων χώρων, αλλά και αυτά των μη θερμαινόμενων που είναι σε επαφή με τους θερμαινόμενους.
2. Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου που γειτνιάζουν με άλλα θερμαινόμενα κτίρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτηρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (ως να μην υπάρχουν τα γειτονικά κτήρια), ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης θεωρούνται αδιαβατικά.
3. Τα δομικά στοιχεία θερμικής ζώνης του κτηρίου που γειτνιάζουν με άλλη θερμική ζώνη του ίδιου κτηρίου θεωρούνται αδιαβατικά.
4. Οι αδιαφανείς και οι διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό και τον σκιασμό τους.
5. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, για τα κατακόρυφα δομικά αδιαφανή στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, ο συντελεστής σκίασης δύναται να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

7.9 Έλεγχος Θερμομονωτικής Επάρκειας Αδιάφανων Δομικών Στοιχείων

Στον πίνακα 4.3 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου, οι οποίοι πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.ΕΝ.Α.Κ.. Στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά οι υπολογισμοί των συντελεστών θερμοπερατότητας.

Πίνακας 4.3. Συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου.

Περιγραφή δομικού στοιχείου	Κωδικός δομικού στοιχείου	U [W/(m ² ·K)]	U _{max} [W/(m ² ·K)] Πίνακας 4.1
-----------------------------	---------------------------	------------------------------	--

Δοκός 19 cm με Μόνωση 5 cm	T4	0.436	0.550
Ταράτσα με μόνωση 6cm και γαρμπιλόδεμα	R1	0.245	0.450
Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση 6 cm και πλακίδια επί σκυροδέματος	FB1	0.349	1.100
λιθοδομη	T3	0.430	0.550
λιθοδομη με γυψοσανίδα	T1	0.391	0.550
Μονωμένη ταράτσα με μπετόν κλίσης πάνω από μόνωση 8cm	R2	0.253	0.450
Τοιχείο 300 mm και μόνωση 60 mm	T2	0.467	0.550

Πίνακας 27

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 για τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας δομικών υλικών με τιμή $\lambda \leq 0,18 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. είναι ενδεικτικές. Οι τιμές που ελήφθησαν υπόψη για τα θερμομονωτικά υλικά προέκυψαν έπειτα από έρευνα αγοράς και με ευθύνη των μελετητών. Στη φάση της ενεργειακής επιθεώρησης που θα γίνει υποχρεωτικά με την αποπεράτωση της κατασκευής και πριν το κλείσιμο του φακέλλου του κτηρίου στα αρμόδια Πολεοδομικά Γραφεία, ο ενεργειακός επιθεωρητής οφείλει να ελέγξει τα δελτία αποστολής των θερμομονωτικών υλικών καθώς και τα κατάλληλα πιστοποιητικά που τα συνοδεύουν. Με βάση τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017, οι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου και στον υπολογισμό κατανάλωσης ενέργειας, είναι οι ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας U_M και όχι αυτοί που δίνονται στον πίνακα 4.2. Ο αναλυτικός υπολογισμός τους γίνεται βάσει της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται στην ενότητα 2.1.6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 και δίνεται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη. Στον πίνακα 4.4 δίνονται συνοπτικά οι ισοδύναμοι συντελεστές U_M των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.

Πίνακας 4.4. Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

Ζώνη	Επίπεδο	Δομικό Στοιχείο	U [W/(m ² ·K)]	Μέσο Βάθος z [m]	U' [W/(m ² ·K)]
Ζώνη χαμηλή	ΥΠΟΓΕΙΟ	Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση 6 cm και πλακίδια επί σκυροδέματος	0.349	0.00	0.320

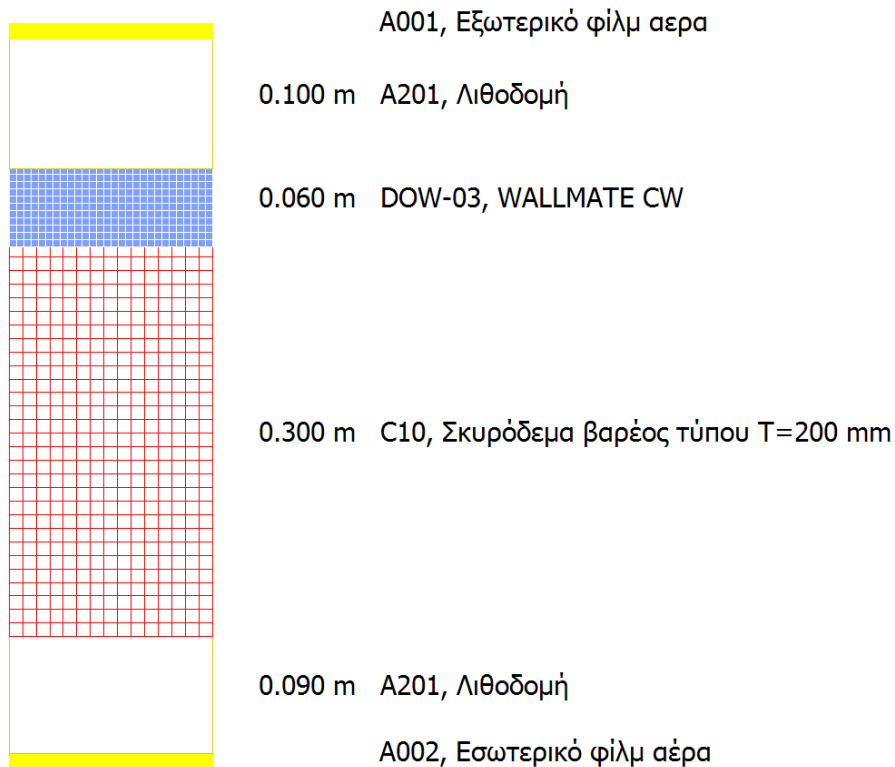
Πίνακας 28

7.10 Υπολογισμός Συντελεστών Θερμοπερατότητας Αδιάφανων Δομικών Στοιχείων

Φύλλο υπολογισμού Δομικού Στοιχείου, Πίνακας 29

Κώδικός	T4	U-value	0.436 W/(m ² ·K)
Περιγραφή	Δοκός 19 cm με Μόνωση 5 cm		
Πάχος	0.550 m	Βάρος	1,111.58 kg/m ²
Θερμοχωρητικότητα			

Στρώσεις δομικού στοιχείου (από έξω προς τα μέσα)							
Α/Α	Κώδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμότητα	Πυκνότητα	Πάχος	Θερμική Αγωγιμότητα	Θερμική Αντίσταση
			C_p	ρ	d	λ	$R=d/\lambda$
			$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	kg/m^3	m	$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	$(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$
1	A001	Εξωτερικό φιλμ αερα					0.040
2	A201	Λιθοδομή		2,300.0	0.100	1.450	0.069
3	DOW-03	WALLMATE CW		28.0	0.060	0.033	1.818
4	C10	Σκυρόδεμα βαρέος τύπου T=200 mm	0.840	2,243.0	0.300	1.731	0.173
5	A201	Λιθοδομή		2,300.0	0.090	1.450	0.062
9	A002	Εσωτερικό φιλμ αέρα					0.130
Σύνολο					0.550		2.293
$U = 1/\Sigma R_i = 1/2.293 = 0.436 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$							
Τομή δομικού στοιχείου							



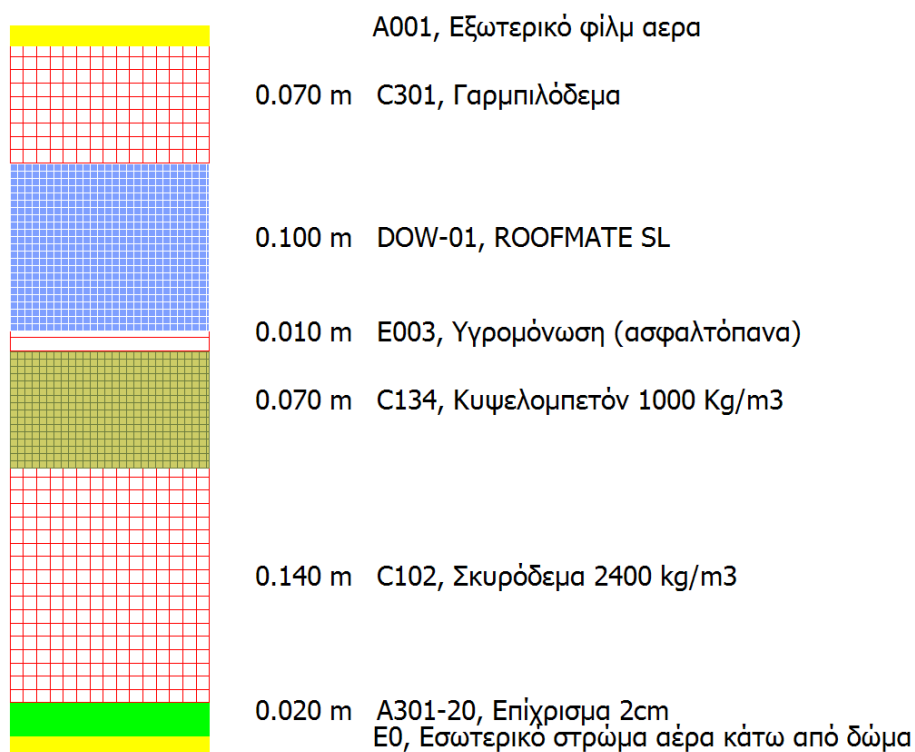
Σχήμα 24

Κώδικός	R1	U-value	0.245 W/(m ² ·K)
Περιγραφή	Ταράτσα με μόνωση 6cm και γαρμπιλόδεμα		
Πάχος	0.410 m	Βάρος	560.20 kg/m ²
Θερμοχωρητικότητα			

Στρώσεις δομικού στοιχείου (από έξω προς τα μέσα)								
Α/Α	Κώδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμοότητα	Πυκνότητα	Πάχος	Θερμική Αγωγιμότητα	Θερμική Αντίσταση	
			C _p	ρ	d	λ	R=d/λ	
			kJ/(kg·K)	kg/m ³	m	W/(m·K)	(m ² ·K)/W	
1	A001	Εξωτερικό φίλμ αερα					0.040	
2	C301	Γαρμπιλόδεμα		1,500.0	0.070	0.638	0.110	
3	DOW-01	ROOFMATE SL		32.0	0.100	0.028	3.571	
4	E003	Υγρομόνωση (ασφαλτόπανα)	1.670	1,000.0	0.010	0.190	0.053	
5	C134	Κυψελομπετόν 1000 Kg/m ³		1,000.0	0.070	0.557	0.126	
6	C102	Σκυρόδεμα 2400 kg/m ³		2,400.0	0.140	2.204	0.064	
7	A301-20	Επίχρισμα 2cm		1,800.0	0.020	0.870	0.023	
8	E0	Εσωτερικό στρώμα αέρα κάτω από δώμα					0.100	
Σύνολο						0.410		4.086
U = 1/ ΣR_i = 1/4.086 = 0.245 W/(m²·K)								

Πίνακας 30

Τομή δομικού στοιχείου



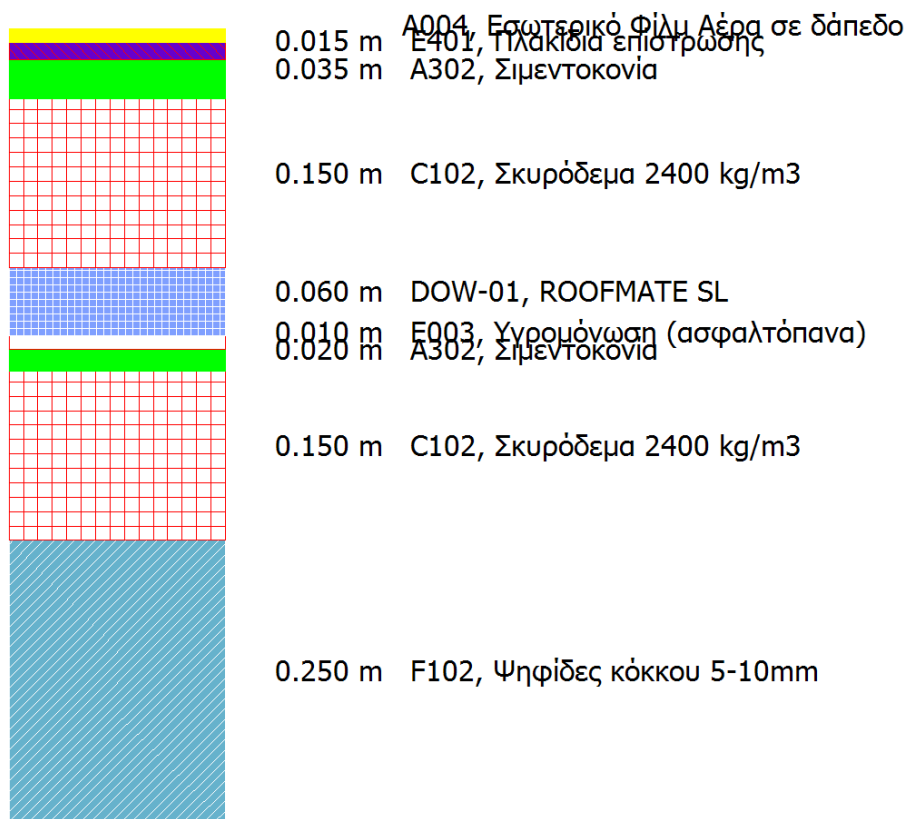
Σχήμα 25

Κώδικος	FB1	U-value	0.349 W/(m ² ·K)
Περιγραφή	Δάπεδο επί εδάφους με μόνωση 6 cm και πλακίδια επί σκυροδέματος		
Πάχος	0.690 m	Βάρος	1,285.92 kg/m ²
Θερμοχωρητικότητα			

Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)							
Α/Α	Κώδικος δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμότητα	Πυκνότητα	Πάχος	Θερμική Αγωγιμότητα	Θερμική Αντίσταση
			C _p	ρ	d	λ	R=d/λ
			Kj/(kg·K)	kg/m ³	m	W/(m·K)	(m ² ·K)/W
1	A004	Εσωτερικό Φίλμ Αέρα σε δάπεδο					0.170
2	E401	Πλακίδια επίστρωσης		2,000.0	0.015	1.050	0.014
3	A302	Σιμεντοκονία		1,800.0	0.035	1.392	0.025
4	C102	Σκυρόδεμα 2400 kg/m ³		2,400.0	0.150	2.204	0.068
5	DOW-01	ROOFMATE SL		32.0	0.060	0.028	2.143
6	E003	Υγρομόνωση (ασφαλτόπανα)	1.670	1,000.0	0.010	0.190	0.053
7	A302	Σιμεντοκονία		1,800.0	0.020	1.392	0.014
8	C102	Σκυρόδεμα 2400 kg/m ³		2,400.0	0.150	2.204	0.068
9	F102	Ψηφίδες κόκκου 5-10mm		1,700.0	0.250	0.810	0.309
Σύνολο					0.690		2.864
U = 1/ ΣR_i = 1/2.864 = 0.349 W/(m²·K)							

Πίνακας 31

Τομή δομικού στοιχείου



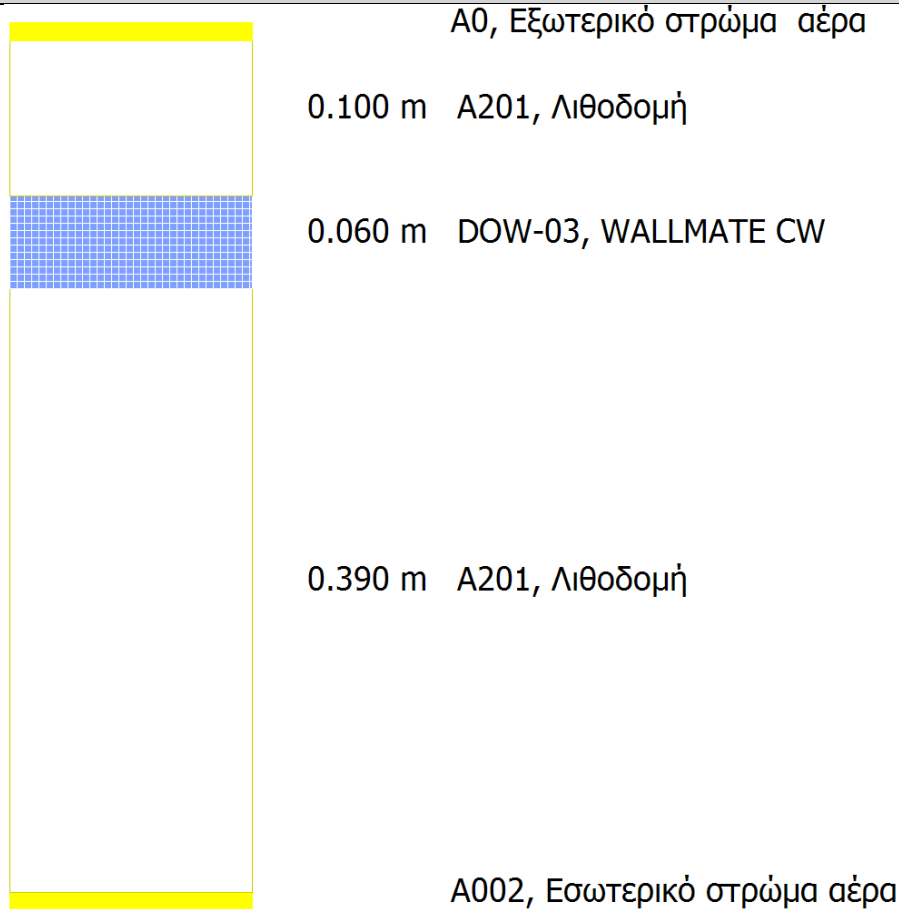
Σχήμα 26

Κώδικός	T3	U-value	0.430 W/(m ² ·K)
Περιγραφή	λιθοδομη		
Πάχος	0.550 m	Βάρος	1,128.68 kg/m ²
Θερμοχωρητικότητα	50.00		

Στρώσεις δομικού στοιχείου (από έξω προς τα μέσα)							
A/A	Κώδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμοτότητα	Πυκνότητα	Πάχος	Θερμική Αγωγιμότητα	Θερμική Αντίσταση
			C _p	ρ	d	λ	R=d/λ
			Kj/(kg·K)	kg/m ³	m	W/(m·K)	(m ² ·K)/W
1	A0	Εξωτερικό στρώμα αέρα					0.040
2	A201	Λιθοδομή		2,300.0	0.100	1.450	0.069
3	DOW-03	WALLMATE CW		28.0	0.060	0.033	1.818
4	A201	Λιθοδομή		2,300.0	0.390	1.450	0.269
5	A002	Εσωτερικό στρώμα αέρα					0.130
Σύνολο					0.550		2.326
$U = 1/ \sum R_i = 1/2.326 = 0.430 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$							

Πίνακας 32

Τομή δομικού στοιχείου



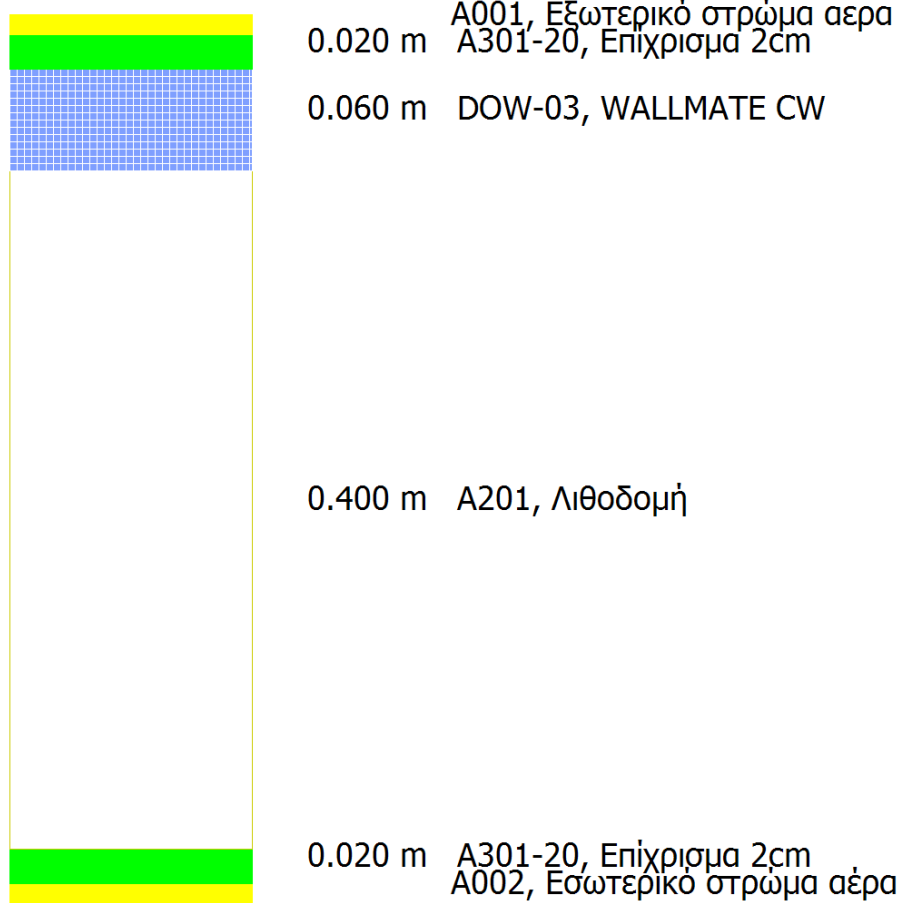
Σχήμα 27

Κώδικός	T1	U-value	0.391 W/(m ² ·K)
Περιγραφή	λιθοδομη με γυψοσανίδα		
Πάχος	0.500 m	Βάρος	993.68 kg/m ²
Θερμοχωρητικότητα			

Στρώσεις δομικού στοιχείου (από έξω προς τα μέσα)							
Α/Α	Κώδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμοτότητα	Πυκνότητα	Πάχος	Θερμική Αγωγιμότητα	Θερμική Αντίσταση
			C _p	ρ	d	λ	R=d/λ
			Kj/(kg·K)	kg/m ³	m	W/(m·K)	(m ² ·K)/W
1	A001	Εξωτερικό στρώμα αερα					0.040
2	A301-20	Επίχρισμα 2cm		1,800.0	0.020	0.870	0.023
3	DOW-03	WALLMATE CW		28.0	0.060	0.029	2.069
4	A201	Λιθοδομή		2,300.0	0.400	1.450	0.276
5	A301-20	Επίχρισμα 2cm		1,800.0	0.020	0.870	0.023
6	A002	Εσωτερικό στρώμα αέρα					0.130
		Σύνολο			0.500		2.561
U = 1/ ΣR_i = 1/2.561 = 0.391 W/(m²·K)							

Πίνακας 33

Τομή δομικού στοιχείου



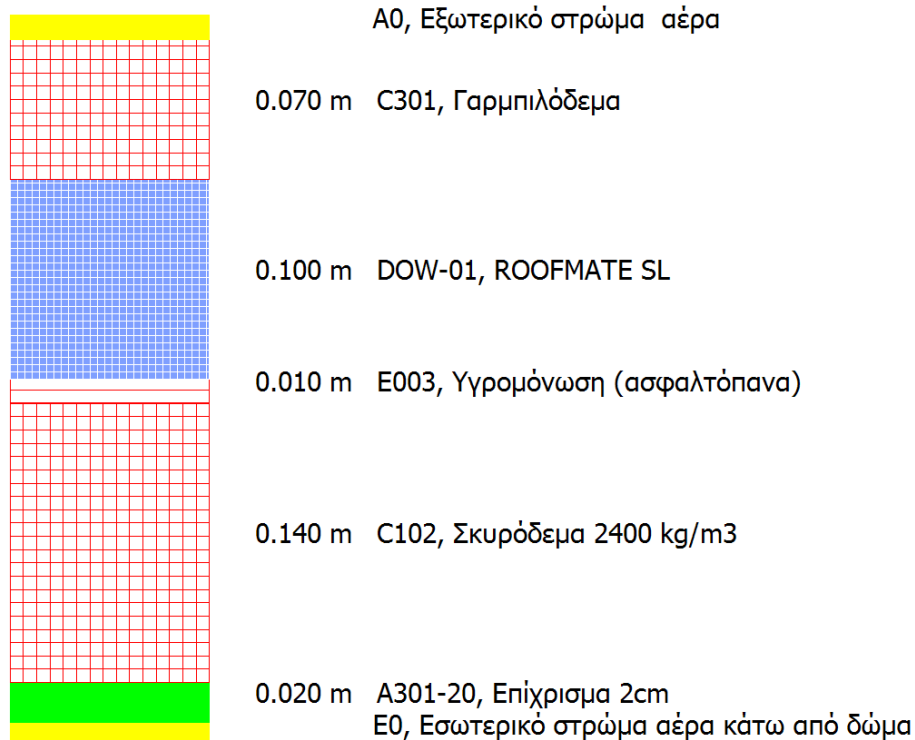
Σχήμα 28

Κώδικός	R2	U-value	0.253 W/(m ² ·K)
Περιγραφή	Μονωμένη ταράτσα με μπετόν κλίσης πάνω από μόνωση 8cm		
Πάχος	0.340 m	Βάρος	490.20 kg/m ²
Θερμοχωρητικότητα			

Στρώσεις δομικού στοιχείου (από έξω προς τα μέσα)								
Α/Α	Κώδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμότητα	Πυκνότητα	Πάχος	Θερμική Αγωγιμότητα	Θερμική Αντίσταση	
			C _p	ρ	d	λ	R=d/λ	
			Kj/(kg·K)	kg/m ³	m	W/(m·K)	(m ² ·K)/W	
1	A0	Εξωτερικό στρώμα αέρα					0.040	
2	C301	Γαρμπιλόδεμα		1,500.0	0.070	0.638	0.110	
3	DOW-01	ROOFMATE SL		32.0	0.100	0.028	3.571	
4	E003	Υγρομόνωση (ασφαλτόπανα)	1.670	1,000.0	0.010	0.190	0.053	
5	C102	Σκυρόδεμα 2400 kg/m ³		2,400.0	0.140	2.204	0.064	
6	A301-20	Επίχρισμα 2cm		1,800.0	0.020	0.870	0.023	
7	E0	Εσωτερικό στρώμα αέρα κάτω από δώμα					0.100	
Σύνολο						0.340		3.960
U = 1/ ΣR_i = 1/3.960 = 0.253 W/(m²·K)								

Πίνακας 34

Τομή δομικού στοιχείου



Σχήμα 29

Κώδικός	FU1	U-value	0.433 W/(m ² ·K)
Περιγραφή	Δάπεδα πάνω από ΥΠΟΓΕΙΟ με πλάκα 15 cm μόνωση 5 cm και κάλυψη με πλάκες μαρμάρου		
Πάχος	0.350 m	Βάρος	675.60 kg/m ²
Θερμοχωρητικότητα			

Στρώσεις δομικού στοιχείου (από μέσα προς τα έξω)							
A/A	Κώδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμότητα	Πυκνότητα	Πάχος	Θερμική Αγωγιμότητα	Θερμική Αντίσταση
			C _p	ρ	d	λ	R=d/λ
			kJ/(kg·K)	kg/m ³	m	W/(m·K)	(m ² ·K)/W
Σύνολο					0.000		0.000
U = 1/ ΣR_i = 1/0.000 = 0.433 W/(m²·K)							

Πίνακας 35

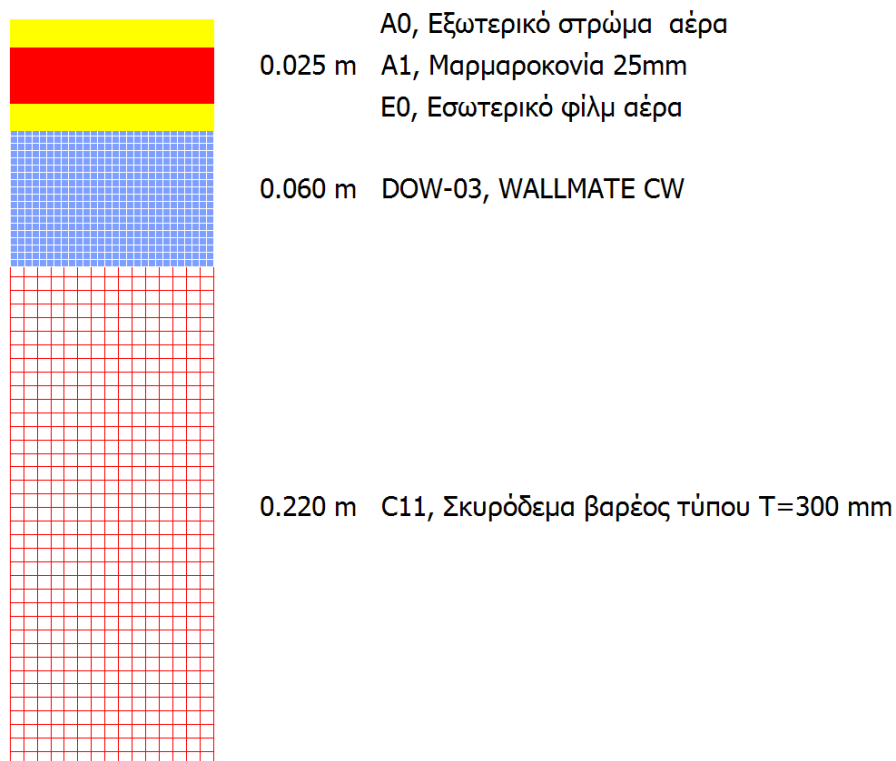
Τομή δομικού στοιχείου

Κώδικός	T2	U-value	0.467 W/(m ² ·K)
Περιγραφή	Τοιχείο 300 mm και μόνωση 60 mm		
Πάχος	0.305 m	Βάρος	541.59 kg/m ²
Θερμοχωρητικότητα			

Στρώσεις δομικού στοιχείου (από έξω προς τα μέσα)							
A/A	Κώδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμότητα	Πυκνότητα	Πάχος	Θερμική Αγωγιμότητα	Θερμική Αντίσταση
			C _p	ρ	d	λ	R=d/λ
			Kj/(kg·K)	kg/m ³	m	W/(m·K)	(m ² ·K)/W
1	A0	Εξωτερικό στρώμα αέρα					0.040
2	A1	Μαρμαροκονία 25mm	0.840	1,858.0	0.025	0.692	0.036
3	E0	Εσωτερικό φίλμ αέρα					0.121
4	DOW-03	WALLMATE CW		28.0	0.060	0.033	1.818
5	C11	Σκυρόδεμα βαρέος τύπου T=300 mm	0.840	2,243.0	0.220	1.731	0.127
Σύνολο					0.305		2.142
U = 1/ ΣR_i = 1/2.142 = 0.467 W/(m²·K)							

Πίνακας 36

Τομή δομικού στοιχείου



Σχήμα 30

7.11 Έλεγχος Θερμομονωτικής Επάρκειας Διάφανων Δομικών Στοιχείων Κτηρίου

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Για τα κουφώματα επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή, με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f = 2,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό και μέσου πλάτους πλαισίου 10cm. Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη 6mm με επίστρωση χαμηλής εκπομπής (low_e) στη θέση 2 (εσωτερική παρειά εξωτερικού υαλοπίνακα) και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι $U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό.

Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της σχέσης 4.2 και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Οι υπολογισμοί αυτοί δίνονται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της σχέσης 4.2 και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017. Οι υπολογισμοί αυτοί δίνονται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

Στον πίνακα 4.5 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων του κτηρίου. Όπως φαίνεται στους πίνακες, οι τιμές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις.

Πίνακας 4.5. Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων

Θερμική Ζώνη: Ζώνη χαμηλή		Επίπεδο: ΙΣΟΓΕΙΟ				
A/A	Νο Κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Εμβαδό κουφώματος [m ²]	U _w κουφώματος [W/(m ² ·K)]	U _{max} [W/(m ² ·K)]
1	W1-1302	4.50	2.22	9.99	1.588	2.800
2	W1-1602	3.30	2.50	8.25	1.609	2.800
3	W1-1702	3.50	2.50	8.75	1.602	2.800
4	W1-2002	4.50	2.50	11.25	1.577	2.800
5	W1-2102	1.35	2.50	3.38	1.782	2.800

Πίνακας 37

Θερμική Ζώνη: Ζώνη χαμηλή		Επίπεδο: Α ΟΡΟΦΟΥ				
A/A	Νο Κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Εμβαδό κουφώματος [m ²]	U _w κουφώματος [W/(m ² ·K)]	U _{max} [W/(m ² ·K)]
1	W1-2402	4.50	2.22	9.99	1.362	2.800
2	W1-3102	4.50	1.78	8.01	1.392	2.800

Πίνακας 38

Θερμική Ζώνη: Ζώνη ψηλή		Επίπεδο: ΙΣΟΓΕΙΟ				
A/A	Νο Κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Εμβαδό κουφώματος [m ²]	U _w κουφώματος [W/(m ² ·K)]	U _{max} [W/(m ² ·K)]
1	W1-1202	1.11	2.50	2.78	1.845	2.800
2	W1-1402	8.57	2.50	21.43	1.536	2.800
3	W1-1502	1.00	2.50	2.50	1.701	2.800
4	W1-1602	4.70	2.50	11.75	1.339	2.800
5	W1-1702	0.90	2.50	2.25	1.928	2.800
6	W1-1802	2.45	2.22	5.44	1.552	2.800
7	W1-1203	1.11	2.50	2.78	1.845	2.800
8	W1-1503	1.25	2.50	3.13	1.659	2.800
9	W1-1703	2.60	2.50	6.50	1.712	2.800
10	W1-1504	1.25	2.50	3.13	1.659	2.800

Πίνακας 39

Θερμική Ζώνη: Ζώνη ψηλή		Επίπεδο: Α ΟΡΟΦΟΥ				
A/A	Νο Κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Εμβαδό κουφώματος [m ²]	U _w κουφώματος [W/(m ² ·K)]	U _{max} [W/(m ² ·K)]
1	W1-2102	4.70	3.14	14.76	1.316	2.800
2	W1-2202	0.35	1.00	0.35	2.176	2.800
3	W1-2302	4.70	2.50	11.75	1.339	2.800
4	W1-2402	0.35	1.00	0.35	2.176	2.800
5	W1-2203	0.35	1.00	0.35	2.176	2.800
6	W1-2403	0.35	1.00	0.35	2.176	2.800
7	W1-2204	0.35	1.00	0.35	2.176	2.800
8	W1-2404	0.35	1.00	0.35	2.176	2.800
9	W1-2205	0.35	1.00	0.35	2.176	2.800
10	W1-2405	0.35	1.00	0.35	2.176	2.800
11	W1-2406	0.35	1.00	0.35	2.176	2.800
12	W1-2407	0.35	1.00	0.35	2.176	2.800

Πίνακας 40

7.12 Υπολογισμός Συντελεστών Θερμοπερατότητας & Συντελεστών Ηλιακών Κερδών Διαφανών Δομικών Στοιχείων

Κωδικός κουφώματος:	W1					
Τύπος πλαισίου:	Αλουμίνιο με θερμοδιακοπή					
Τύπος υαλοπίνακα:	Δίδυμος υαλοπίνακας 4-12-4 mm με επίστρωση low-e και δ					
Θερμοπερατότητα πλαισίου:	U _f = 2.200 W/(m ² ·K)					
Θερμοπερατότητα υαλοπίνακα:	U _g = 1.400 W/(m ² ·K)					
g υαλοπίνακα σε κάθετη πρόσπτωση:	g = 0.76					
g υαλοπίνακα:	g _{gl} = 0.680					
Γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υαλοπίνακα πλαισίου:	Ψ _g = 0.08 W/(m·K)					
Πλάτος πλαισίου: Αριστερά/Πάνω/Δεξιά/Κάτω	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	m
Κλιματική ζώνη:	Α					

Πίνακας 41

Θερμική Ζώνη:		Ζώνη χαμηλή				Επίπεδο:		ΙΣΟΓΕΙΟ			
Νο κούφωματος	Πλάτος κουφ.	Ύψος κουφ.	Εμβαδό υαλοπ.	Εμβαδό πλαισίου	Εμβαδό κουφ.	Συντ. Πλαισίου	Θερμ.	G _w	U _w	U _{w/max}	Ισχύει η συνθήκη
							I _g				Uβ%αβU _{max} x
		m	m	m ²	m ²	m ²	Συντ. Πλαισίου	m	W/(m ² ·K)		W/(m ² ·K)
W1-2102	1.35	2.50	2.98	0.40	3.38	0.118	12.14	0.60	1.782	2.800	NAI
W1-2002	4.50	2.50	10.60	0.65	11.25	0.058	18.44	0.64	1.577	2.800	NAI
W1-1702	3.50	2.50	8.18	0.57	8.75	0.065	16.44	0.64	1.602	2.800	NAI
W1-1302	4.50	2.22	9.37	0.62	9.99	0.062	17.32	0.64	1.588	2.800	NAI
W1-1602	3.30	2.50	7.70	0.55	8.25	0.067	16.04	0.63	1.609	2.800	NAI

Πίνακας 42

Θερμική Ζώνη:		Ζώνη ψηλή				Επίπεδο:		ΙΣΟΓΕΙΟ			
No κούφωματος	Πλάτος κουφ.	Ύψος κουφ.	Εμβαδό υαλοπ.	Εμβαδό πλαisiού	Εμβαδό κουφ.	Συντ. πλαisiού	Θερμ. I_g	g_w	U_w	$U_{w/max}$	Ισχύει η συνθήκη
		m	m	m ²	m ²	m ²	Συντ. πλαisiού				m
		W1-1702	0.90	2.50	1.89	0.36	2.25	0.161	11.24	0.57	1.928
W1-1202	1.11	2.50	2.40	0.38	2.78	0.137	11.66	0.59	1.845	2.800	NAI
W1-1203	1.11	2.50	2.40	0.38	2.78	0.137	11.66	0.59	1.845	2.800	NAI
W1-1402	8.57	2.50	20.45	0.98	21.43	0.046	26.58	0.65	1.536	2.800	NAI

Πίνακας 43

Κωδικός κουφώματος:	W2					
Τύπος πλαisiού:	Αλουμίνιο με θερμοδιακοπή					
Τύπος υαλοπίνακα:	Δίδυμος υαλοπίνακας 4-12-4 mm με επίστρωση low-e και δ					
Θερμοπερατότητα πλαisiού:						$U_f = 2.200 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
Θερμοπερατότητα υαλοπίνακα:						$U_g = 1.400 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
g υαλοπίνακα σε κάθετη πρόσπτωση:						$g = 0.76$
g υαλοπίνακα:						$g_{gl} = 0.680$
Γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υαλοπίνακα πλαisiού:						$\Psi_g = 0.08 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
Πλάτος πλαisiού: Αριστερά/Πάνω/Δεξιά/Κάτω	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	m
Κλιματική ζώνη:	A					

Πίνακας 44

Θερμική Ζώνη:		Ζώνη ψηλή				Επίπεδο:		ΙΣΟΓΕΙΟ			
No κούφωματος	Πλάτος κουφ.	Ύψος κουφ.	Εμβαδό υαλοπ.	Εμβαδό πλαisiού	Εμβαδό κουφ.	Συντ. πλαisiού	Θερμ. I_g	g_w	U_w	$U_{w/max}$	Ισχύει η συνθήκη
		m	m	m ²	m ²	m ²	Συντ. πλαisiού				m
		W2-1703	2.60	2.50	5.90	0.60	6.50	0.092	19.40	0.62	1.712

Πίνακας 44

Κωδικός κουφώματος:	W3					
Τύπος πλαisiού:	Αλουμίνιο με θερμοδιακοπή					
Τύπος υαλοπίνακα:	Δίδυμος υαλοπίνακας 4-12-4 mm με επίστρωση low-e και δ					
Θερμοπερατότητα πλαisiού:						$U_f = 2.200 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
Θερμοπερατότητα υαλοπίνακα:						$U_g = 1.400 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
g υαλοπίνακα σε κάθετη πρόσπτωση:						$g = 0.76$
g υαλοπίνακα:						$g_{gl} = 0.680$
Γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υαλοπίνακα πλαisiού:						$\Psi_g = 0.08 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
Πλάτος πλαisiού: Αριστερά/Πάνω/Δεξιά/Κάτω	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	m
Κλιματική ζώνη:	A					

Πίνακας 45

Θερμική Ζώνη:		Ζώνη ψηλή				Επίπεδο:		ΙΣΟΓΕΙΟ			
No κούφωματος	Πλάτος κουφ.	Ύψος κουφ.	Εμβαδό υαλοπ.	Εμβαδό πλαισίου	Εμβαδό κουφ.	Συντ. πλαισίου	Θερμ.	g _w	U _w	U _{w/max}	Ισχύει η συνθήκη
		m	m	m ²	m ²	m ²	I _g				U _w /(m ² ·K)
							Συντ. πλαισίου	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)		
W3-1502	1.00	2.50	2.23	0.27	2.50	0.109	6.68	0.61	1.701	2.800	NAI
W3-1503	1.25	2.50	2.83	0.29	3.13	0.094	7.18	0.62	1.659	2.800	NAI
W3-1504	1.25	2.50	2.83	0.29	3.13	0.094	7.18	0.62	1.659	2.800	NAI

Πίνακας 46

Θερμική Ζώνη:		Ζώνη ψηλή				Επίπεδο:		Α ΟΡΟΦΟΥ			
No κούφωματος	Πλάτος κουφ.	Ύψος κουφ.	Εμβαδό υαλοπ.	Εμβαδό πλαισίου	Εμβαδό κουφ.	Συντ. πλαισίου	Θερμ.	g _w	U _w	U _{w/max}	Ισχύει η συνθήκη
		m	m	m ²	m ²	m ²	I _g				U _w /(m ² ·K)
							Συντ. πλαισίου	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)		
W3-2202	0.35	1.00	0.25	0.10	0.35	0.290	2.38	0.48	2.176	2.800	NAI
W3-2203	0.35	1.00	0.25	0.10	0.35	0.290	2.38	0.48	2.176	2.800	NAI
W3-2402	0.35	1.00	0.25	0.10	0.35	0.290	2.38	0.48	2.176	2.800	NAI
W3-2403	0.35	1.00	0.25	0.10	0.35	0.290	2.38	0.48	2.176	2.800	NAI
W3-2404	0.35	1.00	0.25	0.10	0.35	0.290	2.38	0.48	2.176	2.800	NAI
W3-2405	0.35	1.00	0.25	0.10	0.35	0.290	2.38	0.48	2.176	2.800	NAI
W3-2406	0.35	1.00	0.25	0.10	0.35	0.290	2.38	0.48	2.176	2.800	NAI
W3-2407	0.35	1.00	0.25	0.10	0.35	0.290	2.38	0.48	2.176	2.800	NAI
W3-2204	0.35	1.00	0.25	0.10	0.35	0.290	2.38	0.48	2.176	2.800	NAI
W3-2205	0.35	1.00	0.25	0.10	0.35	0.290	2.38	0.48	2.176	2.800	NAI

Πίνακας 47

Κωδικός κουφώματος:	W4						
Τύπος πλαισίου:	Αλουμίνιο με θερμοδιακοπή						
Τύπος υαλοπίνακα:	Δίδυμος υαλοπίνακας 4-12-4 mm με επίστρωση low-e και δ						
Θερμοπερατότητα πλαισίου:	U _f = 2.000 W/(m ² ·K)						
Θερμοπερατότητα υαλοπίνακα:	U _g = 1.000 W/(m ² ·K)						
g υαλοπίνακα σε κάθετη πρόσπτωση:	g = 0.67						
g υαλοπίνακα:	g _{gl} = 0.600						
Γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υαλοπίνακα πλαισίου:	Ψ _g = 0.11 W/(m·K)						
Πλάτος πλαισίου: Αριστερά/Πάνω/Δεξιά/Κάτω	0.04	0.04	0.04	0.04	m		
Κλιματική ζώνη:	Α						

Πίνακας 48

Θερμική Ζώνη:		Ζώνη χαμηλή				Επίπεδο:		Α ΟΡΟΦΟΥ			
No κούφωματος	Πλάτος κουφ.	Ύψος κουφ.	Εμβαδό υαλοπ.	Εμβαδό πλαισίου	Εμβαδό κουφ.	Συντ. πλαισίου	Θερμ.	g _w	U _w	U _{w/max}	Ισχύει η συνθήκη
											W/(m ² ·K)

		m	m	m ²	m ²	m ²	I _g	m		W/(m ² ·K)	Uβ% _{οα} U _{μα} x	
							Συντ. πλαισίου				W/(m ² ·K)	
W4-3102	4.50	1.78	7.31	0.70	8.01	0.087	22.20	0.55	1.392	2.800	NAI	
W4-2402	4.50	2.22	9.20	0.79	9.99	0.079	25.72	0.55	1.362	2.800	NAI	
Θερμική Ζώνη:		Ζώνη ψηλή				Επίπεδο:		ΙΣΟΓΕΙΟ				
No κούφωματος	Πλάτος κουφ.	Υψος κουφ.	Εμβαδό υαλοπ.	Εμβαδό πλαισίου	Εμβαδό κουφ.	Συντ. πλαισίου	Θερμ. I _g	g _w	U _w	U _{w/max}	Ισχύει η συνθήκη	
		m	m	m ²	m ²	m ²	Συντ. πλαισίου				m	W/(m ² ·K)
W4-1602	4.70	2.50	10.89	0.86	11.75	0.073	28.36	0.56	1.339	2.800	NAI	
W4-1802	2.45	2.22	4.82	0.62	5.44	0.115	21.62	0.53	1.552	2.800	NAI	

Πίνακας 49

Θερμική Ζώνη:		Ζώνη ψηλή				Επίπεδο:		Α ΟΡΟΦΟΥ				
No κούφωματος	Πλάτος κουφ.	Υψος κουφ.	Εμβαδό υαλοπ.	Εμβαδό πλαισίου	Εμβαδό κουφ.	Συντ. πλαισίου	Θερμ. I _g	g _w	U _w	U _{w/max}	Ισχύει η συνθήκη	
		m	m	m ²	m ²	m ²	Συντ. πλαισίου				m	W/(m ² ·K)
W4-2102	4.70	3.14	13.77	0.99	14.76	0.067	33.48	0.56	1.316	2.800	NAI	
W4-2302	4.70	2.50	10.89	0.86	11.75	0.073	28.36	0.56	1.339	2.800	NAI	

Πίνακας 50

7.13 Έλεγχος Θερμομονωτικής Επάρκειας Κτηρίου

Για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του λόγου της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας των θερμαινόμενων τμημάτων του κτηρίου προς τον όγκο τους. Στο Τεύχος Υπολογισμών δίνεται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού του λόγου A/V.

Όπως προέκυψε $A/V = 0.744 \text{ m}^{-1}$ το οποίο από τον πίνακα 4.1 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max} = 0.894 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Στον πίνακα 4.6 δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των U_{xA} , καθώς και τα αθροίσματα των $\Psi_{\chi l}$. Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ισούται με:

$$U_m = 0.570 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{m,max} = 0.894 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Συνεπώς, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας U_m , το κτήριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο. Στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά όλοι οι υπολογισμοί.

Πίνακας 4.6. Συγκεντρωτικά στοιχεία κτηρίου

A/A	Κέλυφος κτηρίου	Σύμβολο	$\Sigma(A_j)$ [m ²]	$\Sigma(A_j \cdot U_j \cdot b)$ [W/K]	$\Sigma(l_i)$ [m]	$\Sigma(l_i \cdot \Psi_i \cdot b)$ [W/K]
1	Οριζόντιες ή κεκλιμένες επιφάνειες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	R	283.80	71.303	0.000	0.000
2	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	T	454.72	192.998	124.783	12.478
3	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	TU	33.88	7.600	0.000	0.000
4	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους	TU _j	0.00	0.000	0.000	0.000
5	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	TB	81.45	17.919	0.000	0.000
6	Δάπεδο PILOTIS	FA	0.00	0.000	0.000	0.000
7	Δάπεδα σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	FU	0.00	0.000	0.000	0.000
8	Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	FB	24.60	7.871	0.000	0.000
9	Κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	W	163.16	255.057	260.440	28.205
10	Γυάλινες προσόψεις σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	W _g	0.00	0.000	0.000	0.000
11	Κουφώματα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	WU	0.00	0.000	0.000	0.000
12	Γυάλινες προσόψεις σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	W _{gU}	0.00	0.000	0.000	0.000
13	Σύνολο	-	1,041.60	552.746	385.223	40.683

Πίνακας 51

$$5\Sigma(A_j \cdot U_j \cdot b) = 553 \text{ W/K}$$

$$\Sigma(l_i \cdot \Psi_i \cdot b) = 41 \text{ W/K}$$

$$\Sigma(A_j) = 1,042 \text{ m}^2$$

$$U_m = (\Sigma(A_j \cdot U_j \cdot b) + \Sigma(l_i \cdot \Psi_i \cdot b)) / \Sigma(A_j) = 0.570 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

7.13.1 Κατασκευαστικές λύσεις για την μείωση θερμικών απωλειών λόγω θερμογεφυρών

Τα κουφώματα τοποθετούνται εξωτερικά και σε συνέχεια με τη θερμομόνωση σχεδόν σε όλα τα σημεία. Για την μείωση των απωλειών από τις θερμογέφυρες που δημιουργούνται στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι, υπάρχει συνέχεια της θερμομόνωσης (πάχους 2cm) κάθετα στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι των κουφωμάτων.

7.14 Τεκμηρίωση Ελαχίστων Προδιαγραφών & Σχεδιασμού των Ηλεκτρομηχανολογικών Συστημάτων του Κτηρίου

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια, πρέπει να πληρούν ορισμένες ελάχιστες προδιαγραφές όσον αφορά τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τους, όπως:

- Όπου τοποθετούνται κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) ή μονάδες παροχής νωπού αέρα ή μονάδες εξαερισμού και όσες από αυτές λειτουργούν με νωπό αέρα > 60% της παροχής τους, πρέπει να διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με απόδοση τουλάχιστον 50%.

- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης-κλιματισμού και ZNX, πρέπει να διαθέτουν την ελάχιστη θερμομόνωση που καθορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Ιδιαίτερα τα δίκτυα που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους θα διαθέτουν κατ'ελάχιστον θερμομόνωση πάχους 19mm για θέρμανση-ψύξη-κλιματισμό και 13mm για ZNX, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040$ W/(m.K) στους 20oC (ή ισοδύναμα πάχη άλου πιστοποιημένου θερμομονωτικού υλικού).
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040$ W/(m.K) στους 20oC, και ελάχιστο πάχος 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm (ή ισοδύναμα πάχη άλλων πιστοποιημένων θερμομονωτικών υλικών).
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου θα διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής σε μερικά φορτία, ή άλλο πιστοποιημένο ισοδύναμο σύστημα.
- Σε μεγάλα δίκτυα ανακυκλοφορίας ZNX ανά κλάδους, θα χρησιμοποιούνται κυκλοφορητές με ρύθμιση στροφών ανάλογα με τη ζήτηση σε ZNX.
- Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη τουλάχιστον του 60% των αναγκών σε ZNX από ηλιοθερμικά συστήματα. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν. 3661/08, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ZNX καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παραοχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) είναι μεγαλύτερος από $(1,15 \times 1/\eta)$, όπου «η» είναι ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2009/28/EK. Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του η, ο SPF πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.
- Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτίρια του τριτογενή τομέα πρέπει να έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m² ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.
- Σε κτήρια με πολλές ιδιοκτησίες και κεντρικά συστήματα, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης, ψύξης, καθώς και ZNX (όπου εφαρμόζεται κεντρική παραγωγή/διανομή) και εφαρμόζεται κατανομή δαπανών με θερμιδομέτρηση.
- Σε όλα τα κτίρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου τουλάχιστον ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου.
- Σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα επιβάλλεται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργης ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ'ελάχιστο 0,95.

7.14.1 Ελάχιστες Προδιαγραφές Συστήματος Θέρμανσης Χώρων

Σύμφωνα με την μελέτη θέρμανσης του κτηρίου, το μέγιστο απαιτούμενο θερμικό φορτίο για την θέρμανση του κτηρίου ανέρχεται στις 30 KW. Για τον υπολογισμό της ισχύος της αερόψυκτης κεντρικής αντλίας θερμότητας τύπου VRV, λαμβάνεται συντελεστής προσαύξησης 5%, λόγω θερμικών απωλειών στο δίκτυο διανομής, αλλά και για την επιτάχυνση της έναρξης λειτουργίας. Η θερμική ισχύς της αντλίας θερμότητας θα είναι 35kW και θα λειτουργεί με ηλεκτρισμό.

Η θερμοκρασία λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης θα είναι 45°C για την προσαγωγή και 40°C για την επιστροφή. Η διανομή στους θερμαινόμενους χώρους, θα γίνεται με δισωλήνιο σύστημα, με ένα ζεύγος κεντρικής κατακόρυφης στήλης προσαγωγής-επιστροφής θερμού νερού. Οι κατακόρυφες σωλήνες προσαγωγής θα τροφοδοτούνται μέσω ενός κοινού κεντρικού συλλέκτη (κολλεκτέρ), όπως και οι κατακόρυφες σωλήνες επιστροφής θερμού νερού. Για κάθε τελικό χρήστη, θα υπάρχουν δύο ξεχωριστοί συλλέκτες (κολλεκτέρ) διανομής (προσαγωγή και επιστροφή), από τους οποίους θα αναχωρούν και στους οποίους θα επιστρέφουν όλα τα οριζόντια κυκλώματα θερμού νερού προς και από την ενδοδαπέδια θέρμανση των επιμέρους χώρων κάθε ιδιοκτησίας.

Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. και η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (πίνακας 4.7). Για τις κατακόρυφες στήλες Φ63, το πάχος της μόνωσης σύμφωνα με τους κανονισμούς πρέπει να είναι 13mm, ενώ για τους βρόχους οριζόντιας τοπικής διανομής Φ16, το πάχος της μόνωσης πρέπει να είναι 9mm. Οι οριζόντιες στήλες του δικτύου διανομής, από τους τοπικούς συλλέκτες μέχρι τα δωμάτια, διέρχονται σχεδόν εξ'ολοκλήρου από εσωτερικούς θερμαινόμενους χώρους, όπου δεν απαιτείται θερμομόνωση των σωληνώσεων.

Οι κατακόρυφες στήλες του δικτύου θα θερμομονωθούν στο σύνολό τους.

Η κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης θα διαθέτει σύστημα αντιστάθμισης, για την κάλυψη των μερικών φορτίων θέρμανσης, με την χρήση τετράοδης βάνας αυτόματης ρύθμισης κυκλοφορίας νερού. Ο κυκλοφορητής της διανομής θερμού νερού θέρμανσης θα έχει ονομαστική ηλεκτρική ισχύ 1,5 kW και θα είναι μεταβλητού αριθμού στροφών και παροχής για σταθερό μανομετρικό (inverter Δv-cP).

7.14.2 Ελάχιστες Προδιαγραφές Συστήματος Ψύξης

Σύμφωνα με την μελέτη ψύξης του κτηρίου θα εγκατασταθεί κεντρική αερόψυκτη αντλία θερμότητας τύπου VRV. Σε όλα τα διαμερίσματα θα εγκατασταθούν εσωτερικές μονάδες κρυφής τοποθέτησης αμέσου εκτονώσεως.

Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω 30C, είναι περίπου 22%, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010. Τις βραδυνές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων

ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός τις ημέρες που η εξωτερική θερμοκρασία υπερβαίνει τους 37C) (κατάσταση καύσωνα).

Στον πίνακα 5.1, δίνονται αναλυτικά, η ψυκτική ικανότητα (kW), η ονομαστική απορροφούμενη (καταναλισκόμενη) ηλεκτρική ισχύς (kW) και ο δείκτης αποδοτικότητας EER των αερόψυκτων αντλιών θερμότητας που θα εγκατασταθούν στις επιμέρους ιδιοκτησίες του κτηρίου, σύμφωνα με τις μονάδες που επιλεχτήκαν κατά την μελέτη ψύξης.

Πίνακας 5.1. Τεχνικά χαρακτηριστικά αντλιών θερμότητας για την ψύξη κάθε θερμοκλής ζώνης

Θερμική ζώνη: Ζώνη χαμηλή					
Περιγραφή	Τύπος	Ποσοστό κάλυψης φορτίου ψύξης [%]	Ψυκτική Ικανότητα [kW]	Απορ. Ισχύς [kW]	Δείκτης απόδοτ. EER
Εγκατάσταση παραγωγής ψύξης χαμηλή ζώνη	Αερόψυκτη Α.Θ.	50	28.00	5.43	5.16

Πίνακας 5.1. Τεχνικά χαρακτηριστικά αντλιών θερμότητας για την ψύξη κάθε θερμοκλής ζώνης

Θερμική ζώνη: Ζώνη ψηλή					
Περιγραφή	Τύπος	Ποσοστό κάλυψης φορτίου ψύξης [%]	Ψυκτική Ικανότητα [kW]	Απορ. Ισχύς [kW]	Δείκτης απόδοτ. EER
Παραγωγής Ψύξης ψηλή ζώνη	Αερόψυκτη Α.Θ.	50	28.00	5.43	5.16

Πίνακας 52

7.14.3 Ελάχιστες Προδιαγραφές Συστήματος Αερισμού

Οι απαιτήσεις ελάχιστου αερισμού του κτηρίου όσον αφορά τα διαμερίσματα, καλύπτονται μέσω φυσικού αερισμού και σύμφωνα με τα οριζόμενα στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παρ. 2.4.3, πίνακας 2.3). Η απαίτηση για νωπό αέρα των κατοικιών ορίζεται στα 0,75 m³/h/m²επιφάνειας δαπέδου.

Το κτήριο, αναλόγως τη χρήση του, καλύπτει τις ανάγκες του για αερισμό μέσω φυσικού ή τεχνικού αερισμού και σύμφωνα πάντα με τις ελάχιστες απαιτήσεις νωπού αέρα που ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 στην παράγραφο 2.4.3 (πίνακας 2.3)

7.15 Σχεδιασμός Συστήματος Παραγωγής ΖΝΧ

Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) για το υπό μελέτη τμήμα ορίζεται στην παράγραφο 2.5 (πίνακας 2.5) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 ανά χρήση. Οι καταναλώσεις ανά χρήση του κτηρίου είναι:

Πίνακας 5.1. Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) σε lit/day ανά θερμική ζώνη του κτηρίου

Ζώνη	Χρήση	Επιφάνεια [m ²]	Κατανάλωση [l/day]
Ζώνη χαμηλή	Μονοκατοικία	232.18	0
Ζώνη ψηλή	Μονοκατοικία	277.93	300
		Σύνολο:	300

Πίνακας 53

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο κτήριο είναι: **300.05** (lit/ημέρα). Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 50°C, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου ύδρευσης πόλης για την πόλη ΝΑΥΠΛΙΟ όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών Περιοχών», δίνονται στον πίνακα 5.2. Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q_d σε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου σε Ζ.Ν.Χ. δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \cdot \rho \cdot \Delta T$$

όπου:

V_d [lt /ημέρα] το ημερήσιο φορτίο, V_d= **300.05** (lit/ημέρα),

ρ [kg/lt] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήση, ρ = 0,998 (kg/ lt),

c [kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα του νερού, c = 4,18 kJ/(kg.K),

ΔT [K] ή [°C] η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού δικτύου και ζεστού νερού χρήσης.

Εφαρμόζοντας την πιο πάνω σχέση και για τις θερμοκρασίες νερού δικτύου (πίνακας 5.2), υπολογίστηκε το ημερήσιο θερμικό φορτίο (kWh/ημέρα) για ZNX του κτηρίου για κάθε μήνα, όπως δίνεται στον πίνακα 5.2.

Πίνακας 5.2. Μέση θερμοκρασία δικτύου νερού (°C) και θερμικό φορτίο για ζεστό νερό χρήσης κτηρίου

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Θερμοκρασία νερού δικτύου (°C) ΕΛΟΤ 1291	13.0	12.8	13.8	16.3	19.9	23.8	26.2	26.6	24.9	21.7	18.1	14.8
Μέσο ημερήσιο θερμικό φορτίο για ZNX κτηρίου (kwh / ημέρα)	11.13	11.20	10.85	9.98	8.73	7.37	6.54	6.40	6.99	8.10	9.35	10.50

Πίνακας 54

7.15.1 Ελάχιστες Προδιαγραφές συστήματος για την παραγωγή ZNX

Για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης του υπό μελέτη κτηρίου, θα εγκατασταθούν τα παρακάτω συστήματα, όπως αυτά παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους πίνακες που ακολουθούν.

Οι σχέσεις υπολογισμού για τη συνολική χωρητικότητα και τη θερμική ισχύ είναι σύμφωνες με τις αντίστοιχες που αναφέρονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

7.15.2 Τεκμηρίωση Εγκατάστασης Ηλιακών Συλλεκτών

Το δώμα το κτηρίου είναι περίπου 244m², Η ελεύθερη επιφάνεια του δώματος είναι περίπου 200m². Στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου δεν υπάρχει άλλο φυσικό ή τεχνητό εμπόδιο που να περιορίζει τον ηλιασμό του δώματος.

Για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, εκτιμήθηκε ότι η διαθέσιμη επιφάνεια του δώματος που μπορεί να αξιοποιηθεί αποδοτικά και δεν σκιάζεται κατά την μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας και είναι περίπου 6m².

Για τον υπολογισμό του φορτίου κάλυψης των ηλιακών συλλεκτών στην παρούσα μελέτη, εφαρμόστηκε η μέθοδος καμπυλών f. Η μέθοδος αυτή, δίνει περίπου τα ίδια αποτελέσματα για την κάλυψη του φορτίου ζεστού νερού χρήσης, με την αναλυτική μέθοδο υπολογισμού όπως δίνεται από το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006, και για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης είναι επαρκής. Για το συγκεκριμένο κτήριο, μελετήθηκε η εφαρμογή επίπεδων ηλιακών συλλεκτών στο δώμα του κτηρίου, προκειμένου για την κάλυψη τουλάχιστον του 60% του απαιτούμενου φορτίου για ζεστό νερό χρήσης. Τα στοιχεία των συλλεκτών που επιλέχθηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα 5.2.2. Η βέλτιστη γωνία κλίσης ηλιακών συλλεκτών, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον προσανατολισμό τοποθέτησης τους. Σύμφωνα με τον εμπειρικό κανόνα, για τις ελληνικές περιοχές, η βέλτιστη κλίση ενός ηλιακού συλλέκτη για ετήσια χρήση είναι περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, όπου για την ΝΑΥΠΛΙΟ, είναι 40,5Βΐ. Στο υπό μελέτη κτήριο ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών θα είναι νότιος και η γωνία εγκατάστασης τους θα είναι 40Βΐ. Έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί για επιμέρους γωνίες κλίσεως των ηλιακών συλλεκτών, όπου παρουσιάστηκαν μικρές (αμελητέες) διαφορές στο φορτίο κάλυψης του υπό μελέτη κτηρίου.

Στο πίνακα 5.3. δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας ηλιακής ακτινοβολίας (kWh/m²), για την περιοχή ΝΑΥΠΛΙΟ για οριζόντια επιφάνεια και για επιφάνεια με κλίση 40°.

Πίνακας 5.3. Μέση μηνιαία προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m²) για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Μέση μηνιαία ηλιακή	69.0	84.0	128.0	160.0	203.0	221.0	229.0	206.0	157.0	115.0	75.0	59.0

ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο (kWh/m ²)												
Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο 45° με το νοτινό προσανατολισμό	114.0	114.0	147.0	156.0	177.0	183.0	194.0	193.0	172.0	153.0	121.0	105.0

Πίνακας 55

Προκειμένου για την σωστή τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών και για την αποφυγή αλληλοσκίασης, υπολογίσθηκε η κατάλληλη μεταξύ τους απόσταση τοποθέτησης ως προς τον άξονα βορρά-νότου. Η απόσταση αυτή υπολογίστηκε για την ημέρα του χρόνου με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος που είναι η 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο). Για την περιοχή ΝΑΥΠΛΙΟ (γεωγραφικό πλάτος $\varphi = 0^\circ$), η ηλιακή απόκλιση στις 21 Δεκεμβρίου είναι $\delta = -23.44978^\circ$. Για την ηλιακή απόκλιση αυτή, η ζενιθιακή γωνία (θ_z) κατά το ηλιακό μεσημέρι, είναι περίπου $1.478779E-06^\circ$. Με βάση αυτή τη γωνία και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ηλιακού συλλέκτη, υπολογίζεται η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να απέχουν οι ηλιακοί συλλέκτες μεταξύ τους όταν τοποθετηθούν με γωνία 40° για να μην αλληλοσκιάζονται. Με βάση την ελάχιστη απόσταση τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών, τις διαστάσεις τους και την διαθέσιμη επιφάνεια του δώματος, η οποία δεν παρουσιάζει προβλήματα σκιασμού, εκτιμήθηκε ο αριθμός ηλιακών συλλεκτών που μπορούν να εγκατασταθούν στο υπό μελέτη κτήριο. Στην συνέχεια υπολογίστηκε το φορτίο κάλυψης για τους συγκεκριμένους επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες όπως περιγράφονται στην μελέτη διαστασιολόγησης και την συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό τοποθέτησης. Στον πίνακα 5.4, δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα υπολογισμών για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

Πίνακας 5.4. Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη ZNX από ηλιακούς συλλέκτες

	Μέσο μηνιαίο φορτίο για ZNX (kWh / mo)	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. (kWh / mo)	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. -fi (%)	Ποσοστό αξιοποίησης από Η.Σ. (%)
ΙΑΝ	357	255	71.4	36.9
ΦΕΒ	306	255	83.3	36.9
ΜΑΡ	357	306	85.7	36.9
ΑΠΡ	306	357	116.7	36.9
ΜΑΙ	255	408	160.0	36.9
ΙΟΥΝ	204	408	200.0	36.9
ΙΟΥΛ	204	408	200.0	36.9
ΑΥΓ	204	408	200.0	36.9
ΣΕΠ	204	357	175.0	36.9
ΟΚΤ	255	357	140.0	36.9
ΝΟΕ	306	255	83.3	36.9
ΔΕΚ	306	255	83.3	36.9
Σύνολο:	3,265	4,030		

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών, το μέσο ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου για ζεστό νερό χρήσης ανέρχεται σε **123.4 %**. Τα επιμέρους μηνιαία ποσοστά κάλυψης φορτίου από τους προτεινόμενους ηλιακούς συλλέκτες κυμαίνονται από **71.4 %** έως και **200.0 %**. Η μεγαλύτερη κάλυψη παρουσιάζεται τον μήνα **6** για την δεδομένη κλίση (40°) εγκατάστασης.

Εγκατάσταση μεγαλύτερης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών, θα δημιουργούσε προβλήματα αλληλοσκίασης μεταξύ των επιφανειών, κυρίως τους χειμερινούς μήνες, με συνέπεια να μην υπάρχει αύξηση κάλυψης φορτίου ανάλογη της αύξησης του κόστους. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να μεταβάλλεται η κλίση των ηλιακών συλλεκτών (όχι πάντως μεγαλύτερη των $40B1$) ιδιαίτερα τους εαρινούς και φθινοπωρινούς μήνες, ώστε να υπάρχει ακόμα μεγαλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια κάλυψη των θερμικών φορτίων για ZNX από τους ηλιακούς συλλέκτες.

7.16 Αποτελέσματα Υπολογισμών

Στις επόμενες παραγράφους δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα για τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας (kWh/m^2), όπως:

- Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη.
- Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m^2), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός), ανά θερμική ζώνη και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.).
- Ετήσια ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m^2) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

7.16.1 Κατανάλωση Ενέργειας

Τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη, δίνονται στον πίνακα 7.1. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 7.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

ΚΤΗΡΙΟ

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση (kW/m ²)													
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	Σύνολο
Θέρμανση	3.20	2.20	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	2.50	9.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	6.20	19.00	22.80	21.00	6.60	0.00	0.00	0.00	75.60
Ύγρανση	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ζεστό νερό χρήσης	0.70	0.60	0.70	0.60	0.50	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.60	0.60	6.40

Πίνακας 57

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂

Πίνακας 7.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση : Μονοκατοικία

ΚΤΗΡΙΟ		
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kW/m ²)	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	27.60	9.90
Ψύξη	35.10	23.00
Ζεστό νερό χρήσης	8.80	0.80
Φωτισμός	0.00	0.00
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	0.00
Σύνολο	71.50	33.60

Πίνακας 58

ΚΤΗΡΙΟ		
Καύσιμο	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kW/m ²)	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²)
Ηλεκτρισμός	38.35	13.10
Σύνολο:	38.35	13.10

Πίνακας 59

7.17 Ενεργειακή Κατάταξη Κτηρίου

Χρήση: Μονοκατοικία

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (πίνακας 7.4) του τμήματος του κτηρίου με χρήση: Μονοκατοικία, το κτήριο ανήκει στην κατηγορία 1 A (σχήμα 7.1). Άρα πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ., για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση με την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/(m ² ·έτος)]
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ < 0.33·RR	
0.33·RR < A < 0.5·RR	33.60
0.5·RR < B+ < 0.75·RR	
0.75·RR < B < 1.00·RR	
1.0·RR < Γ < 1.41·RR	
1.41·RR < Δ < 1.82·RR	
1.82·RR < E < 2.27·RR	
2.27·RR < Z < 2.73·RR	
2.73·RR < H	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

Σχήμα 31

Ενεργειακή κατάταξη: A

Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας: 33.60 kWh/m²

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

1. ΕΛΟΤ EN 12831
2. ASHRAE Handbook of Fundamentals 1997
3. ASHRAE Cooling and Heating Load Calculations Principles
4. ASHRAE Handbook of Fundamentals 2013
5. ASHRAE Handbook of Systems and Equipment 2012
6. ASHRAE Handbook of Applications 2011
7. ASHRAE Standards for Natural and Mechanical Ventilation
8. ASHRAE cooling and Heating Load Calculation Manual ASHRAE GRP 158
9. Οικιακές Εγκαταστάσεις Υγιεινής Κ. Schlz
10. Κανονισμός Εσωτερικών Υδραυλικών Εγκαταστάσεων
11. Κανονισμός Λειτουργίας Δικτύου Υδρεύσεως ΕΥΔΑΠ
12. Πρότυπα ΕΛΟΤ και DIN
13. Erlaeterungen zur DIN 4701/83, mit Beispielen, Werner-Verlag
14. Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik
15. Rietschelm, Raiss, Heizz und Klimatechnik, Springer-Verlag
16. Εγχειρίδιο για τον Μηχανικό Θερμάνσεων Garms/Pfeifer
17. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 Β έκδοση
18. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – Κ.ΕΝ.ΑΚ. (ΦΕΚ 2367/Β/12-7-2017)
19. Links

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%AC_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82

<https://eclass.teicrete.gr/modules/document/index.php?course=TM165&download=/527cd43bkec8/563a30d4BT8D.pdf>

<https://renewablelab.files.wordpress.com/2013/04/cf86cebfcf81cf84ceb9ceb1.pdf>

<https://www.jhclima.gr/index.php/daikin/vrv>

<https://www.klimatistiki.gr/products/psyksi/%CF%83%CF%85%CE%BC%CF%80%CE%B9%CE%B5%CF%83%CF%84%CE%AD%CF%82/coperland/scroll>

