



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΞΗΡΑΣ ΔΟΜΗΣΗΣ
ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ FAN COIL**



Νικόλαος Ε. Σιγάλας ΤΜ 6206
Επιβλέπων Καθηγητής : Δημήτρης Αλ. Κατσαπρακάκης

ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
2019



Περιεχόμενα

1.Εισαγωγικές Έννοιες	6
1.1 Ιστορία.....	6
1.1.1 Παλαιολιθική Εποχή.....	6
1.1.2 Αρχαία Κορεατική Εποχή	6
1.1.3 Αρχαία Ελληνορωμαϊκή Εποχή.....	6
1.1.4 Νεότερη – Σύγχρονη Εποχή	7
1.2 Θέρμανση Δαπέδου	7
1.2.1 Θερμική Θαλπωρή.....	7
1.2.2 Κατανομή Θερμότητας.....	8
1.2.3 Λειτουργία Θέρμανσης Δαπέδου	8
2.Συμβατική Θέρμανση Δαπέδου	9
2.1 Τομή Μακέτας Συμβατικής Θέρμανσης Δαπέδου	9
2.2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά – Μεθοδολογία Εγκατάστασης.....	10
2.2.1 Πλεονεκτήματα	11
2.2.2 Μειονεκτήματα.....	12
2.3 Σφάλματα Εγκατάστασης Συμβατικής Θέρμανσης	13
3.Θέρμανση Επιφανειών - Ξηράς Δόμησης	14
3.1 Ξηρά Δόμηση – Εισαγωγικές Έννοιες	14
3.1.1 Ιστορία.....	14
3.1.2 Γύψος - Τεχνικά Χαρακτηριστικά.....	15
3.1.3 Γυψοσανίδα	15
3.1.4 Κατασκευή – Παραγωγή Γυψοσανίδας.....	16
3.2 Θέρμανση Δαπέδου με Χρήση Ινογυψοσανίδας.....	17
3.2.1 Πλεονεκτήματα	17
3.2.2 Μειονεκτήματα.....	18
3.2.3 Σύγκριση Ξηράς Δόμησης Και Συμβατικής Θέρμανσης Δαπέδου	18
3.2.4 Τομή Μακέτας Ξηράς Δόμησης για Δάπεδο.....	19
3.2.5 Τεχνικά Χαρακτηριστικά – Μεθοδολογία Εγκατάστασης.....	20
3.3 Θέρμανση Τοίχου Ξηράς Δόμησης με Χρήση Ινογυψοσανίδας.....	30
3.5.1 Πλεονεκτήματα	30
3.5.2 Μακέτας Ξηράς Δόμησης για Τοίχο	31
3.5.3 Τεχνικά Χαρακτηριστικά – Μεθοδολογία Εγκατάστασης.....	31
3.4 Θέρμανση Οροφής Ξηράς Δόμησης με Χρήση Ινογυψοσανίδας	36
3.4.1 Πλεονεκτήματα	36



3.4.2	Μακέτας Ξηράς Δόμησης για Οροφή	37
3.4.3	Τεχνικά Χαρακτηριστικά – Μεθοδολογία Εγκατάστασης	37
3.5	Συλλέκτης διανομής	42
3.6	Αυτονομία Θέρμανσης Δαπέδου – Θερμοστάτες Χώρου	43
3.7	Αντιστάθμιση	44
4.	Μελέτη θέρμανσης δαπέδου ξηράς δόμησης	45
4.1	Στοιχεία Μελέτης	45
4.1.1	Κάτοψη Κατοικίας	45
4.1.2	Κλιματολογικά - Γεωμορφολογικά Δεδομένα	46
4.1.3	Κλιματικές Ζώνες στην Ελλάδα	46
4.2	Συντελεστές Θερμοπερατότητας	47
4.2.1	Συντελεστής Θερμοπερατότητας Τοιχοποιίας	47
4.2.2	Συντελεστής Θερμοπερατότητας Κουφωμάτων	56
4.3	Θερμικές Απώλειες	59
4.4	Μεθοδολογία Διαστασιολόγησης Θέρμανσης Δαπέδου	66
4.4.1	Πρότυπο EN 1264	66
4.4.1.α	Θερμική Ισχύς Δαπέδου	68
4.4.1.β	Κάλυψη Θερμικών Απωλειών	70
4.4.1.γ	Παροχή Δικτύου	70
4.4.1.δ	Μήκος Σωληνογραμμής Κυκλώματος Δικτύου	71
4.4.1.ε	Πτώση Πίεσης Δικτύου	71
4.5	Διαστασιολόγηση Θέρμανσης Δαπέδου Κατοικίας Βόλου	72
4.5.1	Πίνακες Υπολογισμού Θέρμανσης Δαπέδου-Τοίχου	76
4.5.2	Ενδεικτικό σχεδιάγραμμα κυκλωμάτων	80
4.6	Μεθοδολογία Διαστασιολόγησης Θέρμανσης Τοίχου	81
4.7	Διαστασιολόγησης Θέρμανσης Τοίχου Κατοικίας Βόλου	81
4.8	Θερμοστάτες θέρμανσης στην κατοικία στον Βόλο	83
5.	Ψύξη – Κλιματισμός	84
5.1	Ιστορική Αναδρομή Κλιματισμού	84
5.1.1	Ψύξη με Εξάτμιση	84
5.1.2	Μηχανική Ψύξη	84
5.1.3	Ηλεκτρικός κλιματισμός	84
5.1.4	Ανάπτυξη ψυκτικού μέσου	84
5.1.5	Κλιματισμός 20 ^{ος} Αιώνας	84
5.2	Αρχές Λειτουργίας του Κλιματισμού	85
5.2.1	Συστήματα A/C	85
5.2.2	Τύποι και κατηγορίες A/C	85



5.3 Συστήμα ψύξης με μονάδες fan coil.....	86
5.3.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά	87
5.3.2 Σχεδιασμός - Λειτουργία.....	87
5.3.3 Ψυκτική Απόδοση	88
5.3.4 Inverter Fan Coil.....	88
5.3.5 Συνδεσμολογία δικτύου παροχής νερού.....	89
5.3.6 Control panel – Fan coil unit.....	90
6. Μελέτη Κλιματισμού με χρήση Fan Coil	91
6.1 Μέθοδος Υπολογισμού Ψυκτικών Φορτίων CLTD/CLF/SCL	91
6.1.1 Εξωτερική Τοιχοποιία	91
6.1.2 Ανοίγματα.....	92
6.1.3 Ηλιακά Κέρδη Ανοιγμάτων.....	92
6.1.4 Εσωτερικά Κέρδη.....	93
6.2 Απαιτούμενος Νωπός Αέρας Εσωτερικών Χώρων	94
6.3 Ψυκτικά Φορτία ανά χώρο κατοικίας.....	95
6.4 Fan Coil – Κατοικία Βόλος.....	110
6.4.1 Πίνακες Υπολογισμού Fan Coil Unit.....	111
6.4.2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Παροχής Δικτύου.....	119
7. Αντλία Θερμότητας - Ζεστά Νερά Χρήσης.....	120
7.1 Παραγωγή Νερού Χρήσης	120
7.1.1 Θερμική Απαίτηση Ενέργειας Παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης.....	120
7.1.2 Θερμική Ισχύς Μονάδων Παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης.....	120
7.2 Υπολογισμός Θερμικής Απαίτησης / Ισχύς κατοικίας Βόλου	121
7.3 Αντλία Θερμότητας.....	121
7.3.1 Αρχές Λειτουργίας	122
7.3.2 Τύποι και Κατηγορίες.....	123
7.3.3 Επιλογή Αντλίας Θερμότητας.....	124
7.3.4 Συνδεσμολογία Δικτύου – Εφαρμογές Αντλιών Θερμότητας.....	124
7.4 Επιλογή - Εφαρμογή Αντλίας Θερμότητας για την κατοικία στον Βόλο.....	127
7.4.1 Τεχνικά Δεδομένα – Αποδόσεις Ονομαστικών Συνθηκών	128
7.4.2 Τεχνικά Δεδομένα – Αποδόσεις συνθηκών Βόλου	129
7.4.2 Απαιτούμενος διαθέσιμος χώρος λειτουργίας.....	131
Συμπέρασμα.....	131
Βιβλιογραφία	132
Προγράμματα.....	134



Πρόλογος

Είναι κοινώς αποδεκτό πως η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος. Σύμφωνα με έρευνες, η κατανάλωση της ενέργειας στον κτιριακό τομέα και συγκεκριμένα για την κάλυψη των θερμικών και ψυκτικών αναγκών αντιστοιχεί στο 40% [1] της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης της Ευρώπης. Επομένως αποτελεί επιτακτική ανάγκη η αντικατάσταση των ρυπογόνων συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.

Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάπτυξη της λειτουργίας των καινοτόμων ενεργειακών μεθόδων θέρμανσης και ψύξης καθώς και η ανάδειξή τους, μέσα από παραδείγματα, όσον αφορά την αποτελεσματικότητα, την εξοικονόμηση ενέργειας, και την περιβαλλοντική προστασία. Σημείο αναφοράς θα αποτελέσει η άρτια μελέτη και η τοποθέτηση ορθά διαστασιολογημένων συστημάτων κλιματισμού.

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία αντικείμενο μελέτης αποτελεί η **θέρμανση** και η **ψύξη** μιας κατοικίας με χρήση συγχρόνων και αξιόπιστων μεθόδων. Παρουσιάζεται αναλυτικά το σύστημα της **θέρμανσης δαπέδου ξηράς δόμησης** και των μονάδων **Fan Coil**. Η εν λόγω μελέτη πραγματοποιείται σε μια **μονοκατοικία** 195 τετραγωνικών μέτρων της περιοχής του **Βόλου**. Κατά το πρώτο σκέλος, γίνεται μια προσέγγιση της συμβατικής θέρμανσης δαπέδου και στη συνέχεια μια αναλυτική περιγραφή της θέρμανσης επιφανειών ξηράς δόμησης (δάπεδο, τοίχος και οροφή) με έμφαση στο δάπεδο. Ακολουθεί αναλυτικός υπολογισμός των **θερμικών απωλειών** και η διαστασιολόγηση του συστήματος της θέρμανσης δαπέδου και τοίχου. Κατά το δεύτερο σκέλος, της ψύξης της κατοικίας, αναλύονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά και ο τρόπος εφαρμογής των Fan Coil. Έπειτα από τον αναλυτικό υπολογισμό των **ψυκτικών φορτίων** της κατοικίας ακολουθεί η διαστασιολόγηση των μονάδων Inverter Fan Coil. Τη θερμική και ψυκτική πηγή ενέργειας για τα συστήματα της κατοικίας θα αποτελέσει μια **αντλία θερμότητας** η οποία θα συνεισφέρει και στην παραγωγή των **ζεστών νερών χρήσης**. Έπειτα από έρευνα θα γίνει η επιλογή της κατάλληλης αντλίας θερμότητας με βάση την προς μελέτη κατοικία. Τέλος, για την ολοκλήρωση της διαστασιολόγησης του συστήματος της θέρμανσης και της ψύξης γίνεται περιγραφή του συλλέκτη διανομής που αρμόζει στην κατοικία καθώς επίσης και της λειτουργίας της αντιστάθμισης και της αυτονομίας. Στη συνέχεια, ακολουθούν παραδείγματα αυτών των εννοιών για την μονοκατοικία του Βόλου.

Λέξεις κλειδιά : Μελέτη, Θερμικές Απώλειες, Θέρμανση Δαπέδου, Θέρμανση, Ξηρά Δόμηση, Ψύξη, Ψυκτικά Φορτία, Fan Coil, Αντλία θερμότητας, Ζεστά Νερά Χρήσης.



Abstract

The subject of this paper is the heating and cooling of a residence through the use of contemporary and effective methods. There is a thorough presentation of the dry lining floor heating system and the Fan Coil units. As a case study, a condo of 195 cubic meters in Volos was chosen. In the first section of the paper, the common floor heating system is discussed and further on a thorough description of dry lining surface heating (for floor, walls and roof) is offered, with extra attention given to floor heating. A precise calculation of the thermal loses and the dimensions of the heating system for both floors and walls. In the second section, cooling of the residence is being discussed, and an analysis of the characteristics and installation of the Fan Coils. Meticulous calculations of the refrigerants and dimensions of Inverter Fan Coil units follows. A heat pump is suggested as both the heating and cooling energy source, which will also produce usable warm water. Research will determine the correct pump needed for the specific residence. Finally, a description of the distributor fitted for the specific residence, along with a description of the functions of calibration and autonomy, conclude the dimensional calculations of the heating and cooling system. Furthermore, a few examples from the specific case study follow.

Keyword : Research, Thermal Loses, Underfloor Heating, Heating, Dry construction, Cooling, Cooling Loads ,Fan Coil, Heat Pump, Warm Water

Ευχαριστίες

Έπειτα από την περάτωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους ανθρώπους που με στήριξαν ηθικά και ψυχικά. Ιδιάζουσες ευχαριστίες στην οικογένεια μου για την κατανόηση τους, στον επιβλέποντα καθηγητή μου Κατσαπρακάκη Δημήτριο για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές του. Τέλος ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στην εταιρία Calda Energy καθώς κατά την διάρκεια της πρακτικής μου ασκήσεις το πληροφοριακό υλικό και η εκπαιδευτική τους είχαν σαν αποτέλεσμα την βασική και καθοριστική συμβολή για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.



1.Εισαγωγικές Έννοιες

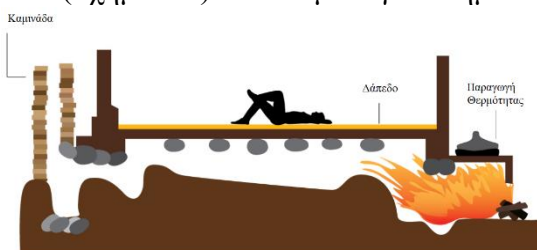
1.1 Ιστορία

1.1.1 Παλαιολιθική Εποχή

Στην παλαιολιθική εποχή, πριν από 400.000 χρόνια περίπου, ο Homo Erectus (όρθιος άνθρωπος) ανακάλυψε το χειρισμό της φωτιάς, εκμεταλλευόμενος τα πλεονεκτήματά της όπως το φωτισμό, τη ζεστασιά και το μαγείρεμα [2]. Αρχικά, οι άνθρωποι θερμαίνονταν μέσω της φωτιάς στο εξωτερικό περιβάλλον με αποτέλεσμα τη μη ικανοποιητική κάλυψη των αναγκών τους. Στην προσπάθειά τους να μειώσουν τις θερμικές απώλειες, επινόησαν κεντρικά ανοίγματα στους εσωτερικούς χώρους που κατοικούσαν.

1.1.2 Αρχαία Κορεατική Εποχή

Στην αρχαιότητα, στον πολιτισμό της Κορέας, και συγκεκριμένα το 5000 π.Χ., εμφανίστηκε για πρώτη φορά το σύστημα της θέρμανσης δαπέδου, παρόλο που στις μέρες μας θεωρείται κατά πολλούς καινοτομία στο τομέα της θέρμανσης. Η βασική καύσιμη ύλη ήταν τα καυσόξυλα και μέσο της μετάδοσης της θερμότητας αποτελούσε ο αέρας που διέρχονταν σε υπόγεια κανάλια κάτω από το δάπεδο. Η παραπάνω κορεατική τεχνική ονομάζονταν “Ondol” (σχήμα 1.1) που ετυμολογικά σημαίνει «ζεστή πέτρα» [2].



Σχήμα 1.1 : Σύστημα θέρμανσης Ondol. [2]

1.1.3 Αρχαία Ελληνορωμαϊκή Εποχή

Καλό θα ήταν να τονιστεί ότι στον αρχαίο Ελληνορωμαϊκό πολιτισμό το 500 π.Χ. ο τρόπος θέρμανσης των παλατιών ήταν παρόμοιος με την τεχνική “Ondol” που χρησιμοποιούσαν στην Ασία. Οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι με τη βοήθεια μεγάλων κλιβάνων θέρμαιναν το δάπεδο μέσω υπόγειων καναλιών. Επιπλέον κατάφεραν να πρωτοτυπήσουν θερμαίνοντας και την επιφάνεια των τοίχων. Ο τρόπος με τον οποίο επιτεύχθηκε αυτή η μέθοδος θέρμανσής ήταν η κατασκευή διπλού τοίχου. Συγκεκριμένα, μέσω του κενού που υπήρχε ανάμεσα στους δύο τοίχους κυκλοφορούσε ζεστός αέρας ο οποίος προερχόταν από τον υπόγειο θάλαμο και θέρμαινε την επιφάνειά του.

Τα παραπάνω συστήματα θέρμανσης χρησιμοποιούνταν συχνά και στα ελληνορωμαϊκά λουτρά για τη θέρμανση του νερού. Αναλυτικά, το 1996 στην ανασκαφή που πραγματοποιήθηκε στη Γόρτυνα Αρκαδίας, διασώθηκαν λείψανα πήλινων αγωγών ενός νεωτεριστικού συστήματος θερμάνσεως και μεταφοράς ζεστού αέρα εκείνης της εποχής που κυκλοφορούσε κάτω από το δάπεδο [3]. Η παραπάνω τεχνική θέρμανσης μέσω της καύσης των κλιβάνων ήταν πολύ επικίνδυνη για τυχόν διαρροές του καπνού μέσα στους κλειστούς χώρους προκαλώντας υψηλό κίνδυνο δηλητηρίασης από μονοξείδιο του άνθρακα. Στις μέρες μας έχει διαπιστωθεί από τους ειδήμονες του χώρου η παρουσία αυτών των ρυπογόνων ουσιών που δημιουργήθηκε μέσω της εν λόγω μεθόδου θέρμανσης εκείνης της εποχής.



Σχήμα 1.2 : Θέρμανση επιφανειών στην αρχαία Ελληνορωμαϊκή εποχή.



1.1.4 Νεότερη – Σύγχρονη Εποχή

Η μεγάλη επανάσταση στο σύστημα της θέρμανσης δαπέδου που διαφέρει κατά πολύ από τη τεχνοτροπία “Ondol” έφτασε τον 19° αιώνα. Για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκε ως μέσο μετάδοσης της θερμότητας το νερό. Ο Frank Lloyd Wright, ένας Αμερικάνος αρχιτέκτονας, επινόησε τη θέρμανση δαπέδου μέσω της ακτινοβολούμενης ενέργειας [4]. Η πρωταρχική σκέψη του ήταν να αντικαταστήσει τον μολυσμένο ακατέργαστο αέρα που θέρμαινε τους κλειστούς χώρους. Έτσι η τοποθέτηση ακτινοβολούμενης θέρμανσης στο δάπεδο παρείχε υγιέστερο περιβάλλον στους κλειστούς χώρους καθώς ο κίνδυνος εισπνοής θανατηφόρου καπνού ήταν μηδαμινός.

Με την πάροδο του χρόνου η επινόηση του Wright βελτιώθηκε από υψίστους Μηχανικούς, για να φτάσει στη μορφή της ενδοδαπέδια θέρμανσης που είναι γνωστή σήμερα.



Σχήμα 1.3 : Θέρμανση δαπέδου στην σύγχρονη εποχή

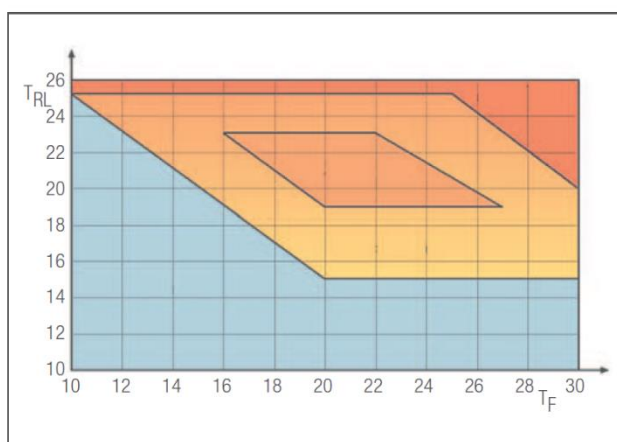
1.2 Θέρμανση Δαπέδου

Η **θέρμανση δαπέδου** εφαρμόζεται κυρίως τις τρεις τελευταίες δεκαετίες. Πρόκειται για ένα σύστημα θέρμανσης στο οποίο η θερμική ακτινοβολούμενη ενέργεια προέρχεται από το εσωτερικό του δαπέδου. Σε ολόκληρη την επιφάνεια κάτω από το δάπεδο τοποθετούνται ειδικοί σωλήνες στους οποίους διοχετεύεται το ζεστό νερό ή ο αέρας, καθώς επίσης και ηλεκτρικά καλώδια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ο χώρος να θερμαίνεται ομοιόμορφα σε σταθερή θερμοκρασία με την καλύτερη δυνατή κατανομή.

1.2.1 Θερμική Θαλπωρή

Με τον όρο «θερμότητα» εννοούμε μια μορφή ενέργειας που είναι δυνατό να μεταδοθεί από το ένα σώμα στο άλλο. Η θερμοκρασία ενός υλικού χαρακτηρίζεται από τον βαθμό της μοριακής του δράσης. Αυτό καθορίζεται από τη ροή θερμότητας ενός συστήματος ή σώματος σ' ένα άλλο.

Το ανθρώπινο σώμα αισθάνεται άνετα όταν ο αέρας και οι επιφάνειες του θερμαινόμενου χώρου βρίσκονται κοντά στη δική του θερμοκρασία συμπεραίνοντας ότι όσο πιο μικρή είναι η ροή θερμότητας ανάμεσα στον άνθρωπο και στο περιβάλλοντα χώρο, τόσο πιο άνετα νιώθει το ανθρώπινο σώμα. Στο παρακάτω διάγραμμα (σχήμα 1.4) απεικονίζεται η θερμική θαλπωρή, ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα του χώρου T_{RL} και τη θερμοκρασία των επιφανειών που περικλείουν το χώρο T_F .



■ ζέστη, άβολο ■ οριακή θαλπωρή
■ θαλπωρή ■ κρύο, άβολο

Σχήμα 1.4 : Διάγραμμα θερμικής θαλπωρής [5]

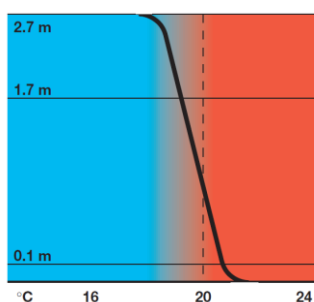


1.2.2 Κατανομή Θερμότητας

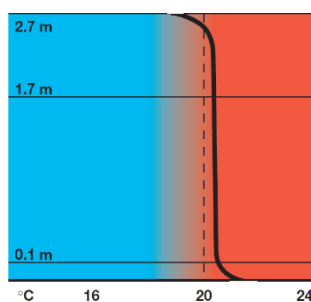
Σε έναν θερμαινόμενο χώρο η *ιδανική κατανομή θερμότητας* (σχήμα 1.5) παρέχει στον περιβάλλοντα χώρο σταθερά ποσοστά υγρασίας καθώς και μικρές εναλλαγές του ρεύματος του αέρα, με αποτέλεσμα να επικρατούν σταθερές θερμοκρασίες σε όλες τις επιφάνειες του χώρου.

Με τη χρήση της *θέρμανσης δαπέδου* (σχήμα 1.6) η θερμότητα διαχέεται ομοιόμορφα στο χώρο, επιτυγχάνοντας την ιδανική κατανομή της. Η μέγιστη τιμή της θερμοκρασίας του συστήματος αντιστοιχεί στο χαμηλότερο σημείο του θερμαινόμενου χώρου (δάπεδο), καταλήγοντας στην ελάχιστη τιμή στο ανώτατο σημείο (οροφή). Αναλυτικότερα η θερμοκρασία του δαπέδου ανέρχεται στους 26 °C και η θερμοκρασία του αέρα, σε ύψος 1,70 m, ισοδυναμεί με 20 °C, καταλήγοντας στην οροφή με τη θερμοκρασία στους 19 °C. Η κλιμάκωση της θερμοκρασίας είναι ανάλογη του ύψους με μικρές θερμοκρασιακές διαφορές, επιτυγχάνοντας την ομαλή θερμική ροή και καθιστώντας το θερμαινόμενο χώρο άνετο και ευχάριστο.

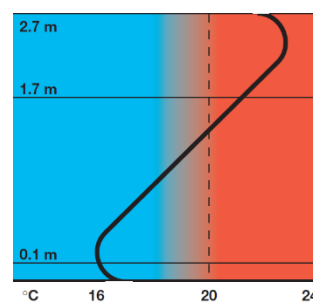
Σε αντίθεση με τη χρήση της θέρμανσης δαπέδου, η κατανομή της θερμότητας με *θερμαντικά σώματα* (σχήμα 1.7) αναπτύσσει αισθητές εναλλαγές του αέρα. Στην πράξη η θερμοκρασία του περιβάλλοντα χώρου κοντά στις θερμικές πηγές, για παράδειγμα το θερμαντικό καλοριφέρ, είναι πολύ μεγαλύτερη από την θερμοκρασία που επικρατεί στον υπόλοιπο χώρο, αναπτύσσοντας τις υψηλές εναλλαγές του αέρα. Επίσης, ένας ακόμη συντελεστής για τις μεγάλες εναλλαγές του αέρα βασίζεται στη βαρύτητα, καθώς ο θερμός αέρας τείνει να κατευθύνεται προς την οροφή με τη θερμοκρασία να ανέρχεται στους 24 °C και στα χαμηλά επίπεδα του χώρου (δάπεδο) να ανέρχεται στους 16 °C.



Σχήμα 1.5 : Ιδανική κατανομή θερμότητας [5]



Σχήμα 1.6 : Θέρμανση επιφανειών [5]

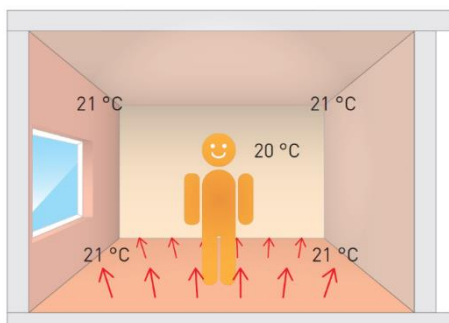


Σχήμα 1.7 : Θέρμανση με σώματα [5]

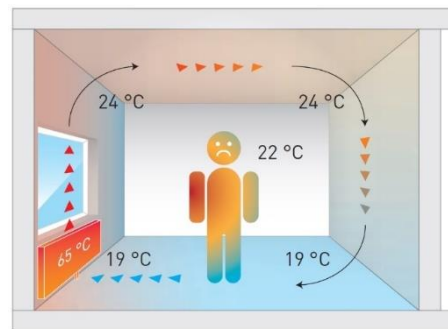
1.2.3 Λειτουργία Θέρμανσης Δαπέδου

Το σύστημα της θέρμανσης δαπέδου για την επίτευξη της ιδανικής κατανομής θερμότητας (σχήμα 1.5) αξιοποιεί την επιφάνεια του δαπέδου σε έναν θερμαινόμενο χώρο ως ενιαίο θερμαντικό σώμα. Η λειτουργία της ενδοδαπέδιας θέρμανσης βασίζεται στη χαμηλή θερμοκρασία της προσαγωγής του ζεστού νερού που διέρχεται στους πλαστικούς σωλήνες οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στο εσωτερικό του δαπέδου. Πιο συγκεκριμένα, η θερμοκρασία του νερού κυμαίνεται μεταξύ των 35 °C και 48 °C ανάλογα με τις θερμικές απώλειες, τη τελική επένδυση του δαπέδου και κυρίως τη τοποθεσία της εφαρμογής.

Στα σχήμα 1.8 αναπαρίσταται η θερμική ακτινοβολούμενη ροή της θερμότητας, όπως ο άνθρωπος την αντιλαμβάνεται σε ένα σύστημα θέρμανσης δαπέδου. Στο σχήμα 1.5 παρατηρείται η ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας στο χώρο με τη θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα να μην ξεπερνάει τους 21 °C. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η ανθρώπινη θερμική θalπωρή να κυμαίνεται στα επιθυμητά πλαίσια σύμφωνα με τον σχήμα 1.4. Στο σχήμα 1.9 περιγράφεται η θερμική ακτινοβολούμενη ροή της θερμότητας σε ένα σύστημα θέρμανσης με θερμαντικά σώματα. Η θερμική θalπωρή και οι συνθήκες ευεξίας του ανθρώπου κυμαίνονται σε χαμηλότερα επίπεδα εξαιτίας των αισθητών εναλλαγών της ανάδευσης του αέρα.



Σχήμα 1.8 : Θερμική ακτινοβολούμενη ροή της θέρμανσης δαπέδου [6]



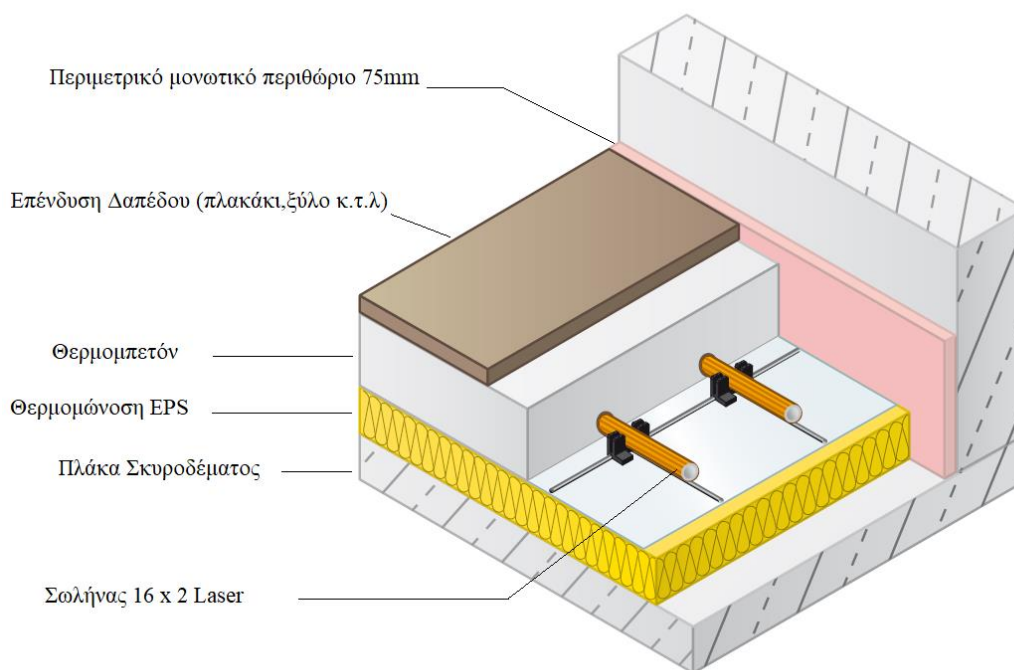
Σχήμα 1.9 : Θερμική ακτινοβολούμενη ροή μέσω θερμαντικών σωμάτων (καλοριφέρ) [6]

2.Συμβατική Θέρμανση Δαπέδου

Ορισμός

Η συμβατική θέρμανση δαπέδου είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος της ενδοδαπέδιας θέρμανσης των τελευταίων δεκαετιών. Το σύστημα της συμβατικής θέρμανσης δαπέδου αποτελείται κυρίως από τη θερμομονωτική πλακά, το θερμομετόν, τις σωλήνες μέσω των οποίων μεταφέρεται το ζεστό νερό και την τελική επένδυση του δαπέδου [6].

2.1 Τομή Μακέτας Συμβατικής Θέρμανσης Δαπέδου





2.2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά – Μεθοδολογία Εγκατάστασης

Οι παρακάτω ενότητες περιγράφουν τη μεθοδολογία της εγκατάστασης και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος της συμβατικής θέρμανσης δαπέδου με λακωνική περιγραφή. Στο 3° κεφάλαιο της θέρμανσης δαπέδου ξηράς δόμησης, θα αναπτυχθούν αναλυτικά τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών και η μεθοδολογία της εγκατάστασης μιας ενδοδαπέδιας θέρμανσης.

- **Προεργασίες Εφαρμογής του Συστήματος:** Για την εγκατάσταση του συστήματος της συμβατικής θέρμανσης δαπέδου χρήζει απαραίτητο ο χώρος που θα πραγματοποιηθεί να είναι κλειστός. Σκοπός είναι η προστασία των μονωτικών υλικών και της τσιμεντοκονίας από την υγρασία και τη σκόνη. Έτσι αποφεύγονται οι τριχοειδείς ρηγματώσεις του θερμομετόν και γενικότερα η καταστροφή των τεχνικών χαρακτηριστικών των υλικών.
- **Περιμετρικό Περιθώριο :** Η τοποθέτηση της μονωτικής περιμετρικής ταινίας έχει σκοπό την απορρόφηση των συστολών και διαστολών του συστήματος. Η εφαρμογή του περιμετρικού περιθωρίου σαν σοβατεπί, τοποθετείται κάθετα σε όλα τα σταθερά στοιχεία όπως : εσωτερικούς τοίχους, κολώνες, πόρτες και μπαλκονόπορτες. Στη συνέχεια ξεδιπλώνεται το φύλλο PE το οποίο είναι προσαρμοσμένο στο περιμετρικό περιθώριο για την επιπλέον εξασφάλιση της στεγανότητάς και κυρίως της προστασίας των υδρατμών από το θερμομετόν.
- **Πλάκα Διογκωμένης Πολυστερίνης (EPS) :** Η εφαρμογή της πλάκας πολυστερίνης πραγματοποιείτε για την κάλυψη της θερμομόνωσης του δαπέδου. Χρειάζεται μεγάλη προσοχή στην ανεπιθύμητη δημιουργία των κενών ανάμεσα στις πλάκες, ώστε να αποφευχθεί τυχόν εισροή της τσιμεντοκονίας προς την οικοδομική πλάκα σκυροδέματος.
- **Αρμοί Διαστολής :** Η χρήση του αρμού διαστολής είναι αναγκαία για το σύστημα της θέρμανσης δαπέδου, καθώς η λειτουργία του ωφελεί στην απορρόφηση των συστολών και διαστολών του δαπέδου.
- **Τοποθέτηση Σωλήνα :** Η τοποθέτηση του σωλήνα πραγματοποιείται σε σχήμα «σαλίγκαρου» για μεγάλες θερμαινόμενες επιφάνειες και σε σχήμα «μαιάνδρου» για την επίτευξη μικρών βοηθητικών κυκλωμάτων και περιμετρικών ζωνών.
- **Τσιμεντοκονία :** Η τσιμεντοκονία ή αλλιώς θερμομετόν χρησιμοποιείται για την επικάλυψη του διαστρωμένου συστήματος των σωλήνων. Το κονίαμα αυτό παραπέμπει εμφανισιακά σε οπλισμένο σκυρόδεμα αλλά κατά την παρασκευή του επιβάλλεται να τηρηθούν ορισμένες δοσολογίες πρόσθετων ρευστοποιητικών υλικών, για την άρτια λειτουργική συμπεριφορά του συστήματος στις συστολές και διαστολές του δαπέδου. Πιο συγκεκριμένα, οι αναλογίες του θερμομετόν για 1 (m³) κυβικό μέτρο μίγματος είναι [5] :
 - 1500 kg άμμος ποταμίσια κοκκομετρίας 0,4 – 0,8 mm
 - 350 kg τσιμέντο
 - 250 kg νερό
 - 3 kg ρευστοποιητής (γαλάκτωμα)
 - 900 gr ίνες προπυλενίου
- **Τελική επένδυση δαπέδου :** Η τελευταία ενότητα εφαρμογής για την υλοποίηση της συμβατικής θέρμανσης δαπέδου είναι η τελική επίστρωση του δαπέδου. Οι επιλογές των υλικών επένδυσης χωρίζονται στα κεραμικά φυσικά υλικά (πλακάκι, μάρμαρο κ.τ.λ.), ξύλινα υλικά (παρκέ, MDF, laminate) και τέλος τα πλαστικοποιημένα υλικά (PVC, βινύλιο).



2.2.1 Πλεονεκτήματα

Φιλικότητα προς το Περιβάλλον

Σε ένα σύστημα θέρμανσης δαπέδου, η θερμοκρασία προσαγωγής του νερού σε ακραίες καιρικές συνθήκες ισοδυναμεί με 48 °C. Συμπερασματικά, μέσω ελάχιστων θερμικών αναγκών ενέργειας πραγματοποιείται η κάλυψη των θερμικών φορτίων. Οι πηγές ενέργειας (αντλία θερμότητας, λέβητάς αερίου, ενεργειακό τζάκι κ.τ.λ.) επιβαρύνουν λιγότερο το περιβάλλον λόγω της περιορισμένης χρήσης τους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη χαμηλότερη απελευθέρωση καυσαερίων και επακόλουθα τη μείωση της ρύπανση του περιβάλλοντος.

Συγκρίνοντας αλλά συστήματα θέρμανσης, όπως τα θερμαντικά σώματα, που η θερμοκρασία της προσαγωγής του νερού ανέρχεται στους 75°C, διαπιστώνεται πως οι θερμικές ανάγκες τους είναι πολύ μεγαλύτερες, καθιστώντας αναγκαία την πολυσύχναστη λειτουργία των θερμικών πηγών ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα την επιβάρυνση του περιβάλλοντος μέσω των βλαβερών ουσιών που εκκρίνονται.

Εξοικονόμηση Ενέργειας – Οικονομικό Όφελος

Εκτιμάται πως η χρήση της θέρμανσης δαπέδου αποφέρει οικονομικό όφελος της τάξεως του 35 % [6] σε σχέση με τα συστήματα θερμαντικών σωμάτων. Αυτό απορρέει από τη διαφορά θερμοκρασίας της προσαγωγής των δύο συστημάτων που ανέρχεται από 30 °C έως 35 °C. Σε ένα σύστημα θέρμανσης για κάθε μια μονάδα (κελσίου) μείωσης της θερμοκρασίας της προσαγωγής του νερού, αναλογεί 3 % [6] οικονομία στην κατανάλωση του καυσίμου. Επιπρόσθετα, η μείωση των θερμικών απωλειών, κυρίως στο δάπεδο, συνεπάγεται με μείωση των ωρών λειτουργίας επομένως και εξοικονόμηση της ενέργειας.

Υγεία & Ευεξία

Με τη χρήση της θέρμανσης δαπέδου επιτυγχάνεται η μείωση της ανάδευσης του αέρα, με αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση της σκόνης και των μικροοργανισμών στους εσωτερικούς χώρους. Το εν λόγω σύστημα χρήζει ιδιαίτερα κατάλληλο για άτομα που πάσχουν από αλλεργίες και άσθμα. Επιπρόσθετα, η σταθερότητα της ατμόσφαιρας σε ποσοστά υγρασίας και ξηρότητας καθιστά το κλίμα του θερμαινόμενου χώρου ιδανικό για την υγεία και την ευεξία του ανθρώπινου οργανισμού.

Ασφάλεια

Ένα βασικό πλεονέκτημα είναι πως το σύστημα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης προσφέρει ασφάλεια σε παιδιά και άτομα τρίτης ηλικίας. Συγκεκριμένα, αποτρέπονται τυχόν τραυματισμοί από καυτές και αιχμηρές πηγές θερμότητας όπως καλοριφέρ, σόμπες και αερόθερμα.

Χωροταξική Οικονομία – Καλαισθησία Χώρου

Σε αντίθεση με αλλά συστήματα θέρμανσης, όπως θερμαντικά σώματα και τα επιδαπέδια fan coil, η χρήση του δαπέδου, ως θερμαντικό σώμα σε μία κατοικία, αποφέρει επιπρόσθετους χώρους εκμετάλλευσης για λειτουργικό σκοπό. Επιπλέον, προσφέρει στον αρχιτέκτονα και το σχεδιαστή ελευθερία και ανεξαρτησία στο σχεδιασμό, για την επίτευξη ενός καλαισθητού αποτελέσματος.

Παράλληλη Λειτουργία Μορφών Θέρμανσης

Τα συστήματα θέρμανσης δαπέδου έχοντας την κατάλληλη πηγή ενέργειας παρέχουν τη δυνατότητα λειτουργίας του δροσισμού κατά τους θερμούς μήνες του χρόνου. Επιπρόσθετα, είναι εφικτή η συνδυαστική λειτουργία με αλλά συστήματα θέρμανσης όπως, μονάδες fan coil και θερμαντικά σώματα.



Συνδυαστική Λειτουργία-Σύνδεση Συγχρόνων Πηγών Ενέργειας

Στα συστήματα της θέρμανσης δαπέδου εξαιτίας των χαμηλών θερμοκρασιών λειτουργίας και της συνολικής αδράνειας του συστήματος, εκτός της συνδυαστικής σύνδεσης των μορφών της θέρμανσης, είναι εφικτή και η αξιοποίηση των ήπιων εναλλακτικών μορφών ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, με τη βοήθεια των αντλιών θερμότητας και των ηλιακών συλλεκτών γίνεται η αξιοποίηση των εναλλακτικών μορφών ενέργειας όπως είναι η ηλιοθερμία και η γεωθερμία.

2.2.2 Μειονεκτήματα

Κάθε εναλλακτική μορφή ενέργειας παρόλο που προσφέρει προτερήματα στο περιβάλλον και στην εξοικονόμηση ενέργειας, εμπεριέχει και αρνητικές πτυχές που περιγράφονται αναλυτικά στις παρακάτω υποκατηγορίες.

Κόστος Εφαρμογής

Η εφαρμογή και το κόστος των υλικών για την υλοποίηση της συμβατικής θέρμανσης δαπέδου είναι αρκετά μεγαλύτερο σε σύγκριση με ένα σύστημα θέρμανσης με θερμαντικά σώματα.

Αυξημένος Χρόνος Εγκατάστασης (Ξήρανση Δαπέδου)

Η χρονική διάρκεια για την εφαρμογή της θέρμανσης δαπέδου μιας μονοκατοικίας των 120 τετραγωνικών μέτρων (m^2) εκτιμάται περίπου στις 30 μέρες. Ο αυξημένος χρόνος της εγκατάστασης οφείλεται στη φυσική ξήρανση του δαπέδου για την απόρριψη της υγρασίας στο υπόστρωμα του θερμομονωτή.

Αδράνεια Συστήματος

Το κύριο μειονέκτημα της *συμβατικής* θέρμανσης δαπέδου είναι η μεγάλη αδράνεια του συστήματος. Αυτό συνεπάγεται με την καθυστέρηση της αύξησης της θερμοκρασίας του εσωτερικού χώρου. Πιο συγκεκριμένα, εκτιμάται πως για την αύξηση της θερμοκρασίας του χώρου κατά έναν βαθμό Κελσίου χρειάζεται μια με δύο ώρες (ενδεικτικό συμπέρασμα διότι διαφοροποιείται ανάλογα με τις θερμικές απώλειες του χώρου). Επομένως, η θέρμανση δαπέδου δεν ενδείκνυται για εξοχικές κατοικίες, για συστήματα διακοπτόμενης λειτουργίας ή για τάχιστες εναλλαγές της θερμοκρασίας.

Θερμική Απόδοση

Η θερμική απόδοση για ένα σύστημα της συμβατικής θέρμανσης δαπέδου εκτιμάται στα 110 W/ m^2 . Η απόδοση του συστήματος σε μεγάλες επιφάνειες είναι ικανοποιητική. Σε περιπτώσεις όμως που η επιφάνεια του δαπέδου είναι μικρή και τα θερμικά φορτία είναι μεγάλα όπως, λόγου χάρη, σε ένα μπάνιο η θερμική απόδοση της θέρμανσης δαπέδου δεν επαρκεί. Σε αυτές τις περιπτώσεις τοποθετείται είτε μια «κρεμάστρα» είτε, για την καλύτερη δυνατή λειτουργία του συστήματος, εφαρμόζεται η χρήση του θερμαινόμενου τοίχου (κεφάλαιο 3).

Απαγόρευση χαλιών / μοκετών

Ένα δευτερεύον μειονέκτημα, καθώς περιλαμβάνεται στο τομέα της καλαισθησίας μια κατοικίας, είναι η απαγόρευση της τοποθέτησης χαλιών και μοκετών. Η χρήση τους επιβραδύνει την μεταφορά της θερμότητας με αποτέλεσμα το σύστημα να μην αποδίδει στο έπακρο. Σε αυτές τις περιπτώσεις προτείνονται ειδικά (μόνιμα) χαλιά που είναι «φιλικά» προς τα συστήματα της θέρμανσης δαπέδου.



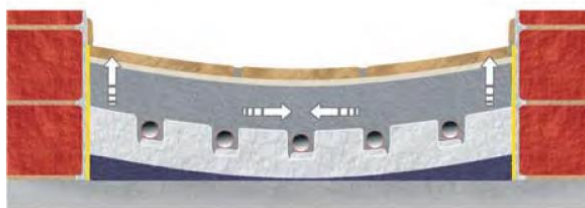
2.3 Σφάλματα Εγκατάστασης Συμβατικής Θέρμανσης

Κατά την εγκατάσταση της συμβατικής θέρμανσης δαπέδου συναντώνται τα περισσότερα σφάλματα μιας και το δυσκολότερο κομμάτι έγκειται στην επικάλυψη των σωληνώσεων. Για την παρασκευή του μείγματος απαιτείται μια αυστηρή ακολουθία εργασιών και χρήζει ιδιαίτερης προσοχής η ρίψη και η διάστρωση του θερμομετόν.

Απότομη Ξήρανση

Αρχικά, κατά τη διαδικασία της ρίψης και διάστρωσης του θερμομετόν θα πρέπει να διασφαλιστεί πως το περιβάλλον, στο οποίο πραγματοποιούνται οι παραπάνω διεργασίες, είναι κλειστό και η θερμοκρασία του κυμαίνεται από 5 °C έως 35°C, ώστε να αποφευχθεί η πρόωγη ξήρανση. Η φυσική ξήρανση επιτυγχάνεται σε διάστημα 21 ημερών τουλάχιστον, κατά το οποίο απαγορεύονται οι διεργασίες πάνω στην επιφάνεια του δαπέδου. Η απότομη ξήρανσή μπορεί να δημιουργήσει ρωγμές και παραμορφώσεις στη διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας του δαπέδου. Στο σχήμα 2.7 παρατηρείται η παραμόρφωση του δαπέδου δημιουργώντας μια «καμπυλωτή επιφάνεια». Το γεγονός αυτό οφείλεται στην λανθασμένη τεχνική ξήρανσης η οποία πραγματοποιείται έπειτα από την φυσική, δηλαδή μετά το πέρας των 21 ημερών.

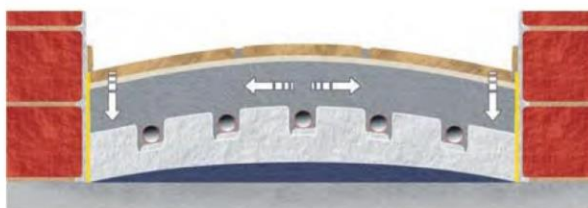
Πιο συγκεκριμένα, τις 3 πρώτες μέρες η θερμοκρασία της προσαγωγής ρυθμίζεται στους 25°C. Στην συνέχεια, και για τις επόμενες 4 μέρες, η θερμοκρασία της προσαγωγής ανέρχεται αυστηρά στους 45 °C. Με τη διεργασία αυτή πραγματοποιείται η εξάλειψη της τυχών υπάρχουσας υγρασίας στο εσωτερικό του δαπέδου.



Σχήμα 2.7 : Παραμόρφωση δαπέδου έπειτα από απότομη ξήρανση [7]

Εγκλωβισμένη Υγρασία

Ένα ακόμη συχνό φαινόμενο, εκτός από την παραμόρφωση και την ρηγματώδη του δαπέδου κατά την διαδικασία της απότομης ξήρανσης, είναι η εγκλωβισμένη υγρασία που αποθηκεύεται στο δάπεδο έπειτα από τα στάδια της φυσικής και τεχνίτης ξήρανσης.

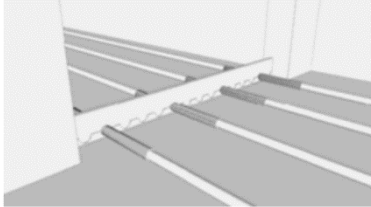


Σχήμα 2.8 : Παραμόρφωση δαπέδου λόγω εγκλωβισμένης υγρασίας [7]

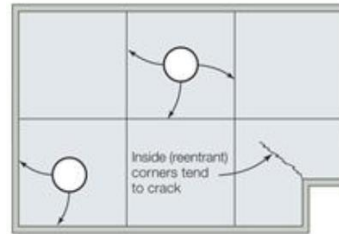


Αρμός Διαστολής

Κατά την επικάλυψη των σωλήνων με το θερμοπετόν, σημαντική προσοχή δίνεται στην ευθυγράμμιση του αφρώδες πολυαιθυλενίου. Σκοπός του είναι η τήρηση των αρτίων αρμών διαστολής (σχήμα 2.9), για την αποφυγή της ρηγματώσης του δάπεδου στις ακμές του εκάστοτε δομικού στοιχείου (σχήμα 2.10).



Σχήμα 2.9 : Άρτια τοποθέτηση αρμού διαστολής [5]



Σχήμα 2.10 : Ρηγματώση τελικής επένδυσης δαπέδου [5]

3. Θέρμανση Επιφανειών - Ξηράς Δόμησης

3.1 Ξηρά Δόμηση – Εισαγωγικές Έννοιες

Με τον όρο *ξηρά δόμηση* εννοείται η κατασκευή η οποία περιλαμβάνει χρήση ξηρών υλικών και αποτελείται από *γυψοσανίδες*, τσιμεντοσανίδες, μεταλλικούς/ξύλινους σκελετούς και μονώσεις. Είναι τα πλέον σύγχρονα υλικά δόμησης και διακόσμησης εσωτερικών και εξωτερικών χώρων. Τα τελευταία χρόνια με τη βοήθεια των γυψοσανίδων τα συστήματα ξηράς δόμησης πρωταγωνιστούν στην υλοποίηση της θέρμανσης δαπέδου.

3.1.1 Ιστορία

Τα πρώτα συστήματα ξηράς δόμησης εμφανίστηκαν το 1888 στο Ηνωμένο Βασίλειο και συγκεκριμένα στην πόλη Rochester. Το εργοστάσιο του Rochester κατασκεύαζε φύλλα *γύψου* μέσα σε τέσσερις στρώσεις χαρτιού από μαλλί. Η πλάκα γύψου εξελίχθηκε μεταξύ του 1910 και του 1935 από την αμερικάνικη εταιρεία **Gypsum Corporation (USG)** [8]. Το 1910, η USG αγόρασε την Sackett Plaster Board Company, με εφευρέτη της τον Board Sackett και παρήγε ένα πάνελ από πολλαπλά στρώματα *γύψου* και χαρτιού. Στην συνέχεια δημιούργησαν σανίδες με ένα μόνο στρώμα (γύψου και χαρτιού) που θα μπορούσαν να ενωθούν κατά μήκος ενός τοίχου με σχετικά ομαλή επιφάνεια, το γνωστό ως και σήμερα προϊόν *Sheetrock*. Το 1933 για πρώτη φορά η εταιρεία παρουσίασε στην έκθεση του Σικάγο την κατασκευή κτιρίων σχεδόν εξ ολοκλήρου από τα πάνελ *Sheetrock*.



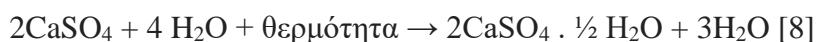
Σχήμα 3.1 : Διαφημιστική καμπάνια ξηράς δόμησης 1891



3.1.2 Γύψος - Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Η γύψος ή αλαβαστρίτης λίθος ή αλάβαστρο, είναι ορυκτό του ασβεστίου με χημικό τύπο $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (διένυδρο θεικό ασβέστιο). Η γύψος όταν ψηθεί και ανακατευτεί με το νερό γίνεται σκληρός και συμπαγής. Χρησιμοποιήθηκε από τους αρχαίους χρόνους στην οικοδομική, στην κατασκευή εκμαγείων, στα υφάσματα, στην κατεργασία του οίνου και στη ζωγραφική.

Η ορυκτή γύψος ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ανήκει στα θειικά ορυκτά και είναι άχρωμος, λευκός, τεφρός ή έχει διάφορες αποχρώσεις του κίτρινου, κόκκινου και καστανού. Η χημική αντίδραση που δημιουργεί το γυψοκόνιαμα είναι:



Σχήμα 3.2 :
Ορυκτός γύψος [8]

3.1.3 Γυψοσανίδα

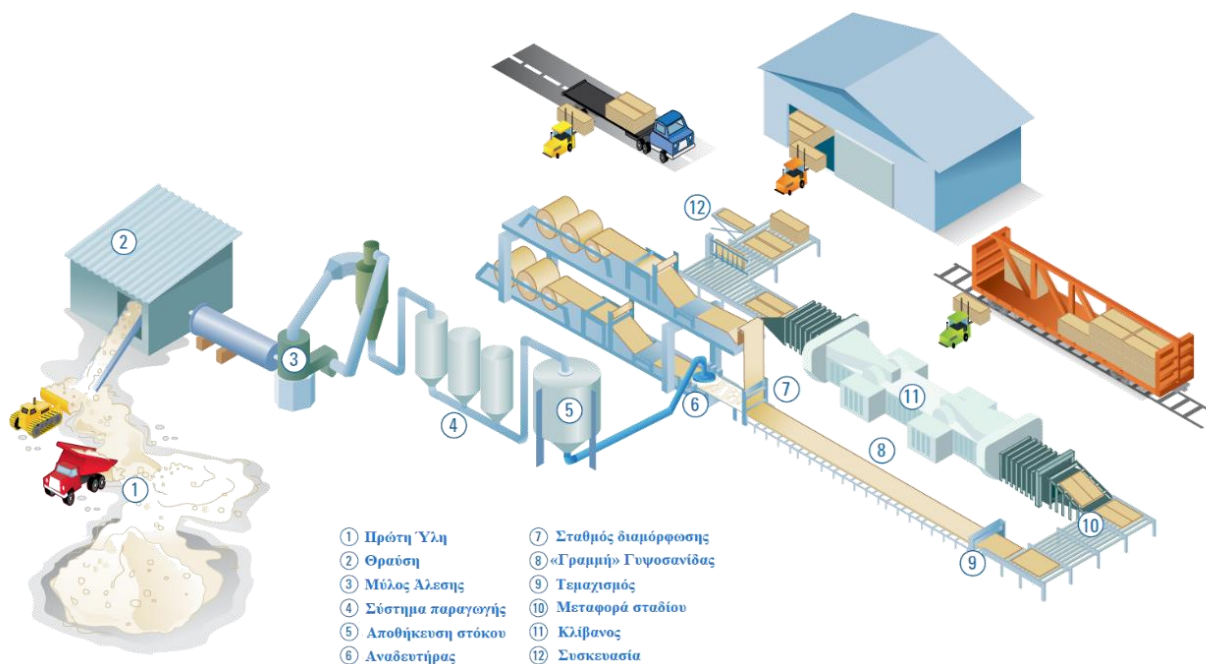
Οι γυψοσανίδες είναι δομικά στοιχεία που αποτελούνται από πυρήνα γύψου επενδυμένο από τις δύο πλευρές με ειδικό χαρτί για μεγαλύτερη αντοχή και λεία επιφάνεια. Η αντοχή της κρυσταλλικής δομής του γύψου σε συνδυασμό με το σταθερά αμφίπλευρα επικολλημένα ειδικά χαρτιά, που λειτουργούν σαν οπλισμός εφελκυσμού, προσδίδουν στη γυψοσανίδα τις απαιτούμενες ιδιότητες. Ανάλογα με τον «προορισμό» της γυψοσανίδας προσδίδονται στον γύψο και το χαρτί τα ανάλογα πρόσμικτα και η αντίστοιχη ειδική επεξεργασία προσδίδοντας πρόσθετες ιδιότητες. Με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους οι γυψοσανίδες χωρίζονται σε :

- Standard
- DF Πυράντοχες
- Ανθυγρές
- Ανθυγροπυράντοχες
- Ειδικές Πλάκες
- Διάτρητες ηχοαπορροφητικές
- Ηχομονωτικές
- DF Ηχομονωτικές
- Ηλεκτρομαγνητικής προστασίας
- Προστασίας ακτίνων X
- Πυράντοχες και προστασίας ακτίνων X
- Υψηλής Αντοχής
- Μεγάλου Πάχους
- **Ινογυψοσανίδα**



3.1.4 Κατασκευή – Παραγωγή Γυψοσανίδας

Για να παραχθεί η γυψοσανίδα, αρχικά ο ακατέργαστος γύψος (χημική ένωση $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) θρυμματίζεται και έπειτα θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία μέσα σε μεγάλους βραστήρες ώστε να αφαιρεθεί το μεγαλύτερο μέρος του νερού από το γύψο. Στη συνέχεια, το μείγμα του πολτοποιημένου γύψου, ο λεγόμενος στόκος, αναμειγνύεται σε ένα μίξερ μαζί με έναν ειδικό αφρό έτσι ώστε το να πάρει μια απαλή υφή, ενώ συνάμα ο στόκος γίνεται και πιο ελαφρύς. Κατά το επόμενο στάδιο του σχηματισμού του πάνελ της γυψοσανίδας συμπίεζονται διαδοχικά, με τη βοήθεια δύο κυλίνδρων, τα φύλλα ανακυκλωμένου χαρτιού μαζί με το στόκο, δημιουργώντας το λεγόμενο «σάντουιτς» ώστε στη συνέχεια να καθοριστεί το πάχος της πλάκας. Έπειτα από τη διαδικασία κοπής, η γυψοσανίδα εισχωρεί σε έναν κλίβανο για την ξήρασή της, με σκοπό την εξάλειψη της υγρασίας. Τέλος, πραγματοποιείται η μεταφορά των πάνελ στις αποθήκες για την προώθησή τους.



Σχήμα 3.3 : Γραμμή παραγωγής κατασκευής της γυψοσανίδας



3.2 Θέρμανση Δαπέδου με Χρήση Ινογυψοσανίδας

Τα τελευταία χρόνια έχει εμφανιστεί ένα καινοτόμο σύστημα θέρμανσης και ψύξης το οποίο συνδυάζεται με τα συστήματα της ξηράς δόμησης. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται για τη θέρμανση και ψύξη του δαπέδου, του τοίχου και της οροφής μέσω των ξηρών υλικών. Τα υψηλά επίπεδα ακτινοβολίας αυτών των συστημάτων καθώς επίσης και η γρήγορη ανταπόκρισή τους στις απαιτούμενες αποδόσεις, τα καθιστούν ψηλά σε επίπεδο εξοικονόμησης ενέργειας, άνεσης και ευχαρίστησης.

Τα συστήματα ξηράς δόμησης για θέρμανση και ψύξη επιφανειών, στα πρώτα στάδια της υλοποίησής τους, εμφανίστηκαν με τις πλάκες κόμβων από γυψοσανίδα. Η νεωτεριστική αυτή τεχνολογία είχε ως αποτέλεσμα την αποφυγή των «βαριών» κατασκευών (θερμομπετόν, σίδερα, κονίαμα κ.α.) για την εγκατάσταση της συμβατικής θέρμανσης δαπέδου.

Η γυψοσανίδα, όπως αναφέρεται και παραπάνω, είναι ένα υλικό εύκολο στην επεξεργασία με θερμοηχομονωτικές ιδιότητες. Το μειονέκτημά της πλάκας αυτής είναι η ευθραυστότητα, με αποτέλεσμα να καθιστάται δύσκολο το έργο της εγκατάστασής. Έτσι, οι εταιρείες κλήθηκαν να ενισχύσουν την γυψοσανίδα με ίνες σελουζόλης (ινογυψοσανίδα) δίνοντας στην πλάκα κόμβων επιπρόσθετη σκληρότητα και αντοχή.

3.2.1 Πλεονεκτήματα

Τα συστήματα ξηράς δόμησης καλούνται να τεθούν αντιμέτωπα με αυτά της συμβατικής θέρμανσης και ψύξης επιφανειών τα οποία έχουν δοκιμαστεί και αναγνωριστεί τα τελευταία τριάντα χρόνια. Παρακάτω τεκμηριώνονται τα επιπλέον πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου θέρμανσης δαπέδου που στόχευσε στα μειονεκτήματα της συμβατικής θέρμανσης με σκοπό την τεχνολογική εξέλιξη της θέρμανσης δαπέδου :

- **Χαμηλό προφίλ** : Το χαμηλό ύψος του συστήματος από 2,8 έως 4,8 cm, συμπεριλαμβανομένης της τελικής επένδυσης δαπέδου, καθιστά την παραπάνω τεχνολογία ως την καταλληλότερη σε περιπτώσεις ανακαινίσεων ή εφαρμογές στις οποίες δεν υπάρχει περιθώριο ύψους.
- **Ταχύτητα θέρμανσης** : Λόγω της μικρής απόστασής των σωληνώσεων του συστήματος από την επιφάνεια του δαπέδου καθώς και της εξαιρετικής αγωγιμότητάς του, ο χώρος θερμαίνεται σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα.
- **Αντοχή στην Υγρασία** : Οι πλάκες ινογυψοσανίδα και το φύλλο PE (πολυαιθυλενίου) αποτελούμενα από επεξεργασμένα απρόσμικτα, έχουν ως αποτέλεσμα την μεγάλη αντοχή στην υγρασία.
- **Ηχομόνωση** : Εξαιτίας της μεγάλης πυκνότητας των πλακών (1250 kg/m^3) της ινογυψοσανίδας επιτυγχάνεται η επιπρόσθετη ηχομόνωση του δαπέδου. Επιπρόσθετα, στα συστήματα της ξηράς δόμησης υπάρχει δυνατότητα επίστρωσης ηχομονωτικού φύλλου (silence) ανάμεσα στη στρώση της μόνωσης και της πλάκας κόμβων.
- **Χαμηλό φορτίο βάρους** : Το βάρος του συστήματος της ξηράς δόμησης ανέρχεται μόλις στα 25 kg/m^2 . Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην «βαραίνει» την όλη κατασκευή.
- **Θερμομόνωση** : Οι πολλαπλές στρώσεις θερμομονωτικών υλικών του συστήματος το καθιστά άκρως θερμομονωτικό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση των θερμικών φορτίων του δαπέδου και έτσι την εξοικονόμηση ενέργειας και αντίστοιχα του κόστους λειτουργίας του συστήματος.



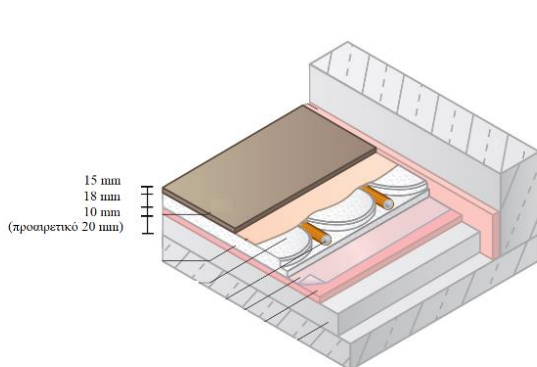
3.2.2 Μειονεκτήματα

Κατά την δημιουργία ενός καινοτόμου συστήματος και πιο συγκεκριμένα της θέρμανσης δαπέδου ο στόχος και το όραμα είναι η βελτίωση και η εξέλιξη της τεχνολογίας. Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν είναι ποικίλα. Ωστόσο, είναι αναπόφευκτο να εμφανιστούν και κάποια αρνητικά αποτελέσματα. Παρακάτω αναφέρονται τα μειονεκτήματα του συστήματος της θέρμανσης δαπέδου ξηράς δόμησης :

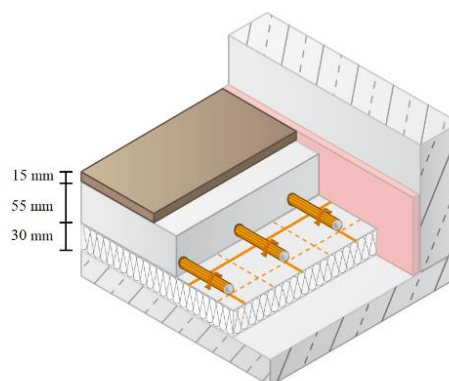
- **Δαπανηρό κόστος :** Στα συστήματα της ξηράς δόμησης απαιτούνται αρκετά παραπάνω ρήματα για την εφαρμογή τους, συγκριτικά με τα συστήματα της συμβατικής θέρμανσης δαπέδου. Ο βασικός παράγοντας είναι το αρχικό κόστος υλικών, καθώς εκτιμάται ότι υπερτερεί κατά 35 - 40 %. [9]
- **Απαιτητικό στην επιπεδότητα το δαπέδου :** Η επιπεδότητα του φέρων δώματος καθορίζει και τη τελική επιφάνεια επένδυσης του δαπέδου. Για την άρτια ευθυγράμμιση του συστήματος προαπαιτείται η διαδικασία ισιωτικής στρώσης καθιστώντας το πιο περίτεχνο όσον αφορά την υλοποίηση της εγκατάστασης.

3.2.3 Σύγκριση Ξηράς Δόμησης Και Συμβατικής Θέρμανσης Δαπέδου

- **Προφίλ ύψους :** Παρατηρείται διαφορά ύψους στα δυο συστήματα. Η ξηρά δόμηση ανέρχεται στα 2,8 έως 4,8 cm σε αντίθεση με τη συμβατική που κυμαίνεται από 9 έως 11 cm.



Σχήμα 3.4 : Τομή μακέτας του συστήματος θέρμανσης δαπέδου ξηράς δόμησης [6]



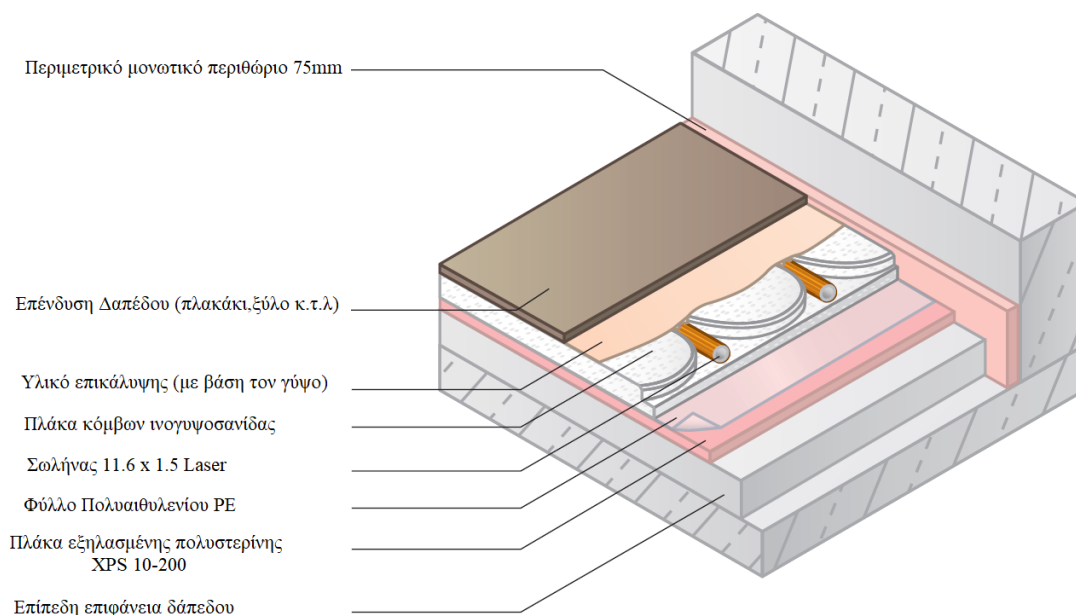
Σχήμα 3.5 : Τομή μακέτας του συστήματος συμβατικής θέρμανσης δαπέδου [6]

- **Ταχύτητα θέρμανσης – Αδράνεια :** Ο κυβικός όγκος της ξηράς δόμησης είναι πολύ μικρότερος από αυτόν της συμβατικής, με αποτέλεσμα τη μικρότερη αδράνεια του συστήματος. Έτσι, η μετάδοση της θερμότητας προς το θερμαινόμενο χώρο είναι πολύ πιο άμεση επιτυγχάνοντας τη ταχύτερη θέρμανσή του. Στο σημείο αυτό καταρρίπτεται το μεγάλο μειονέκτημα της συμβατικής θέρμανσης δαπέδου. Η διαφορά των δύο συστημάτων διαγράφεται καθαρά στις εξοχικές κατοικίες που χρειάζονται 2-3 μέρες για την επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας (συμβατικό σύστημα). Στην περίπτωση της ξηράς δόμησης ο χρόνος μειώνεται αισθητά. Αυτό οφείλεται στην μη αποθήκευση ενέργειας του δαπέδου, λειτουργώντας ως γρήγορος εναλλάκτης.



- **Βάρος Κατασκευής :** Στο σύστημα ξηράς δόμησης το μεγαλύτερο βάρος της κατασκευής απαρτίζεται από τις πλάκες ινογυψοσανίδας και την επένδυση του δαπέδου (π.χ. πλακάκι, ξύλο κτλ.), με αποτέλεσμα να μην ξεπερνάει τα 25kg/m^2 . Αντίθετα, η συμβατική θέρμανση φτάνει μέχρι και 95kg/m^2 λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας θερμομετόν της κατασκευής.
- **Χρόνος Υλοποίησης :** Σύμφωνα με το αρχαίο ρητό «Χρόνου φείδου» που σημαίνει ότι ο χρόνος είναι χρήμα, η ξηρά δόμηση απαιτεί πολύ μικρό χρονικό διάστημα εγκατάστασης. Σύμφωνα με όσα θα αναλυθούν στην παρακάτω ενότητα, μετά τη τοποθέτηση του σωλήνα, η εφαρμογή της τελικής επένδυσης του δαπέδου είναι εφικτή μετά από 24 ώρες. Αντίθετα, κατά τη συμβατική θέρμανση δαπέδου επιβάλλεται η διαδικασία της ξήρανσης του θερμομετόν (απαλλαγή της υγρασίας) η οποία διαρκεί περίπου 20 μέρες [5].
- **Θερμομόνωση – Ηχομόνωση :** Οι πολλαπλές στρώσεις υλικών του συστήματος (εξηλασμένη πολυστερίνη, φύλλο πολυαιθυλενίου, ινογυψοσανίδα, υλικό επικάλυψης και επένδυση δαπέδου) καθιστά τη ξηρά δόμηση ανώτερη όσον αφορά τη θερμομόνωση και ηχομόνωση του συστήματος.
- **Εξοικονόμηση Ενέργειας :** Το σύστημα της ξηράς δόμησης επιτυγχάνει σχεδόν την ίδια θερμική απόδοση ανά τετραγωνικό μέτρο με αυτή της συμβατικής. Αναλυτικότερα, η ξηρά δόμηση αποδίδει περίπου 92 W/m^2 με θερμοκρασία προσαγωγής/επιστροφής του νερού $45/40\text{ }^\circ\text{C}$ και εσωτερική θερμοκρασία δαπέδου στους $28\text{ }^\circ\text{C}$. Αντίθετα, η συμβατική ανέρχεται με τα παραπάνω δεδομένα στα 115 W/m^2 . Η εξοικονόμηση ενέργειας οφείλεται στη διαφορά της διαμέτρου του σωλήνα στα δύο συστήματα. Πιο συγκεκριμένα, στο σύστημα της ξηράς δόμησης η διάμετρος ανέρχεται στα $11,6\text{ mm}$ ενώ στη συμβατική στα 16 mm . Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη λιγότερη μάζα του νερού του δικτύου κατά 32% [9]. Σύμφωνα με τους όρους της φυσικής το δίκτυο με τα λιγότερα λίτρα χρειάζεται λιγότερη ενέργεια για να θερμανθεί. Αυτό επιφέρει στο σύστημα της ξηράς δόμησης έως και 20% εξοικονόμηση ενέργειας και συγκριτικά με τα θερμομαντικά σώματα η διαφορά έγκειται έως και 40% [9].

3.2.4 Τομή Μακέτας Ξηράς Δόμησης για Δάπεδο





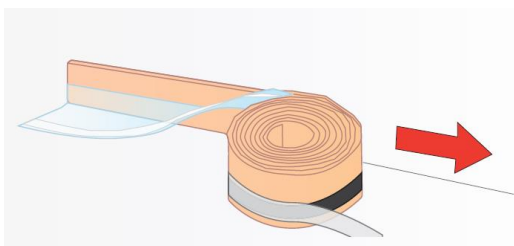
3.2.5 Τεχνικά Χαρακτηριστικά – Μεθοδολογία Εγκατάστασης

Εξομάλυνση Δαπέδου

Αρχικά, κατά τη τοποθέτηση ενός συστήματος ξηράς δόμησης για θέρμανση και ψύξη δαπέδου, η πρωταρχική, απαραίτητη εργασία είναι η εξομάλυνσή του. Σε περίπτωση που παραληφθεί αυτό το στάδιο, τυχών ανομοιομορφία, η λεγόμενη «κλίση», θα επηρεάσει τη τελική επένδυση του δαπέδου. Σύμφωνα με όσα προ ειπώθηκαν, στο σύστημα ξηράς δόμησης δε χρησιμοποιείται θερμομπετόν και αυτό συνεπάγεται με τη μη δυνατότητα (όπως στη συμβατική ενδοδαπέδια) ευθυγράμμισης του τελικού δαπέδου κατά τη διάρκεια του έργου.

Περιμετρικό Περιθώριο

Το μονωτικό περιθώριο τοποθετείται (για την ακρίβεια προσκολλάται) περιμετρικά στους εξωτερικούς τοίχους, στις κεντρικές στήλες (κολόνες), στα πλαίσια της πόρτας και στους κεντρικούς άξονες (ακμές) της εγκατεστημένης επιφάνειας. Το περιμετρικό περιθώριο χρησιμεύει στην απορρόφηση των συστολοδιαστολών του δαπέδου για αυτό και κατά τη τοποθέτησή του πρέπει να τηρηθεί η αναδίπλωσή (σχήμα), ώστε να καλυφθεί το ύψος του συστήματος της ξηράς δόμησης.



Σχήμα 3.6 : Τοποθέτηση περιμετρικού περιθωρίου [6]



Σχήμα 3.7 : Περιμετρικό περιθώριο [6]

Εξηλασμένη Πολυστερίνη

Η πλάκα εξηλασμένης πολυστερίνης XPS 10-200 έχει πάχος 10 mm με αντοχή σε θλίψη και συμπίεση. Η θερμική αγωγιμότητά της ανέρχεται στα $\lambda=0,030 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ καθώς η προστασία από τον ήχο φτάνει στα 14 dB και η ανοχή στο φορτίο αγγίζει τους 20 Tn/m^2 . Οι διαστάσεις της πλάκας είναι $600 \times 1250 = 0,75 \text{ m}^2$. Η εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS) σε ένα σύστημα ξηράς δόμησης αποσκοπεί στην κάλυψη της θερμομόνωσης του δαπέδου. Καλό είναι να σημειωθεί ότι στην ενδοδαπέδια θέρμανση και ψύξη, για τη μεγαλύτερη ασφάλεια του συστήματος πρέπει να χρησιμοποιείται XPS μόνωση και όχι μια απλή διογκωμένη πολυστερίνη (EPS). Η εξήγηση σε αυτό το μείζον θέμα βασίζεται στην αυξημένη σκληρότητα του υλικού (XPS) με αποτέλεσμα να το καθιστά ανθεκτικό στις κρούσεις και στην ευθραυστότητά του. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με την ΕΛΟΤ EN 13164 η XPS πολυστερίνη έχοντας μικρό συντελεστή διάχυσης υδρατμών «μ», συμβάλλει στην ελάττωση του φαινομένου του σημείου δρόσου (υγρασία). Αυτό φέρει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της απόδοσης του συστήματος λόγω της έλλειψης της υγρασίας.

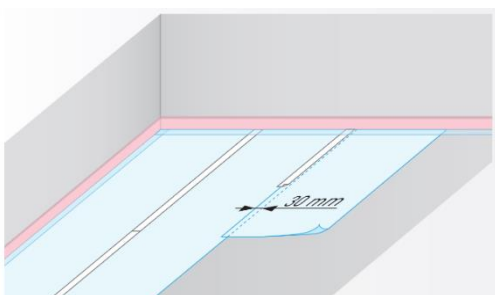


Σχήμα 3.8 : Πλάκα εξηλασμένης πολυστερίνης [6]

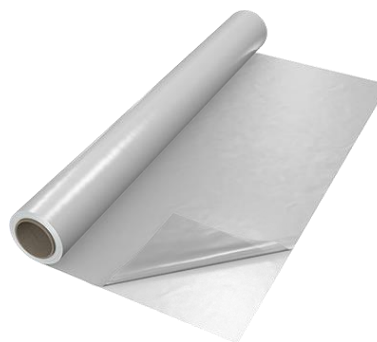


Φύλλο Πολυαιθυλενίου

Το φύλλο κατασκευής από PE, προσκολλάται πάνω από την επιφάνεια της εξηλασμένης πολυστερίνης. Το πάχος του ανέρχεται στα 0,1 mm και είναι κατασκευασμένο από ανακυκλώσιμα υλικά. Η χρησιμότητά του είναι η προστασία του συστήματος από τους υδρατμούς. Για τη τοποθέτησή του χρήζει απαραίτητο να είναι η επιφάνεια καθαρή από σκόνες, ώστε να είναι εφικτή η προσκόλληση μεταξύ των φύλλων PE με την ειδική μονωτική ταινία πάχους 30 mm.



Σχήμα 3.9 : Τοποθέτηση φύλλου PE [6]



Σχήμα 3.10 : Φύλλο PE

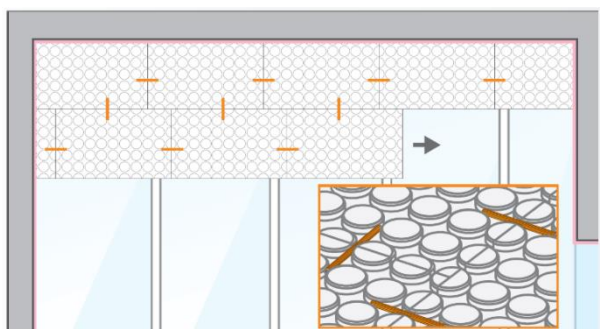
Πλάκα Κόμβων Ινογυψοσανίδας

Η πλάκα κόμβων αποτελεί το βασικότερο τμήμα του καινοτόμου συστήματος θέρμανσης και ψύξης επιφανειών της ξηράς δόμησης. Είναι μια πλάκα γυψοσανίδας ενισχυμένη με ίνες σελουζόλης δίνοντάς της επιπρόσθετη σκληρότητα και αντοχή. Στην άνω όψη του panel, υπάρχουν αυλακώσεις για την πλέξη του σωλήνα. Η προκαθορισμένη πλέξη έχει βήμα 100 mm και 200 mm αναλόγως με τις απαιτήσεις της εγκατάστασης. Το πάχος της ανέρχεται μόλις στα 18 mm και αποτελεί το λόγο για την ωρολόγιά του συστήματος ως θέρμανση δαπέδου «χαμηλού προφίλ».

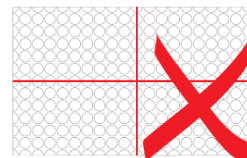
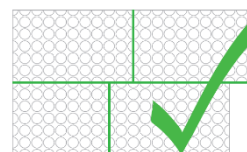
Πίνακας 3.1 : Τεχνικά Χαρακτηριστικά της πλάκας κόμβων ινογυψοσανίδας [6]

Ονομαστική Πυκνότητα	1250 ± 50	kg / m ³
Μέγιστο Επιτρεπόμενο Φορτίο	1.0	KN
Μέγιστο Επιτρεπόμενο Κατανεμημένο Φορτίο	2.0	KN
Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας (λ)	0,30	W/m·K
Αύξηση πάχους μετά από 24h στο νερό	< 2	%
Ύψος	18	mm
Μήκος	600	mm
Πλάτος	1000	mm
Ειδική Θερμοχωρητικότητα	≥ 1000	J/kg·K
Θερμική διαστολή πλακών (α)	12,9 x 10 ⁻⁶	K ⁻¹

Για την τοποθέτηση της ινογυψοσανίδας πρωταρχικό στάδιο είναι η διασφάλιση των κατάλληλων καιρικών συνθηκών. Η σχετική υγρασία του περιβάλλοντα χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει το ποσοστό του 70 %, για τη διατήρηση της ξηρότητάς της σανίδας. Στη συνέχεια, η υπόγεια φέρουσα επιφάνεια πρέπει να είναι στεγνή και απαλλαγμένη από τη σκόνη. Να σημειωθεί πως ο τρόπος εγκατάστασης των panel είναι πολύ σημαντικός, καθώς η τοποθέτησή τους πρέπει να έχει τη μορφή «puzzle» ώστε να επιτευχθεί σωστή συγχώνευση. Για τη διευκόλυνση του εγκαταστάτη μπορούν να χρησιμοποιηθούν μικρά κομμάτια σωλήνας, της τάξης των 20 cm, για την ένωση των πλακών που συνορεύουν (σχήμα).

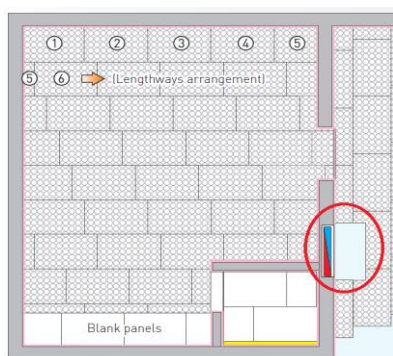


Σχήμα 3.11 : Τοποθέτηση πλάκας κόμβων με βοηθητική συμβολή των σωλήνων επίστρωσης [6]



Σχήμα 3.12 : Άρτια και λανθασμένη τοποθέτηση πλάκας κόμβων [6]

Επιπρόσθετα, στην περιοχή μπροστά από του συλλέκτης διανομής, δεν τοποθετείται η πλάκα κόμβων για την ελεύθερη όδευση των σωληνώσεων (σχήμα 3.13). Για τις μη θερμαινόμενες περιοχές όπως ντουλάπες, πάσο κουζίνας κ.τ.λ. που δεν είναι εφικτή η πλέξη του σωλήνα, τοποθετείται μια «τυφλή» ινογυψοσανίδα η οποία δεν έχει στην άνω όψη της αυλακώσεις, με σκοπό τη θερμομόνωση του χώρου μειώνοντας τις χρηματικές δαπάνες της κατασκευής.



Σχήμα 3.13 : Επιφάνεια μη τοποθέτησης πλάκας, για την όδευση των σωλήνων κοντά στον συλλέκτη διανομής [6]



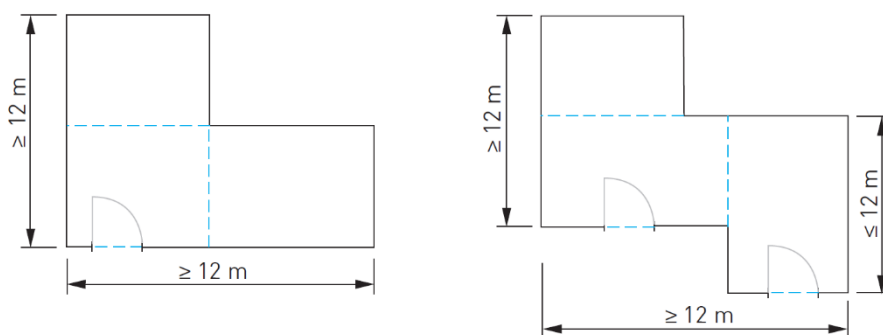
Σχήμα 3.14 : Πλάκα κόμβων ινογυψοσανίδας [6]

Αρμοί Διαστολής

Κατά τη διάρκεια της εφαρμογής των ινογυψοσανίδων χρήζει ιδιαίτερης προσοχής η πρόβλεψη για τα σημεία που θα τοποθετηθούν οι αρμοί διαστολής. Σύμφωνα με το DIN 18560 ο αρμός διαστολής είναι απαραίτητος για την εγκατάσταση ενός συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης. Ουσιαστικά είναι ένα κενό που σκοπίμως δημιουργείται ανάμεσα στις ινογυψοσανίδες και επακόλουθα στην τελική επένδυση του δαπέδου. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζονται οι συστολές και διαστολές που δημιουργούνται εξαιτίας της ανεξάρτητης κίνησης των στοιχείων που προκαλούνται από τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις.

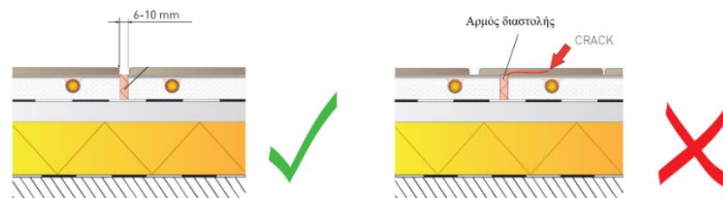
Οι εσωτερικοί αρμοί διαστολής τοποθετούνται στις εξής περιπτώσεις [6]:

- Η εγκατεστημένη επιφάνεια είναι μεγαλύτερη από 40 m²
- Το μήκος του θερμαινόμενου χώρου ξεπερνά τα 12 m
- Ο λόγος του μήκους και του πλάτους δεν ξεπερνά την αναλογία 1:2 (σχήμα 3.15)
- Διαφορετικά υλικά τελικής επένδυσης, για παράδειγμα πλακάκι – ξύλο
- Ανάμεσα στις εσωτερικές πόρτες
- Υψομετρικές διαφορές στο ίδιο επίπεδο, για παράδειγμα κεφαλόσκαλα



Σχήμα 3.15 : Γεωμετρική αναπαράσταση της τήρησης των αρμών διαστολής

Ένα σύνηθες φαινόμενο είναι να εφαρμόζεται λανθασμένα ο αρμός διαστολής από τον εγκαταστάτη της τελικής επένδυσης δαπέδου, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται ρωγμές (σχήμα 3.16). Επιπρόσθετα, χρειάζεται μεγάλη προσοχή κατά την τοποθέτησή τους καθώς δεν πρέπει να διακόπτεται από τα κυκλώματα των σωληνώσεων.



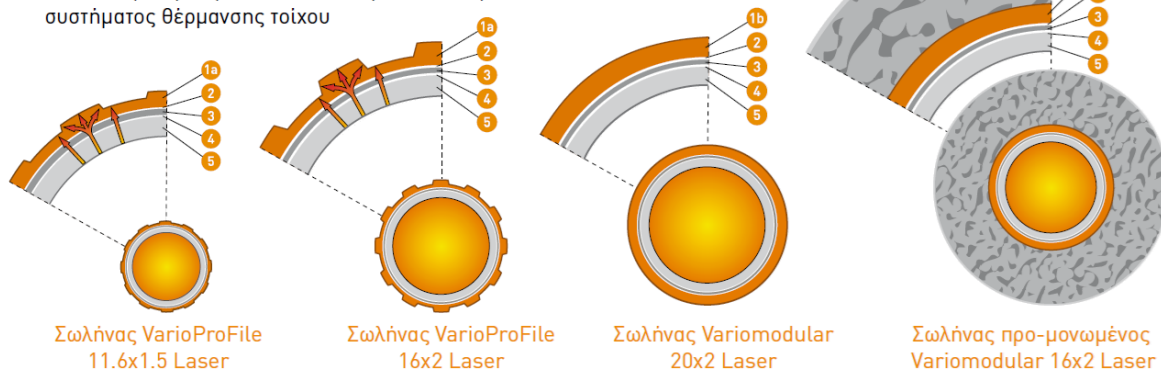
Σχήμα 3.16 : Αναπαράσταση άρτιας και λανθασμένης τοποθέτησης των αρμών διαστολής [6]

Πολυστρωματικός Σωλήνας

Τύποι

Κυματοειδής επιφάνεια (VarioProFile) :

- ▶ Βέλτιστη μεταφορά θερμότητας λόγω μεγαλύτερης επιφάνειας εναλλαγής (10% ή 15%) σε σχέση με λείο σωλήνα
- ▶ Καλύτερη πρόσφυση σοβά σε περίπτωση συμβατικού συστήματος θέρμανσης τοίχου



- 1a Υψηλής αντοχής σε θερμοκρασία πολυαιθυλένιο (PE-RT) με κυματοειδή επιφάνεια
- 1b Υψηλής αντοχής σε θερμοκρασία πολυαιθυλένιο (PE-RT) με λεία επιφάνεια
- 2 Στρώμα συγκόλλησης

- 3 Σωλήνας αλουμινίου με ομοιογενή συγκόλληση laser
- 4 Στρώμα συγκόλλησης
- 5 Υψηλής αντοχής σε θερμοκρασία πολυαιθυλένιο (PE-RT)
- 6 Μόνωση από μαλακό αφρό πολυεθυλενίου 6 ή 9 mm [αντοχή σε φωτιά κατά N 14313:C₁-s1,d0]



Πλεονεκτήματα

- ❖ Βέλτιστη μεταφορά θερμότητας 10-20% [6] λόγω της κυματοειδούς επιφάνειας του σωλήνα
- ❖ Υψηλή Αντοχή στο χρόνο
- ❖ Ιδιαίτερα χαμηλός συντελεστής γραμμικής διαστολής σε σχέση με πλαστικούς σωλήνες
- ❖ Μικρή πτώση πίεσης λόγω λείας εσωτερικής επιφάνειας
- ❖ Μικρό βάρος όπως οι πλαστικοί σωλήνες
- ❖ Εξαιρετικά σταθερή διαμόρφωση μετά από εύκολη κάμψη (δεν επανέρχεται στο αρχικό σχήμα)
- ❖ Αντοχή σε υψηλή πίεση και θερμοκρασία (10 bar + 95°C)
- ❖ Στεγανότητα 100% έναντι της διάχυσης οξυγόνου
- ❖ Ανθεκτικότητα σε πρόσθετα υγρά (βελτιωτικά, αντιψυκτικά)
- ❖ Παρέχεται 10 χρόνια εγγύηση

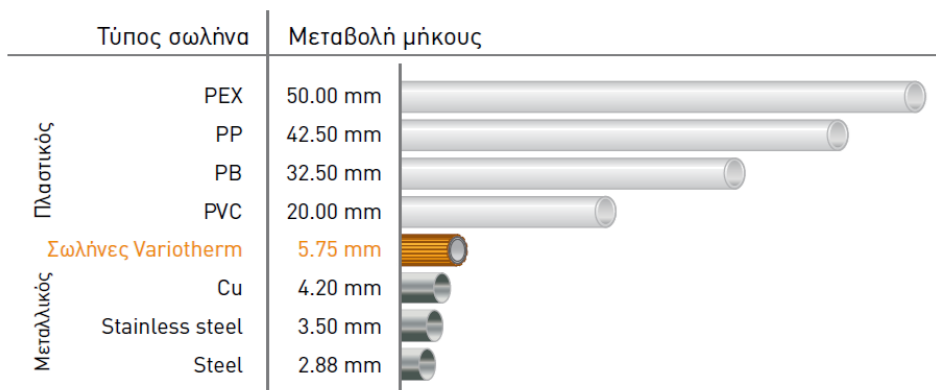
Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Πίνακας 3.2 : Τεχνικών χαρακτηριστικών για τέσσερις τύπους πολυστρωματικών σωλήνων [6]

	Σωλήνας VarioProFile 11.6x1.5 Laser	Σωλήνας VarioProFile 16x2 Laser	Σωλήνας προ-μονωμένος Variomodular 16x2 Laser	Σωλήνας Variomodular 20x2 Laser
Διατομή σωλήνα	11.6 mm	16.0 mm	16.0 mm	20.0 mm
Πάχος τοιχώματος	1.5 mm	2.0 mm	2.0 mm	2.0 mm
Πάχος αλουμινίου	0.15 mm	0.18 mm	0.18 mm	0.24 mm
Μήκος σωλήνα	100/300/500 m	100/300/500 m	100 m	150 m
Περιεχόμενο νερού	0.058 l/m	0.113 l/m	0.113 l/m	0.201 l/m
Επιτρεπόμενη ακτίνα κάμψης (με χρήση κατάλληλου οδηγού)	30 mm	40 mm	40 mm	60 mm
Μέσος συντελεστής μεταφοράς λ	0.44 W/mK	0.45 W/mK	0.45 W/mK ¹⁾	0.43 W/mK
Θερμική αντίσταση R _λ	0.0034 m ² K/W	0.0045 m ² K/W	0.0045 m ² K/W ¹⁾	0.0047 m ² K/W
Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας t _{max}	95 °C			
Επιτρεπόμενη θερμοκρασία αιχμής t _{mat}	110 °C			
Μέγιστη πίεση λειτουργίας p _{max}	10 bar			
Συντελεστής γραμμικής διαστολής	2.3x10 ⁻⁵ [K ⁻¹]			



Διάγραμμα Μεταβολής Μήκους



Σχήμα 3.17 : Διάγραμμα αναπαράστασης μεταβολής μήκους, διαφορετικών τύπου σωλήνα [6]

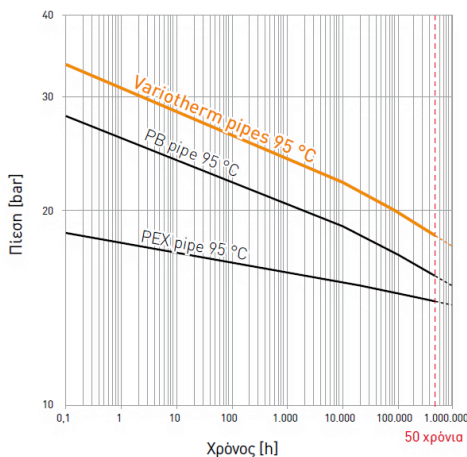
Παρατηρείται γραμμική μεταβολή μήκους ανάλογα με τον τύπο σωλήνων. Σύμφωνα με το διάγραμμα του σχήματος 3.17, για μήκος σωλήνα 10 μέτρων και θερμοκρασιακή μεταβολή κατά 25 °C , η μεταβολή μήκους για τον πολυστρωματικό σωλήνα της εταιρίας Variotherm ανέρχεται στα 5,75 mm.

Από το παραπάνω παράδειγμα προκύπτει ότι στην κατηγορία των πλαστικών σωλήνων που συνήθως χρησιμοποιείται στη θέρμανση δαπέδου, η μεταβολή του μήκους είναι πολύ μικρή συγκριτικά με τις εξειδικευμένες κατηγορίες των πλαστικών σωλήνων. Ο υψηλός συντελεστής διαστολής των ομοιογενών πλαστικών σωλήνων προκαλεί υψηλές εσωτερικές τάσεις. Ο σωλήνας Variotherm είναι ιδανικός για τη χρήση θέρμανσης και ψύξης επιφανειών, λόγω των πολύ χαμηλών μεταβολών στο μήκος του σωλήνα και των χαμηλών εσωτερικών τάσεών του.

Καλό είναι να τονιστεί ότι σε μια εγκατάσταση ενδοδαπέδιας θέρμανσης, όσο μικρότερη είναι η μεταβολή μήκους του σωλήνα, τόσο μικρότερα είναι τα ποσοστά αστοχίας της εγκατάστασης και συνάμα της επίτευξης της απόδοσης θερμότητας.

Διάγραμμα Αντοχής Χρόνου

Σε ένα δίκτυο θέρμανσης και ψύξης δαπέδου η πίεση στους σωλήνες δεν υπερβαίνει τα 9-10 bar. Σύμφωνα με το διάγραμμα αντοχής χρόνου ο σωλήνας έχει διάρκεια εφόρου ζωής.



Σχήμα 3.18 : Διάγραμμα αντοχής χρόνου του πολυστρωματικού σωλήνα του συστήματος [6]



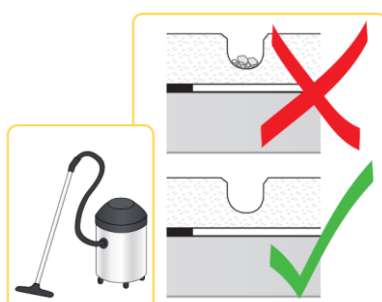
Πιστοποίηση

Η εταιρία Variotherm συνεργάζεται για την πιστοποίηση των σωλήνων της με την εταιρία IMA TESTED η οποία εδρεύει στη Δρέσδη της Γερμανίας.



Τοποθέτηση Σωλήνα

Αρχικά, για την τοποθέτηση του σωλήνα στο σύστημα της ξηράς δόμησης, η πρωταρχική εργασία που πρέπει να υλοποιηθεί είναι ο καθαρισμός των ινογυψοσανίδων από τυχόν χώματα και σκόνες. Η διαδικασία αυτή χρήζει απαραίτητη διότι αν δεν πραγματοποιηθεί υπάρχει κίνδυνος μη καλής τοποθέτησης του σωλήνα.



Σχήμα 3.19 : Καθαρισμός σκόνης στο εσωτερικό των αυλακώσεων της πλάκα κόμβων [6]



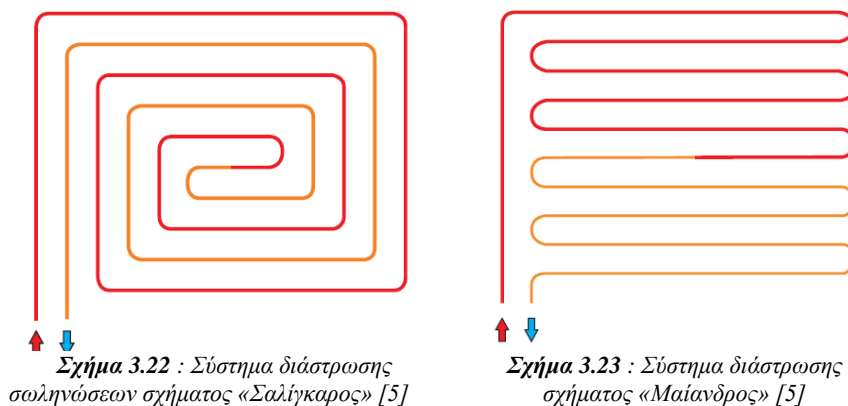
Σχήμα 3.20 : Αναπαράσταση παραβλέποντας το στάδιο του καθαρισμού της πλάκα κόμβων [6]

Η πλέξη του σωλήνα (σχήμα 3.21) είναι προκαθορισμένη. Για χώρους με θερμοκρασία από 20 έως 24 °C όπως : σαλόνι, κουζίνα, υπνοδωμάτιο κ.τ.λ. το βήμα της πλέξης είναι στα 100 mm. Για θερμαινόμενους χώρους με λιγότερες θερμικές απαιτήσεις, από 17 έως 19 °C όπως : εργαστήρια, καθαριστήρια, αποθήκες κ.τ.λ. το βήμα πλέξης ανέρχεται στα 200 mm.

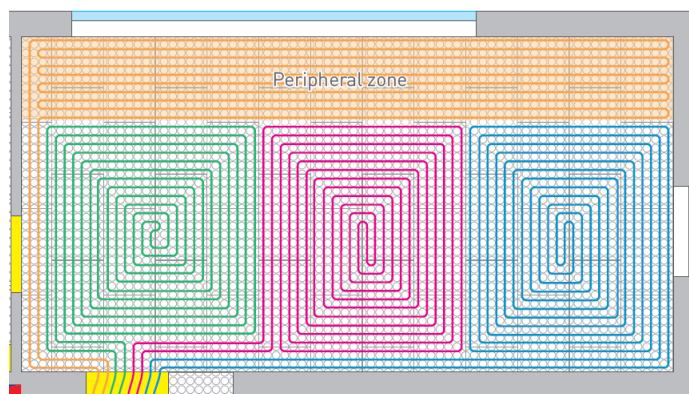
Τα συστήματα διάστρωσης του σωλήνα σχηματίζονται σε «σαλίγκαρο» και «μαϊάνδρο». Ο σαλίγκαρος (σχήμα 3.22) χρησιμοποιείται για μεγάλες θερμαινόμενες επιφάνειες. Η εναλλασσόμενη αλληλουχία της προσαγωγής και της επιστροφής του κυκλώματος, έχει σαν αποτέλεσμα την ομοιόμορφη διάχυση της ακτινοβολούμενης θερμότητας στο θερμαινόμενο περιβάλλον. Ο μαϊάνδρος (σχήμα 3.23) εφαρμόζεται σε περιπτώσεις μικρών βοηθητικών κυκλωμάτων και «περιμετρικών ζωνών» καθώς η απόδοση της θερμότητας είναι πιο άμεση και η προσαγωγή του κυκλώματος δεν εναλλάσσεται όπως στην περίπτωση του «σαλίγκαρου» αλλά είναι παράλληλα η μια στην άλλη.



Σχήμα 3.21 : Τοποθέτηση του πολυστρωματικού σωλήνα [6]



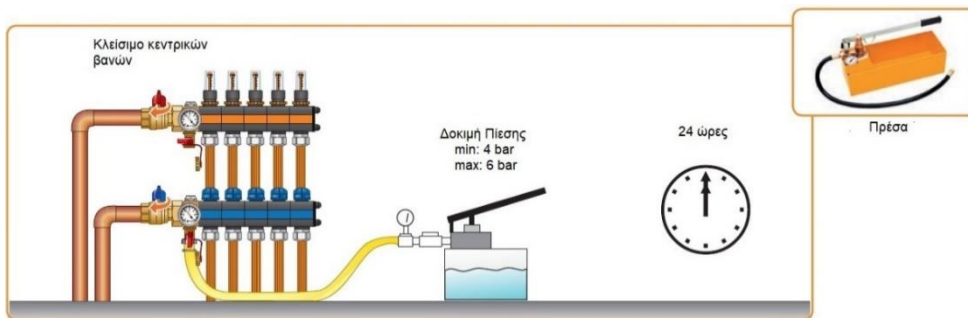
Η «περιμετρική ζώνη» σε ένα σύστημα θέρμανσης και ψύξης δαπέδου εφαρμόζεται στις επιφάνειες μπροστά από μεγάλα ανοίγματα όπως τζαμαρίες, παράθυρα και μπαλκονόπορτες, σημεία από τα οποία πηγάζουν οι θερμικές και ψυκτικές απώλειες. Τα κυκλώματα είναι αυτόνομα με μικρό μήκος, καθιστώντας τα άμεσα στη θερμική και ψυκτική απόδοση με μικρές πτώσεις πίεσης. Με τη χρήση των περιμετρικών ζωνών παρατηρείται μείωση της «παραπανήσιας» θερμοκρασίας προσαγωγής των κεντρικών κυκλωμάτων (σαλίκαρος) καθώς η θερμοκρασία του δαπέδου καθορίζεται με βάση τις απώλειές του. Επίσης, διαπιστώνεται υψηλότερη αίσθηση θαλπωρής στις εγκατεστημένες επιφάνειες που τοποθετείται αυτό το σύστημα.



Σχήμα 3.24 : Σχηματισμός περιμετρικής ζώνης σε συνδυασμό με κεντρικά κυκλώματα [6]

Πλήρωση / Δοκιμή Πίεσης Δικτύου

Η πλήρωση του δικτύου πραγματοποιείται έπειτα από τη διαδικασία της τοποθέτησης των σωληνώσεων. Ουσιαστικά συμπληρώνεται με νερό το εκάστοτε κύκλωμα από το συγκρότημα διανομών (κολεκτέρ). Στη συνέχεια, με τη βοήθεια της πρέσας νερού συμπιέζεται το δίκτυο μέχρι η πίεση να φτάσει στα 6 bar. Μόλις ολοκληρωθεί η παραπάνω διεργασία, παραμένει η ανερχόμενη πίεση για 24 ώρες. Η διαδικασία περατώνεται με τον έλεγχο τυχών διαρροών.

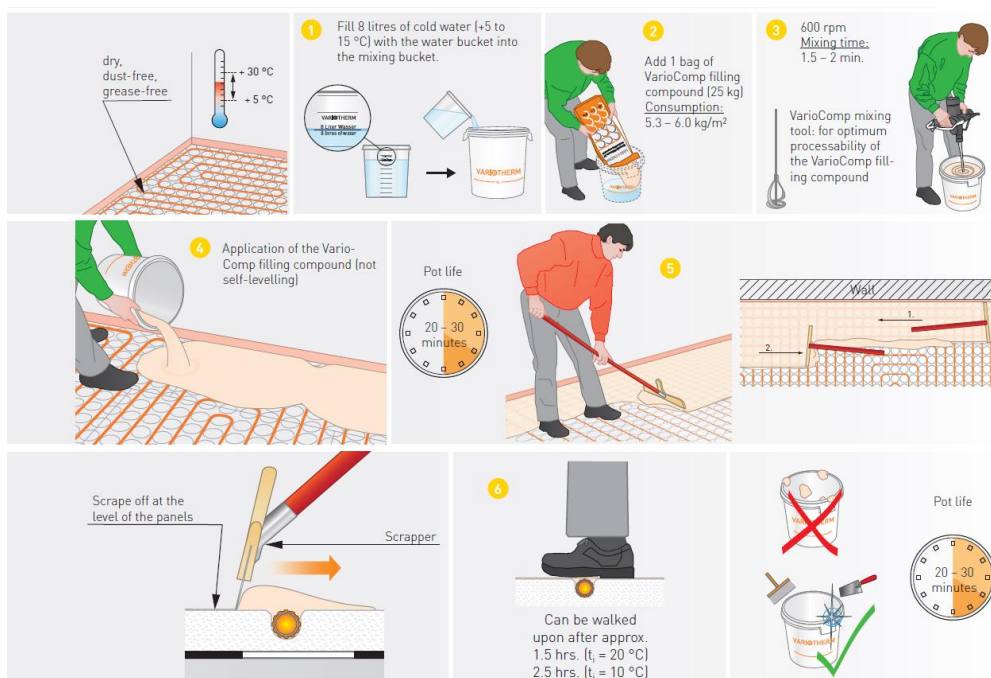


Σχήμα 3.25 : Στάδιο πλήρωσης και δοκιμής της πίεσης δικτύου [6]

Επικάλυψη Κονιάματος

Το κονίαμα επικάλυψης του συστήματος της ξηράς δόμησης έχει κύριο συστατικό το γύψο. Ουσιαστικά έχει την ίδια σύσταση με την πλάκα κόμβων από ινογυψοσανίδα. Κατόπιν της διεργασίας της τοποθέτησης του σωλήνα και της πλήρωσης/δοκιμής της πίεσης του δικτύου, το υπάρχον σύστημα καλύπτεται με το υλικό «filling compound» έως ότου δημιουργηθεί μια επίπεδη επιφάνεια.

Διατίθεται σε συσκευασία των 25 κιλών σε μορφή σκόνης (σχήμα 3.26) και για την τελική του μορφή χρειάζεται επεξεργασία, ώστε να είναι εφικτή η εφαρμογή του. Συγκεκριμένα, απαιτείται ένα δοχείο με 8 λίτρα νερό (σε θερμοκρασία από 5 έως 15°C) και 6 κιλά κονιάματος. Η πρόσμιξη πραγματοποιείται μέσω ενός ειδικού μηχανήματος (μίξερ) και χρειάζονται 2 λεπτά μέχρι να αποκτήσει την «κολλώδες» μορφή του. Κατά τη διαδικασία αυτή η εξωτερική θερμοκρασία δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 5 °C. Να σημειωθεί πως για κάθε τετραγωνικό μέτρο αντιστοιχούν 6 κιλά κονιάματος. Το μεγάλο προτέρημα της παραπάνω διαδικασίας είναι η ταχύτατη πήξη του υλικού. Συγκεκριμένα, το δάπεδο έχει στεγνώσει σε μόλις μιάμιση ώρα (για εξωτερική θερμοκρασία πάνω από 20 °C) και είναι εφικτό ακόμη και να «πατηθεί». Μόλις ολοκληρωθεί και αυτό το στάδιο, γίνεται ξήρανση του δαπέδου για 24 ώρες για την τοποθέτηση της τελικής επένδυσής του. Το «filling compound» είναι πιστοποιημένο από το Γερμανικό Οργανισμό Τυποποίησης έχοντας κατοχυρώσει το πρότυπο κατά DIN 18352.



Σχήμα 3.26 : Συσκευασία υλικού «filling compound» [6]

Σχήμα 3.27 : Αναλυτικά βήματα παρασκευής και εφαρμογής της επικάλυψης του υλικού «filling compound» [6]



Ξήρανση Δαπέδου

Για την εφαρμογή της τελικής επένδυσης του δαπέδου είναι απαραίτητο να επιτευχθεί η ξήρανσή του. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται είτε με φυσικό τρόπο, δηλαδή με την εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος (φυσική ξήρανση), είτε με τη συμβολή των θερμών σωλήνων (βεβιασμένη ξήρανση). Η χρονική διάρκεια διαφοροποιείται ανάλογα με το υλικό επένδυσης του δαπέδου. Στο πίνακα 3.3, αναγράφεται αναλυτικά η διαδικασία ξήρανσης με βάση τα παραπάνω.

Πίνακας 3.3 : Χρονική διάρκεια ξήρανσης [6]

Υλικό Επένδυσης	Χρόνος Ξήρανσης για (T=20°C, Υγρασία 50 %)	
	Φυσική Ξήρανση	Βεβιασμένη Ξήρανση (Tr =40°C)
Κεραμικό	6 μέρες	24 ώρες
Ξύλινο	8 μέρες	36 ώρες
Πλαστικό	10 μέρες	48 ώρες

*Tr = Θερμοκρασία επιστροφής, T= Θερμοκρασία Περιβάλλοντος

Τελική Επένδυση – Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Το τελευταίο στάδιο εφαρμογής του συστήματος της ξηράς δόμησης είναι η τελική επένδυση του δαπέδου. Οι κατηγορίες διαιρούνται σε κεραμικά-φυσικά υλικά (πλακάκι, μάρμαρο, κυβόλιθους, πέτρα κ.τ.λ.) και σε ξύλινα-πλαστικοποιημένα υλικά (φυσικό ξύλο, laminate, PVC κ.τ.λ.). Η θερμική απόδοση παρουσιάζει απόκλιση σε κάθε κατηγορία αλλά και σε κάθε υλικό, διότι τα θερμικά όρια του εκάστοτε υλικού είναι διαφορετικά. Πιο συγκεκριμένα, σε δάπεδα με τελική επένδυση από «ξύλο» η θερμοκρασία του δαπέδου, για την προστασία της υγείας του ανθρώπου (σκελετικά, μυοσκελετικά) αλλά και για θέματα κατασκευαστικής ασφάλειας των υλικών, δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 28 °C. Αντίθετα η τελική επένδυση από «πλακάκι» έχει περισσότερη ανοχή στη θερμοκρασία φτάνοντας μέχρι και 30 °C.

Παρακάτω αναλύονται πίνακες θερμικής αντίστασης του εκάστοτε υλικού, καθώς και διαγράμματα υπολογισμού θερμικής απόδοσης με βάση την πλέξη του σωλήνα και της τελικής επένδυσης.

Θερμική Αντίσταση

Η «θερμική αντίσταση» υποδηλώνει τη δυσκολία της μετάδοσης θερμότητας διαμέσου ενός υλικού με διαφορά θερμοκρασίας στις δυο πλευρές του ίση με έναν βαθμό Κέλβιν. Αυτό συνεπάγεται ότι όσο μικρότερος είναι ο βαθμός της θερμικής αντίστασης, τόσο πιο θερμομονωτικό είναι το υλικό. Η θερμική αντίσταση είναι ανάλογη του πάχους του υλικού και αντίστροφος ανάλογη του συντελεστή αγωγιμότητάς του. Στον πίνακα 3.4 αναγράφεται η θερμική αντίσταση των εκάστοτε υλικών επένδυσης δαπέδου.



Πίνακας 3.4 : Θερμική αντίσταση υλικών επένδυσης [6]

Υλικό Επένδυσης	Πάχος d [cm]	Συντελεστής Αγωγιμότητας λ [W/m·K] (TOTEE 2017)	Θερμική Αντίσταση R [m ² ·K/W]
Πλακάκι	1	1,84	0,005
Ξύλο	1	0,12	0,083
Επεξεργασμένο Ξύλο - MDF	1	0,1	0,1
Μάρμαρο	1	3,5	0,003
Γρανίτης	1	2,1	0,005
Χαλί	1	0,06	0,16
Χαλί (πυκνό)	1,3	0,054	0,24

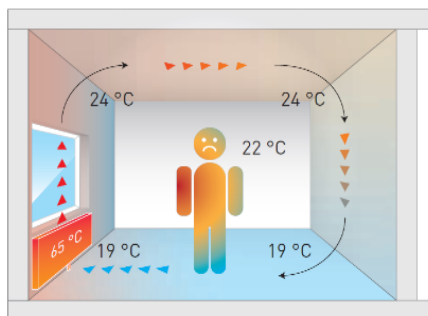
3.3 Θέρμανση Τοίχου Ξηράς Δόμησης με Χρήση Ινογυψοσανίδας

Η θέρμανση τοίχου ξηράς δόμησης περικλείει την ίδια τεχνοτροπία με την θέρμανση δαπέδου. Ένα σύστημα σωλήνων τοποθετείται διαδοχικά εντός του τοίχου θερμαίνοντας ομοιόμορφα την επιφάνειά του. Να σημειωθεί ότι υπάρχει και η δυνατότητα λειτουργίας του συστήματος για δροσισμό. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι ένα σύστημα θέρμανσης τοίχου δεν είναι τόσο ισχυρό και αποτελεσματικό ώστε να «σταθεί» ως κύρια πηγή θέρμανσης αλλά χρησιμοποιείται συνδυαστικά με συστήματα θέρμανσης δαπέδου. Η αρμοδιότητά του είναι να θωρακίζει το κέλυφος (περίβλημα) μιας εγκατάστασης (κατοικία) και να συμβάλει στην εξάλειψη των θερμικών απωλειών με τη θερμική του ακτινοβολία.

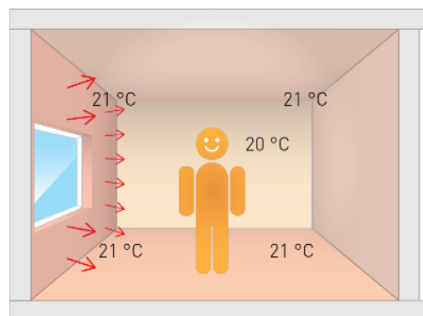
3.5.1 Πλεονεκτήματα

Στα συστήματα θέρμανσης και δροσισμού για τοίχο, η βασική επίτευξη είναι η εξοικονόμηση ενέργειας. Παρακάτω αναγράφονται τα προτερήματα αυτού του συστήματος :

- **Θερμομόνωση :** Η επένδυση της ινογυψοσανίδας στην εσωτερική πλευρά του τοίχου καθιστά το σύστημα ακόμη πιο μονωμένο στη μεταβολή της θερμότητας από τους εξωτερικούς τοίχους ενός κτηρίου.
- **Ταχύτητα θέρμανσης – Αδράνεια :** Η επιφάνεια του τοίχου με το πεδίο των θερμών ή ψυχρών σωλήνων απέχει πολύ λίγα χιλιοστά, με αποτέλεσμα η μετάδοση θερμότητας προς το θερμαινόμενο χώρο να είναι άμεση. Αυτό έχει ως φυσικό επακόλουθο τη μικρή αδράνεια του συστήματος, καταναλώνοντας λιγότερη θερμική ενέργεια.
- **Υγιεινό Περιβάλλον :** Με τη θερμική ακτινοβολία του συστήματος, δεν πραγματοποιείται η υγραποίηση του αέρα μέσα στους τοίχους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αποφυγή της δημιουργίας των οργανικών μυκήτων (μούχλα).
- **Καταμερισμός Θερμότητας :** Βασικό πλεονέκτημα ο ομοιόμορφος καταμερισμός θερμότητας με μικρές εναλλαγές του εσωτερικού αέρα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη θερμική θαλπωρή που προκαλεί ευχαρίστηση και άνεση σε αντίθεση με την αίσθηση που προκαλεί η θέρμανση μέσω καλοριφέρ.

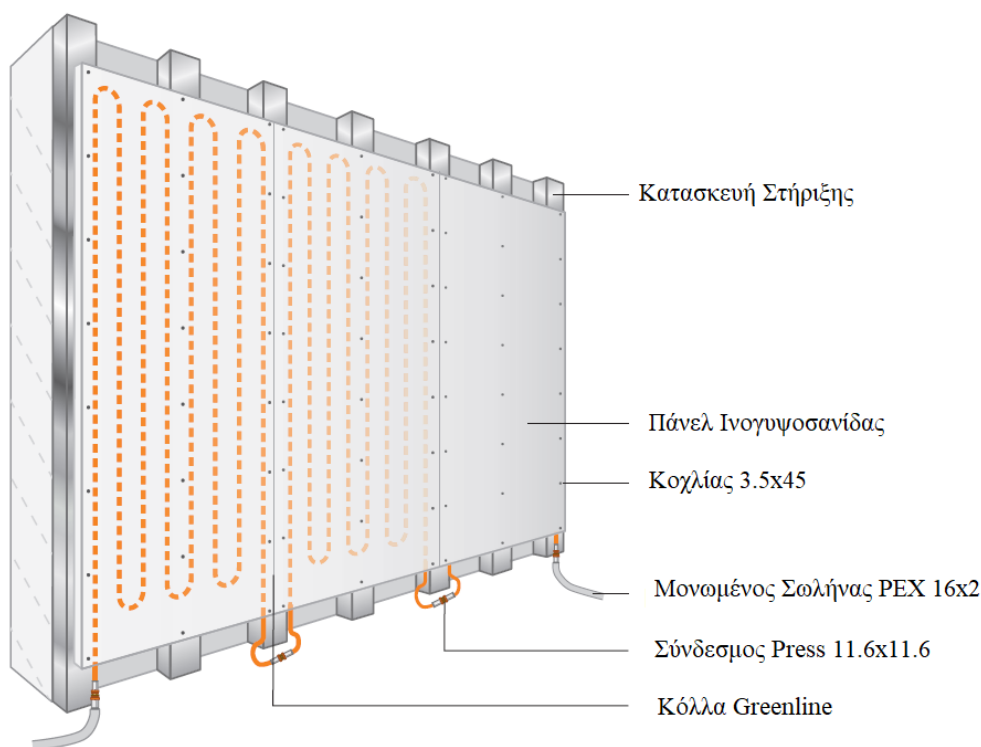


Σχήμα 3.28 : Θερμαντικά σώματα [10]



Σχήμα 3.29 : Θέρμανση Τοίχου [10]

3.5.2 Μακέτας Ξηράς Δόμησης για Τοίχο



3.5.3 Τεχνικά Χαρακτηριστικά – Μεθοδολογία Εγκατάστασης

Κατασκευή Στήριξης

Πρωτίστως, για την εφαρμογή της θέρμανσης τοίχου πραγματοποιείται η κατασκευή της μεταλλικής ή ξύλινης βάσης στην οποία θα συγχωνευτεί το πάνελ της ινογυψοσανίδας. Η βάση μπορεί να τοποθετηθεί στον υπάρχον τοίχο ή να αποτελέσει καινούργιο φέρον υλικό .

Η μεταλλική βάση πρέπει να είναι κατασκευασμένη από μαλακό ατσάλι (προστατευμένο με επίστρωση ψευδαργύρου) διπλής όψης τουλάχιστον 100 kg/m^2 σύμφωνα με το αυστριακό πρότυπο DIN 18182-1.

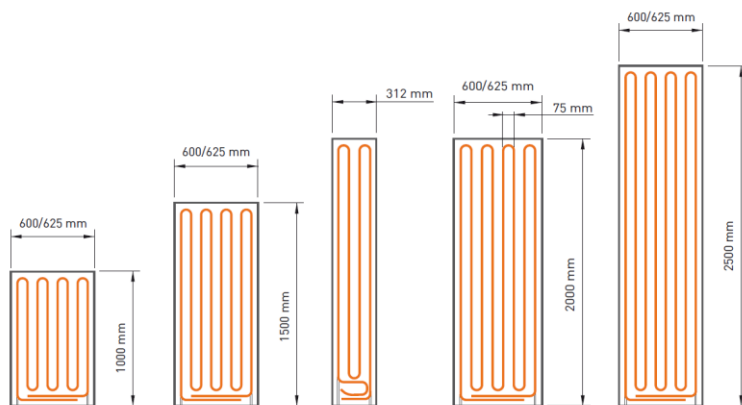
Η ξύλινη βάση επιβάλλεται να αποτελείται από επαρκώς στεγνά και ευθύγραμμα ξύλα, σύμφωνα με τα αυστριακά πρότυπα EN 388.



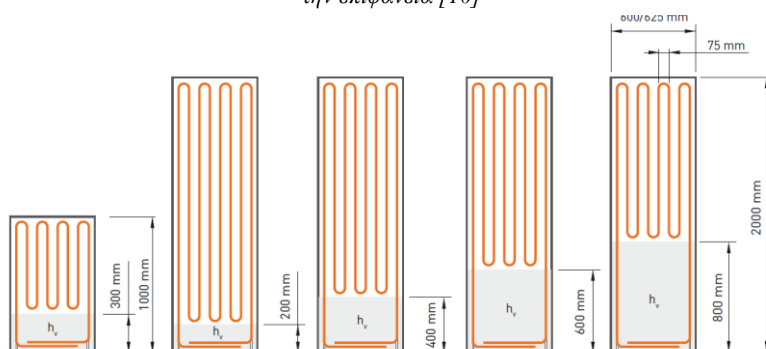
Πάνελ Ινογυψοσανίδας

Η πλάκα τοίχου κατασκευασμένη από ινογυψοσανίδα σύμφωνα με το Γερμανικό Οργανισμό Τυποποίησης με DIN EN 13501-1 έχει αντοχή στη φωτιά και την υγρασία. Η θερμική αγωγιμότητα του πάνελ ανέρχεται στα $\lambda=0,32 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, η ονομαστική πυκνότητα ισούται με $\rho=1150 \pm 50 \text{ kg / m}^3$, και η αντίσταση της διάχυσης των υδρατμών ισοδυναμεί με $\mu=13$. Το πάνελ τοίχου έχει πάχος 18mm ενώ οι διατάξεις του μήκους και του πλάτους ποικίλουν ανάλογα με τις απαιτήσεις. Η κατασκευή των πάνελ αποτελείται από τρεις κατηγορίες :

1. Πάνελ με τοποθετημένες σωλήνες σε όλη την επιφάνειά του (σχήμα 3.30),
2. Πάνελ με σωλήνες και «κενή» επιφάνεια ινογυψοσανίδας (σχήμα 3.31). Η εφαρμογή του προτείνεται για απαιτήσεις ηλεκτρολογικών συστημάτων (πρίζες, διακόπτες κ.τ.λ) καθώς και τοποθέτηση επίπλων και είδη διακόσμησης.
3. Πάνελ «τυφλής» ινογυψοσανίδας, συνιστάται για περιπτώσεις που δεν είναι εφικτή η υλοποίηση του συστήματος.



Σχήμα 3.30 : Πάνελ ινογυψοσανίδας τοίχου με τοποθετημένο σωλήνα σε όλη την επιφάνεια [10]



Σχήμα 3.31 : Πάνελ ινογυψοσανίδας τοίχου με τοποθετημένο σωλήνα και κενή επιφάνεια (h_v) [10]



Τεχνικά Χαρακτηριστικά – Διαστάσεις

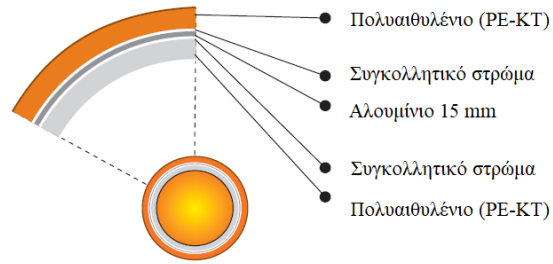
Πίνακας 3.5 : Τεχνικά χαρακτηριστικά και διαστάσεις των πάνελ τοίχου ινογυψοσανίδας [10]

Όνομασία	Κωδικός Προϊόντος	Διαστάσεις (h x d) [mm]	Ύψος h_v [mm]	Επιφάνεια Πάνελ [m ²]	Εγκατεστημένη Επιφάνεια Πάνελ [m ²]	Σωλήνας [m]	Βάρος Πάνελ [kg]
Module Standard Panels							
V020-100	MSWC-2000-650	2000 x 600	-	1,25	1,25	16,20	25,50
V020-101	MSWC-2000-600	2000 x 600	-	1,20	1,20	16,20	24,50
V020-102	MSWC-1000-625	1000 x 625	-	0,63	0,63	8,20	12,80
V020-103	MSWC-1000-600	1000 x 600	-	0,60	0,60	8,20	12,20
V020-104	MSWC-2000-312	2000 x 312	-	0,62	0,62	8,20	12,60
V020-105	MSWC-1500-625	1500 x 625	-	0,94	0,94	12,20	19,20
V020-106	MSWC-1500-600	1500 x 625	-	0,90	0,90	12,20	18,40
V020-107	MSWC- 2500-625	2500 x 625	-	1,56	1,56	20,20	33,80
V020-108	MSWC- 2500-600	2500 x 600	-	1,50	1,50	20,20	30,60
V020-120	MSWC-1000-625-V300	1000 x 625	300	0,63	0,48	6,70	13,00
V020-121	MSWC-1000-600-V300	1000 x 600	300	0,60	0,46	6,70	12,50
V020-122	MSWC-2000-625-V200	2000 x 625	200	1,25	0,14	15,40	25,70
V020-123	MSWC-2000-600-V200	2000 x 600	200	1,20	1,12	15,40	24,60
V020-124	MSWC-2000-625-V400	2000 x 625	400	1,25	1,04	14,20	25,80
V020-125	MSWC-2000-600-V400	2000 x 600	400	1,20	1,00	14,20	24,80
V020-126	MSWC-2000-625-V600	2000 x 625	600	1,25	0,92	13,00	26,00
V020-127	MSWC- 2000-600-V600	2000 x 600	600	1,20	0,88	13,00	24,90
V020-128	MSWC- 2000-625-V800	2000 x 625	800	1,25	0,79	11,80	26,20
V020-129	MSWC- 2000-600-V800	2000 x 600	800	1,20	0,76	11,80	25,10
Module Expansion Panels							
V021-100	MAC-2000-625	2000 x 625	-	1,25	-	-	27,10
V021-101	MAC-2000-600	2000 x 600	-	1,20	-	-	26,00
V021-102	MAC-1000-625	1000 x 625	-	0,63	-	-	13,60
V021-103	MAC-1000-600	1000 x 600	-	0,60	-	-	13,00
V021-128	MAC-1500-625	1500 x 625	-	0,94	-	-	20,40
V021-129	MAC-1500-600	1500 x 600	-	0,90	-	-	19,50
V021-126	MAC-2500-625	2900 x 625	-	1,56	-	-	33,90
V021-127	MAC-2500-600	2900 x 600	-	1,50	-	-	32,60

* Σημείωση : h_v αναφέρεται στο ύψος της επιφάνειας της «κενής» ινογυψοσανίδας που περιέχει το πάνελ της 2^{ης} κατηγορίας σύμφωνα με το σχήμα 3.31.

Σωλήνας

Για το σύστημα ξηράς δόμησης για τοίχο χρησιμοποιείται πολυστρωματικός σωλήνας (σχήμα 3.32) διαμέτρου 11,6x1.5 laser . Ουσιαστικά είναι ο ίδιος σωλήνας με το σύστημα θέρμανσης δαπέδου με τη διαφορά ότι στην εξωτερική του επιφάνεια είναι λείος. Η πλέξη του σωλήνα είναι προκαθορισμένη με βήμα ανά 75mm. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η κατασκευαστική εταιρεία τοποθετεί το σωλήνα στα πάνελ, με αποτέλεσμα την εύκολη και γρήγορη εφαρμογή του.



Σχήμα 3.32 : Πολυστρωματικός Σωλήνας για την θέρμανση και το δροσισμό τοίχου [10]

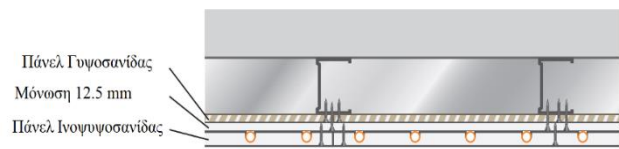
Εφαρμογή Συστήματος

Η τοποθέτηση του συστήματος διαφοροποιείται ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις υποδομές των βάσεων στήριξης. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω υπάρχει η δυνατότητα επιλογής ανάμεσα στη μεταλλική και την ξύλινη βάση. Η εγκατάσταση των πάνελ ινογυψοσανίδας επιβάλλεται να πραγματοποιείται με σχετική υγρασία περιβάλλοντος από 30 % έως 60 %.

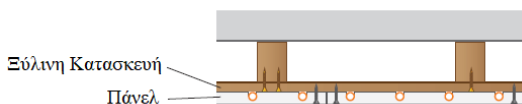
Η μεταλλική βάση (σχήμα 3.33) αποτελείται από τους κύριους κάθετους πυλώνες που είναι τοποθετημένοι ανά 625 mm καθώς και τους μικρότερους ενδιάμεσους πυλώνες που έχουν απόσταση κατά 312,5 mm. Επιπρόσθετα, στο σύστημα ξηράς δόμησης τοίχου, για επιπλέον μείωση των θερμικών απωλειών προστίθεται διαδοχικά μια πλάκα γυψοσανίδας και ένα φύλλο μόνωσης (σχήμα 3.34). Επιπρόσθετα η ξύλινη βάση (σχήμα 3.36) είναι κατασκευασμένη με την ίδια φιλοσοφία της μεταλλικής και υπάρχει δυνατότητα επιπρόσθετης οριζόντιας ξυλείας για καλύτερη στήριξη.



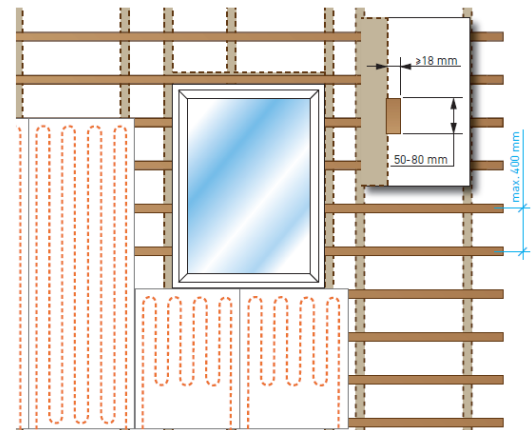
Σχήμα 3.33 : Μεταλλική βάση στήριξης του πάνελ τοίχου με τις προτεινόμενες διαστάσεις [10]



Σχήμα 3.34 : Μόνωση τοίχου με χρήση επιπρόσθετης «τυφλή» πλακάς ινογυψοσανίδας και μονωτικού φύλλου [10]



Σχήμα 3.35 : Τομή ξύλινης βάσης στήριξης του πάνελ [10]



Σχήμα 3.36 : Ξύλινη βάση στήριξης του πάνελ ινογυψοσανίδας με τις προτεινόμενες διαστάσεις [10]



Σύνδεση/Κόλληση Πάνελ

Μόλις πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση των πάνελ, για την μεταξύ τους σύνδεση εκτός από την στήριξή τους με κοχλίες στο σκελετό βάσης, ακολουθεί η συγκόλλησή τους με την ειδική κόλλα (σχήμα 3.37). Μια συσκευασία κόλλας των 310 ml, αντιστοιχεί σε 7 m² εγκατεστημένης πλάκας ινογυψοσανίδα. Θα πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή στην εφαρμογή της συγκεκριμένης κόλλας και να μην χρησιμοποιηθεί κάποιο άλλο πανομοιότυπο σιλικονούχο προϊόν. Σε συστήματα θέρμανσης αναπτύσσονται θερμικές τάσεις με αποτέλεσμα να παρατηρείται συστολή και διαστολή των σωμάτων. Η κόλλα που προτείνεται για την παραπάνω διεργασία, κατά την ξήρανσή της, δεν γίνεται ένα συμπαγές μείγμα και δεν διογκώνεται κατά την εφαρμογή της. Αντιθέτως, η μορφή της είναι πιο ελαστική απορροφώντας τις συστολές και διαστολές του συστήματος. Η σύστασή της αποτελείται κυρίως από πολουρεθάνη χωρίς ισοκυανικά, πλαστικοποιητές και διαλύτες σιλικόνης.



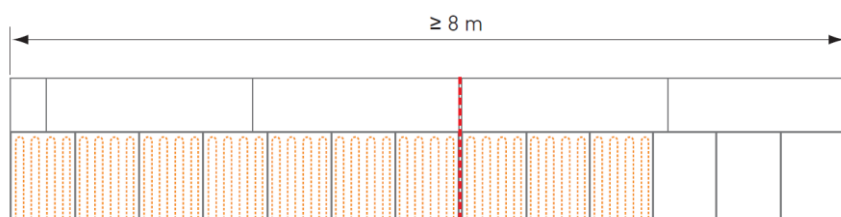
Σχήμα 3.37 : Ειδική σιλικονούχα κόλλα

Πίνακας 3.6 : Τεχνικά χαρακτηριστικά κόλλας [10]

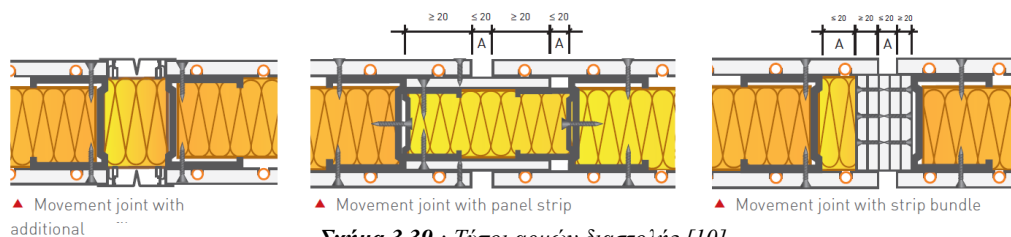
ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	
Τοποθέτηση	20 ml/m για (d=10 mm)
Θερμοκρασία Περιβάλλοντος	από +10 έως +35 °C
Χρόνος Ξήρανσης	από 18 έως 36 Ώρες
Αποθήκευση	μέχρι 12 Μήνες

Αρμός Διαστολής

Κατά τη σύνδεση των πάνελ, όπως και στο σύστημα θέρμανσης δαπέδου, επιβάλλεται να τηρούνται οι αρμοί διαστολής. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω (ενότητα 2) η λειτουργία των αρμών είναι να απορροφούν τις συστολές και διαστολές του συστήματος που προκαλούνται από τις θερμικές τάσεις. Σύμφωνα με το σχήμα 3.38 έπειτα από την υπέρβαση των οκτώ τετραγωνικών μέτρων επιφάνειας του τοίχου (πάνελ), χρησιμοποιείται ο αρμός διαστολής (σχήμα 3.39).



Σχήμα 3.38 : Τήρηση αρμών διαστολής [10]



Σχήμα 3.39 : Τύποι αρμών διαστολής [10]



Σωληνογραμμή

Η μέγιστη πτώση πίεσης σε ένα κύκλωμα για το σύστημα ξηράς δόμησης τοίχου στη λειτουργία της θέρμανσης, υπολογίζεται ότι δεν πρέπει να υπερβαίνει τα $6,25 \text{ m}^2$ εγκατεστημένης επιφάνειας. Για παράδειγμα, υπάρχει η δυνατότητα να συνδεθούν σε σειρά σε ένα κύκλωμα 5 πάνελ V020-100. Πιο συγκριμένα, να μην υπερβαίνει τα 98 m σωληνογραμμής με διάμετρο σωλήνα $\phi 11,6$ [10].

3.4 Θέρμανση Οροφής Ξηράς Δόμησης με Χρήση Ινογυψοσανίδας

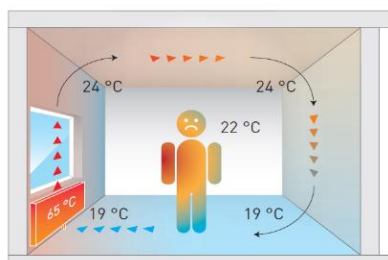
Η θέρμανση οροφής είναι η τελευταία κατηγορία θέρμανσης ξηράς δόμησης επιφανειών. Όπως και με τις προαναφερθείσες κατηγορίες (δάπεδο και τοίχο), κατασκευαστικά το σύστημα οροφής αποτελείται από σωλήνες οι οποίοι είναι διαδοχικά τοποθετημένοι στο εσωτερικό της οροφής. Το θερμό νερό που κυκλοφορεί στους σωλήνες μεταφέρει τη θερμότητα με τη συμβολή της ακτινοβολίας στον περιβάλλοντα χώρο.

Το σύστημα οροφής ξηράς δόμησης έχει τη δυνατότητα λειτουργίας και για δροσισμό. Η απόδοσή του σε σχέση με τις παραπάνω κατηγορίες είναι αποτελεσματικότερη διότι ο ψυχρός αέρας, μιας και είναι ελαφρύτερος από το θερμό βάσει του νόμου της φυσικής, έχει την τάση να κατευθύνεται προς τα κάτω.

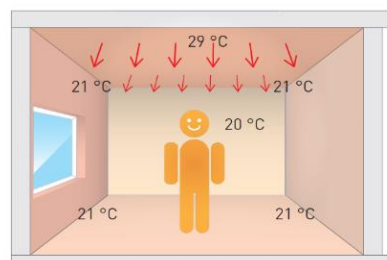
3.4.1 Πλεονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος θέρμανσης οροφής είναι τα ίδια με αυτά των παραπάνω συστημάτων, δηλαδή :

- **Θερμομόνωση :** Η επένδυση της ινογυψοσανίδας, στην εσωτερική πλευρά της οροφής, καθιστά το σύστημα ακόμη πιο μονωμένο στη μεταβολή της θερμότητας της εξωτερικής σκεπής ενός κτηρίου.
- **Υγιεινό Περιβάλλον :** Με τη θερμική ακτινοβολία του συστήματος, δεν πραγματοποιείται η υγραποίηση του αέρα μέσα στις οροφές. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αποφυγή της δημιουργίας των οργανικών μυκήτων (μούχλα).
- **Ακουστική :** Με το ειδικό πάνελ (σχήμα 3.43) υπάρχει η δυνατότητα απορρόφησης ήχου εντός του δωματίου για χώρους όπως μεγάλα γραφεία, αίθουσες συνεδριάσεων κ.τ.λ.
- **Καταμερισμός Θερμότητας :** Συντελείται ομοιόμορφος καταμερισμός θερμότητας με μικρές εναλλαγές του εσωτερικού αέρα με αποτέλεσμα την θερμική θαλπωρή. Η αίσθηση αυτή δε διασφαλίζεται στην περίπτωση των θερμικών εναλλαγών του αέρα που προκαλεί η χρήση του καλοριφέρ.



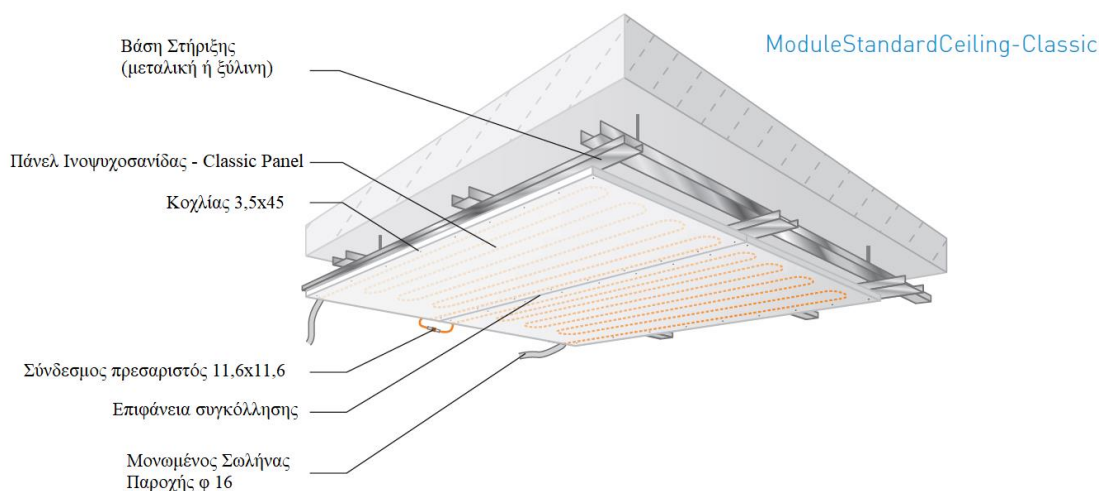
Σχήμα 3.40 : Θερμαντικά σώματα [11]



Σχήμα 3.41 : Θέρμανση οροφής [11]



3.4.2 Μακέτας Ξηράς Δόμησης για Οροφή



3.4.3 Τεχνικά Χαρακτηριστικά – Μεθοδολογία Εγκατάστασης

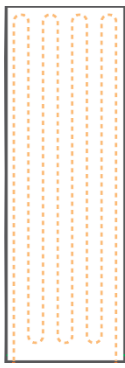
Κατασκευή Στήριξης

Αρχικά για την τοποθέτηση της θέρμανσης οροφής, προηγείται η κατασκευή της βάσης στήριξης. Το υλικό κατασκευής μπορεί να είναι το μέταλλο ή το ξύλο. Επιπρόσθετα, τα τεχνικά χαρακτηριστικά καθώς και οι πιστοποιήσεις για την εφαρμογή των βάσεων, είναι ταυτόσημες με αυτές της τεχνολογίας της θέρμανσης τοίχου.

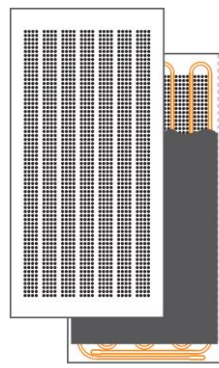
Η διαφορά, ανάμεσα στα δυο συστήματα είναι πως στην περίπτωση της οροφής χρειάζεται να διασφαλιστεί η αντοχή στο βάρος καθώς τα πάνελ θα αποτελέσουν βάσεις στήριξης των φωτιστικών. Πιο συγκεκριμένα η αντοχή της βάσης στήριξης ανέρχεται στα 25kg/m^2 [11].

Πάνελ Ινογυψοσανίδας

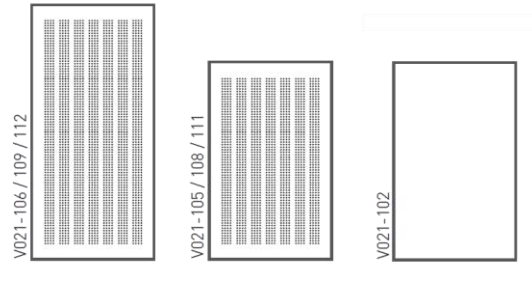
Η πλάκα οροφής (σχήμα 3.42) κατασκευασμένη από ινογυψοσανίδα είναι ακριβώς ίδια με την πλάκα τοίχου (σχήμα 3.30). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά αλλά και οι διαστάσεις (πίνακας 3.5) είναι ταυτόσημες. Στο σύστημα θέρμανσης και δροσισμού μέσω οροφής, κατασκευάζεται μια επιπλέον πλάκα ινογυψοσανίδας που δεν τοποθετείται σε κανένα άλλο σύστημα ξηράς δόμησης παρά μόνο στην οροφή. Το «acoustic panel» (σχήμα 3.43) είναι πανομοιότυπο με αυτό του τοίχου με τη διαφορά ότι απαρτίζεται από μικρές στρογγυλές οπές. Είναι μια τεχνολογία απορρόφησης του ήχου για μεγάλους χώρους όπως: γραφεία, αίθουσες συνεδριάσεων, αμφιθέατρα κτλ. Επιπρόσθετα παρασκευάζεται και η «τυφλή» πλάκα (σχήμα 3.44) για περιπτώσεις που δεν είναι εφικτή η εφαρμογή για θέρμανση η δροσισμό.



Σχήμα 3.42 : Πάνελ οροφής (classic) [11]



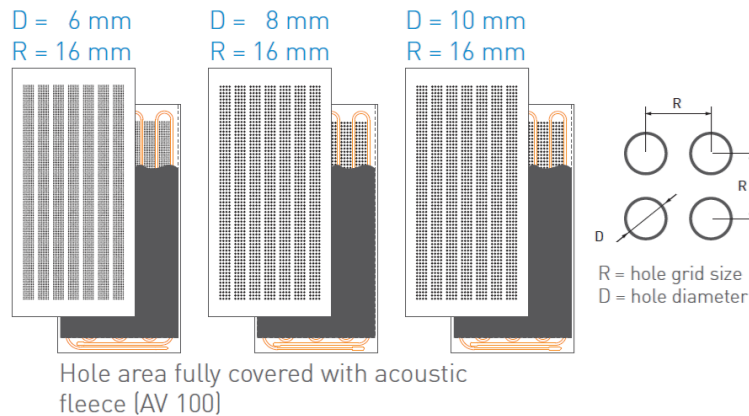
Σχήμα 3.43: Πάνελ οροφής (acoustic) [11]



Σχήμα 3.44: Διαστάσεις πάνελ οροφής (acoustic) [11]

Τεχνικά Χαρακτηριστικά – Διαστάσεις (Acoustic-Panel)

Το acoustic panel κατασκευάζεται σε τρεις διαφορετικές διαστάσεις οπών. Η πρώτη ισοδυναμεί με $d=6\text{ mm}$, η δεύτερη αντιστοιχεί σε $d=8\text{ mm}$ και η τρίτη ισούται με $d=10\text{ mm}$. Οι αποστάσεις των οπών παραμένουν σταθερές στα $R=16\text{ mm}$.



Σχήμα 3.45: Τεχνικά χαρακτηριστικά των acoustic πάνελ [11]



Πίνακας 3.7 : Τεχνικά χαρακτηριστικά και διαστάσεις των πάνελ οροφής ινογυψοσανίδας [11]

Όνομασία	Κωδικός Προϊόντος	Διαστάσεις (h x d) [mm]	D [mm]	R [mm]	Επιφάνεια Πάνελ [m ²]	Εγκατεστημένη Επιφάνεια Πάνελ [m ²]	Σωλήνας [m]	Βάρος Πάνελ [kg]
Module Standard Acoustic Panels								
V024-100	MSDA-0750-625-B06	750 x 625	6	16	0,47	0,47	6,50	8,4
V024-101	MSDA-1000-625-B06	1000 x 625	6	16	0,63	0,63	8,50	11,1
V024-102	MSDA-1250-625-B06	1250 x 625	6	16	0,78	0,78	10,50	13,7
V024-103	MSDA-0750-625-B08	750 x 625	8	16	0,47	0,47	6,50	8,0
V024-104	MSDA-1000-625-B08	1000 x 625	8	16	0,63	0,63	8,50	10,5
V024-105	MSDA-1250-625-B08	1250 x 625	8	16	0,78	0,78	10,50	13,5
V024-106	MSDA-0750-625-B10	750 x 625	10	16	0,63	0,63	6,50	7,6
V024-107	MSDA-1000-625-B10	1000 x 625	10	16	0,63	0,63	8,50	10,0
V024-108	MSDA-1250-625-B10	1250 x 625	10	16	0,78	0,78	10,50	12,4
Module Expansion Acoustic Panels								
V021-104	MAA-0750-625-B06	750 x 625	6	16	1,25	-	-	9,2
V021-105	MAA-1000-625-B06	1000 x 625	6	16	1,20	-	-	12,2
V021-106	MAA-1250-625-B06	1250 x 625	6	16	0,63	-	-	15,1
V021-107	MAA-0750-625-B08	750 x 625	8	16	0,60	-	-	11,6
V021-108	MAA-1000-625-B08	1000 x 625	8	16	0,94	-	-	14,9
V021-109	MAA-1250-625-B08	1250 x 625	8	16	0,90	-	-	8,4
V021-110	MAA-0750-625-B10	750 x 625	10	16	1,56	-	-	8,4
V021-111	MAA-1000-625-B10	1000 x 625	10	16	1,50	-	-	11,1
V021-112	MAA-1250-625-B10	1250 x 625	10	16	1,20	-	-	13,7
V021-102	MAC-1000-625	1000 x 625	-	-	0,63	-	-	13,6

Σωλήνας

Για το σύστημα ξηράς δόμησης για οροφή χρησιμοποιείται πολυστρωματικός σωλήνας διαμέτρου 11,6x1,5 , ο οποίος είναι ακριβώς ίδιος με το σωλήνα που χρησιμοποιείται στο σύστημα θέρμανσης του τοίχου. Παρομοίως τα πάνελ της οροφής φέρουν το σωλήνα τοποθετημένο από το εργοστάσιο.

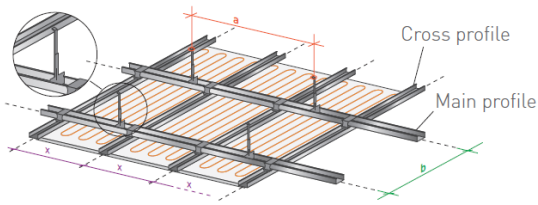
Εφαρμογή Συστήματος

Αρχικά, για την εφαρμογή της κατασκευής στήριξης πρέπει να διαστασιολογηθεί η επιλογή των πάνελ. Η βάση στήριξης προσαρμόζεται σύμφωνα με τις αναλογίες του.

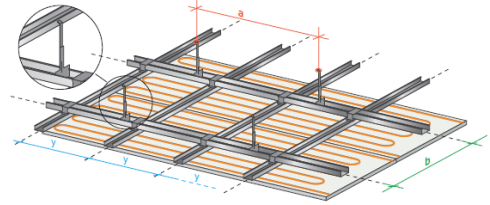
Στους παρακάτω πίνακες αναγράφονται αναλυτικά οι αντιστοιχίες των πάνελ και των βάσεων τόσο για τη *μεταλλική κατασκευή* όσο και για την *ξύλινη*. Στην πρώτη περίπτωση (σχέδιο α) η τοποθέτηση των πάνελ είναι οριζόντια της κατασκευής, σε αντίθεση με την δεύτερη περίπτωση (σχέδιο β) που τα πάνελ βρίσκονται κάθετα σε αυτήν. Επιπρόσθετα, ανάλογα με τις απαιτήσεις της ανοχής του βάρους αντιστοιχεί η απόσταση των κεντρικών κολόνων.



Διαστάσεις Βάσεων Στήριξης [11]



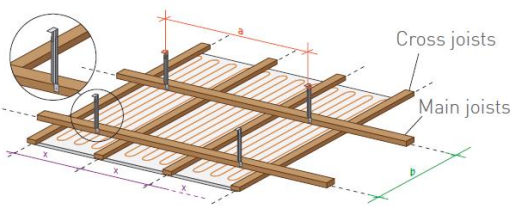
▲ Cross profiles longitudinal to the ModulePanels (α)



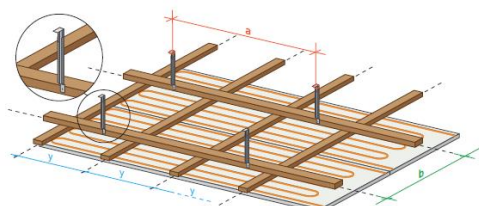
▲ Cross profiles transverse to the ModulePanels (β)

	Profile dimensions** [mm]	Max. permissible span for loads of up to 30 kg/m ² \triangleq ModulePanel (20.5 kg/m ²) + light additional load (up to 9.5 kg/m ²)	Max. permissible span for loads of up to 50 kg/m ² \triangleq ModulePanel (20.5 kg/m ²) + heavy additional load (up to 29.5 kg/m ²)
Max. clearance suspension element (a)	Main profile CD 60x27x06	750 mm	600 mm
Max. axis clearance base profile (b)	Cross profile CD 60x27x06	1,000 mm	750 mm

Panel size w x b [mm]	ModuleStandardPanels-Classic									-Acoustic		
	2,500 x 625	2,500 x 600	2,000 x 625	2,000 x 600	1,500 x 625	1,500 x 600	1,000 x 625	1,000 x 600	2,000 x 312	750 x 625	1,000 x 625	1,250 x 625
Max. axis clearance [mm] longitudinal cross profile (x)	625.0	600.0	625.0	600.0	625.0	600.0	625.0	600.0	312.0	625.0	625.0	625.0
Max. axis clearance [mm] transverse cross profile (y)	416.7	416.7	500.0	500.0	375.0	375.0	500.0	500.0	500.0	375.0	500	416.7



▲ Cross joists longitudinal to the ModulePanels (α)



▲ Cross joists transverse to the ModulePanels (β)

	Joist dimensions w x h [mm]	Max. permissible span for loads of up to 30 kg/m ² \triangleq ModulePanel (20.5 kg/m ²) + light additional load (up to 9.5 kg/m ²)	Max. permissible span for loads of up to 50 kg/m ² \triangleq ModulePanel (20.5 kg/m ²) + heavy additional load (up to 29.5 kg/m ²)
Max. clearance suspension element (a)	Main joists 30 x 50*	850 mm	700 mm
	Main joists 40 x 60	1,000 mm	850 mm
Max. axis clearance main joists (b)	Cross joists 48 x 24	600 mm	500 mm
	Cross joists 50 x 30	750 mm	600 mm
	Cross joists 60 x 40	1,000 mm	900 mm

Panel size w x b [mm]	ModuleStandardPanels-Classic									-Acoustic		
	2,500 x 625	2,500 x 600	2,000 x 625	2,000 x 600	1,500 x 625	1,500 x 600	1,000 x 625	1,000 x 600	2,000 x 312	750 x 625	1,000 x 625	1,250 x 625
Max. axis clearance [mm] longitudinal cross joists (x)	625.0	600.0	625.0	600.0	625.0	600.0	625.0	600.0	312.0	625.0	625.0	625.0
Max. axis clearance [mm] transverse cross joists (y)	416.7	416.7	500.0	500.0	375.0	375.0	500.0	500.0	500.0	375.0	500	416.7

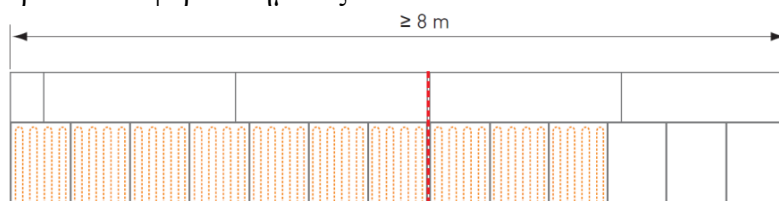


Σύνδεση/Κόλληση Πάνελ

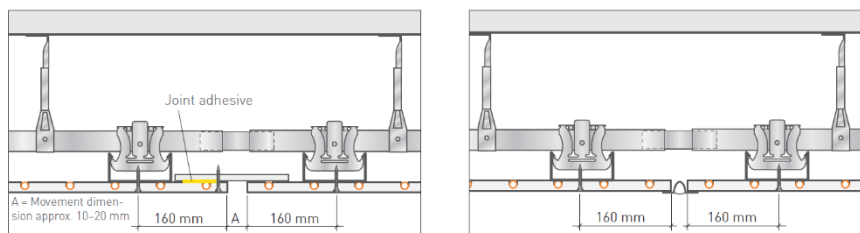
Μόλις πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση των πάνελ και η στήριξή τους με κοχλίες (στον σκελετό βάσης), ακολουθεί η συγκόλληση μεταξύ τους με την ειδική κόλλα. Η κόλλα αυτή είναι η ίδια με εκείνη που εφαρμόζεται στα συστήματα τοίχου. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στην ποσότητα της. Η αναλογία που αντιστοιχεί για τα classic πάνελ είναι 310 ml για 7 m² εγκατεστημένου πάνελ, ενώ για τα acoustic πάνελ η ποσότητα που ισοδυναμεί για 310 ml κολλάς ανέρχεται στα 6 m² εγκατεστημένου πάνελ [11].

Αρμός Διαστολής

Κατά τη σύνδεση των πάνελ, όπως και στα σύστημα θέρμανσης δαπέδου και τοίχου, επιβάλλεται να τηρούνται οι αρμοί διαστολής για την απορρόφηση των συστολών και διαστολών του συστήματος που προκαλούνται από τις θερμικές τάσεις. Έπειτα από την υπέρβαση των οκτώ τετραγωνικών μέτρων (όπως και στον τοίχο) κατά τη σύνδεση των πάνελ χρησιμοποιείται ο αρμός διαστολής (σχήμα 3.46) οποίος είναι αρκετά διαφοροποιημένος από αυτόν που τοποθετείται στον τοίχο και το δάπεδο.



Σχήμα 3.46 : Τήρηση αρμών διαστολής [11]



Σχήμα 3.47 : Τύποι αρμών διαστολής [11]

Πίνακας 3.8 : Θερμική απόδοση του συστήματος της οροφής [11]

t _i /t _r [°C]	t _{mH} [°C]	Heat output [W/m ²] at room temperature ...					T ₀ [°C] [at T _r = 20 °C]
		... 15 °C	... 18 °C	... 20 °C	... 22 °C	... 24 °C	
30/20	25.0	55	39	27	15	-	27
30/25	27.5	68	54	41	28	15	28
35/25	30.0	82	67	55	42	28	29
35/28	31.5	90	75	62	49	36	30
35/30	32.5	96	81	68	55	42	31
37.5/32.5	35.0	110	95	82	69	55	32
40/30	35.0	110	95	82	69	55	32

t_{mH} = mean hot water temperature = $\frac{t_i + t_r}{2}$ [°C]

T₀ = mean surface temperature [°C]

T_r = room temperature [°C]

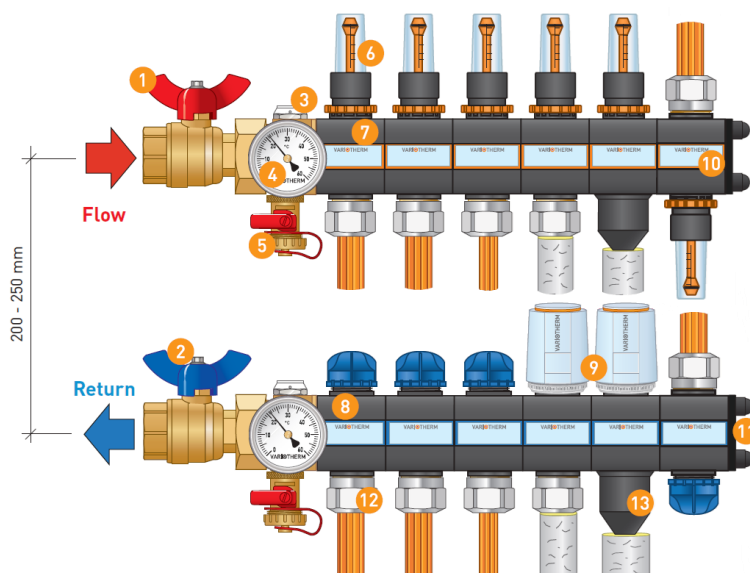
t_i/t_r = flow temperature / return temperature [°C]

Οι ανωτέρω θερμικές αποδόσεις αντιστοιχούν σε εφαρμογές που το ύψος του θερμαινόμενου χώρου δεν υπερβαίνει τα 3 μέτρα. Επιπλέον, για λόγους άνεσης, η θερμοκρασία της προσαγωγής του νερού δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 40 °C. Αν η θερμοκρασία της προσαγωγής του νερού υπερβεί αυτό το όριο, η αίσθηση της ακτινοβολούμενης θερμικής ισχύος γίνεται αντιληπτή σε αρνητικό βαθμό.



3.5 Συλλέκτης διανομής

Ο συλλέκτης διανομής, γνωστός ως και «κολλεκτέρ», σε ένα σύστημα θέρμανσης και ψύξης δαπέδου, χρησιμοποιείται για τον καταμερισμό του νερού στο εκάστοτε κύκλωμα. Επιπρόσθετα, η χρήση του είναι απαραίτητη και σε άλλα συστήματα όπως της ύδρευσης και του δικτύου της παροχής των μονάδων fan coil.



Σχήμα 3.48 : Συλλέκτης διανομής «κολλεκτέρ» [6]

Ο συλλέκτης VarioManifold (σχήμα 3.48) είναι εσωτερικά ανοξείδωτος και εξειδικεύεται στα συστήματα θέρμανσης δαπέδου και μονάδων fan coil καθώς περιέχει περαιτέρω τεχνικά χαρακτηριστικά που είναι χρήσιμα για αυτά τα δύο συστήματα. Κύριο χαρακτηριστικό του είναι η ειδική θερμομόνωση του συλλέκτη με αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση των θερμικών και ψυκτικών απωλειών. Το παραπάνω κολλεκτέρ αποτελείται από τα ακόλουθα εξαρτήματα [6] :

1. Σφαιρική βαλβίδα [ασφάλισης ροής] προσαγωγής (ζεστό νερό) , σπείρωμα 1" θηλυκό σπείρωμα.
2. Σφαιρική βαλβίδα [ασφάλισης ροής] επιστροφής (κρύο νερό), σπείρωμα 1" θηλυκό σπείρωμα.
3. Χειροκίνητος εξαερισμός δικτύου.
4. Θερμόμετρο.
5. Στρόφιγγα πλήρωσης και αποστράγγισης με σπείρωμα 1/2 " .
6. Ένδειξη παροχικής ροής κυκλώματος .
7. Ρυθμιστής ροής στις ενδεικτικές τιμές που κυμαίνονται στα 10-160 l/h.
8. Βαλβίδα τερματικής διακοπής κυκλώματος στην επιστροφή
9. Βαλβίδα τερματικής διακοπής κυκλώματος.
10. Θερμοηλεκτρικά κινητηράκια για αυτονομία του εκάστοτε κυκλώματος (δωματίου).
11. Τερματικός πίνακας (μονωμένος)
12. Διάταξη βιδών (ρακόρ) σύσφιξης Variotherm 3/4 " (για σωλήνες διατομής $\varnothing 11.6$, $\varnothing 16$ και $\varnothing 20$ mm)
13. Μονωτικός δακτύλιος (προαιρετικό για ψύξη)



3.6 Αυτονομία Θέρμανσης Δαπέδου – Θερμοστάτες Χώρου

Αυτονομία

Η λειτουργία της *αυτονομίας* παρέχει τη δυνατότητα ορισμού διαφορετικών θερμοκρασιών ανά χώρο στα συστήματα της θέρμανσης και ψύξης.

Στη θέρμανση δαπέδου η παροχή και η ροή του νερού στο εκάστοτε κύκλωμα κυκλοφορεί ανάλογα με τη θερμοκρασία που έχει οριστεί στο αντίστοιχο δωμάτιο. Πρακτικά η λειτουργία αυτή πραγματοποιείται με τη βοήθεια των ηλεκτρικών κινητήρων [5]. Η θερμοκρασία στα υπνοδωμάτια της κατοικίας στον Βόλο, για λόγους άνεσης, ορίζεται στους 20°C ενώ παράλληλα η θερμοκρασία στους διαδρόμους και την αποθήκη κυμαίνεται στους 18 °C. Μέσω της λειτουργίας αυτής υπάρχει τόσο η κατά βούληση επιλογή της θερμοκρασίας του εκάστοτε δωματίου όσο και η εξοικονόμηση ενέργειας σε αντίθεση με τα συστήματα θέρμανσης που λειτουργούν την ίδια στιγμή σε όλους τους χώρους. Επιπρόσθετα, δίνεται και η επιλογή της διακοπής της λειτουργίας της θέρμανσης ανά χώρο. Στην περίπτωση αυτή αν κάποιο δωμάτιο δεν χρησιμοποιείται (ξενώνας) υπάρχει σαν εντολή ο χώρος αυτός να μην θερμαίνεται.

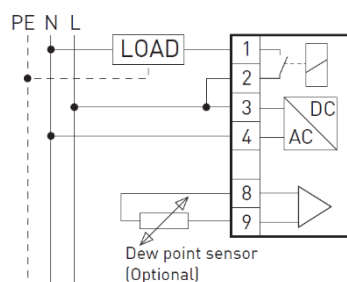
Η δυνατότητα *αυτονομίας* διατίθεται και στη λειτουργία της ψύξης με πανομοιότυπα χαρακτηριστικά. Η μόνη διαφορά συγκριτικά με τη θέρμανση είναι πως πρακτικά για την επίτευξη της λειτουργίας αυτής δεν υπάρχουν ηλεκτρικά κινητηράκια αλλά τρίοδες βάνες για τη μίξη του νερού.

Θερμοστάτες - Θέρμανση δαπέδου

Ο θερμοστάτης χώρου (σχήμα 3.49) δίνει την επιλογή στο χρήστη να ορίσει την επιθυμητή θερμοκρασία του εκάστοτε χώρου. Για τη λειτουργία του χρειάζονται τέσσερα καλώδια σύνδεσης όπου τα δύο «αναλαμβάνουν» τη τροφοδοσία του ρεύματος (230 V AC, 50 Hz) και τα άλλα δύο εκτελούν τις εντολές εκκίνησης των ηλεκτροκινητήρων [5]. Στο σχεδιάγραμμα (3.50) αναγράφονται οι ηλεκτρικές συνδεσμολογίες του θερμοστάτη.



Σχήμα 3.49 : Θερμοστάτης χώρου του συστήματος της θέρμανσης δαπέδου [6]



Σχήμα 3.50 : Ηλεκτρολογική σύνδεση του θερμοστάτη χώρου [6]



3.7 Αντιστάθμιση

Με τον όρο *αντιστάθμιση*, στις εγκαταστάσεις θέρμανσης, εννοείται η λειτουργία ρύθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής του θερμού νερού ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Η τεχνική αυτή είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική κατά τους φθινοπωρινούς και ανοιξιάτικους μήνες, διότι τότε παρατηρείται συχνά περιοδική αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας.

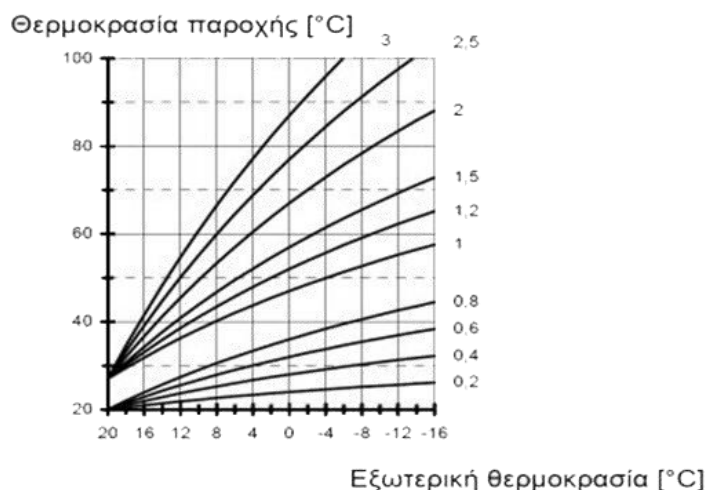
Να υπογραμμιστεί πως η διαστασιολόγηση της θέρμανσης δαπέδου έχει πραγματοποιηθεί με γνώμονα τις δυσμενέστερες θερμοκρασίες του χειμώνα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κατανάλωση παραπάνω ενέργειας κατά την εποχή της άνοιξης και του φθινοπώρου. Είναι κοινώς αντιληπτό ότι αν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι πιο υψηλή οι απώλειες θέρμανσης θα μειωθούν αισθητά, με αποτέλεσμα να χρειάζεται λιγότερη ενέργεια για τη θέρμανση της κατοικίας.

Για παράδειγμα, αν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι στους 18 °C και ο θερμοστάτης χώρου έχει οριστεί στους 20 °C (διαφορά θερμοκρασίας 2 °C), η θερμοκρασία του νερού στους σωλήνες της ενδοδαπέδιας θέρμανσης θα είναι πολύ μικρότερη σε αντίθεση με τη θερμοκρασία που απαιτείται όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι στους -6,1 °C.

Διάγραμμα καμπύλης θέρμανσης δάπεδου

Η καμπύλη θέρμανσης καθορίζει τη θερμοκρασία του νερού που κυκλοφορεί στους σωλήνες της θέρμανσης δαπέδου σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος. Η επιλογή της καμπύλης εξαρτάται από τη θερμομόνωση του κτιρίου. Όπως είναι λογικό σε κτίρια με καλή θερμομόνωση επιλέγονται καμπύλες με μικρό αριθμό. Η καμπύλη θέρμανσης βασίζεται στην επιθυμητή τιμή θερμοκρασίας χώρου που ανέρχεται στους 20°C. Ενδεικτικές τιμές: (S=κλίση καμπύλης θέρμανσης) [5]:

- Ενδοδαπέδια θέρμανση S=0,4 έως S=0,6
- Θέρμανση με σώματα S=1,0 έως S=1,5



Σχήμα 3.51 : Διάγραμμα καμπύλης θέρμανσης για την ρύθμιση της αντιστάθμισής [5]



4. Μελέτη θέρμανσης δαπέδου ξηράς δόμησης

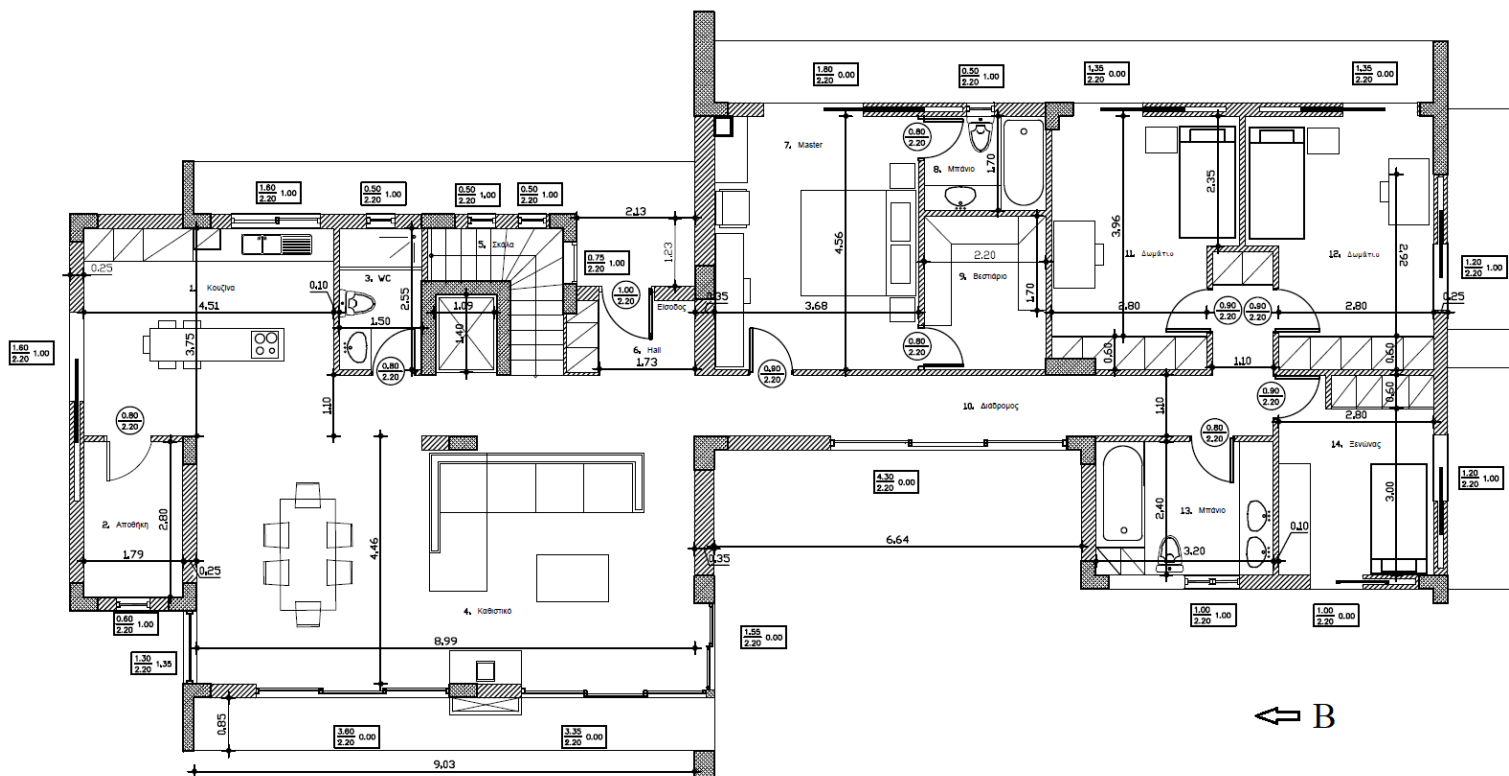
4.1 Στοιχεία Μελέτης

Πίνακας 4.1 : Στοιχεία Μελέτης

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	
ΕΡΓΟ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΔΑΠΕΔΟΥ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ
ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΒΟΛΟΣ
ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ	ΣΙΓΑΛΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	11/1/2019

4.1.1 Κάτοψη Κατοικίας

Για τη μελέτη και ακόλουθα τη διαστασιολόγηση της θέρμανσης δαπέδου αλλά και των μονάδων Fan Coil για τη θέρμανση και ψύξη μιας κατοικίας, κύριος συντελεστής, για την άρτια και αποδοτική λειτουργία του εκάστοτε συστήματος, είναι ένα αντιπροσωπευτικό σχέδιο. Στο σχέδιο 4.1 αναπαρίσταται η κάτοψη της προς μελέτη κατοικίας στον Βόλο όσον αφορά τη θέρμανση και την ψύξη.



Σχήμα 4.1 : Κάτοψη ισογείου μονοκατοικίας



4.1.2 Κλιματολογικά - Γεωμορφολογικά Δεδομένα

Η μελέτη για τον υπολογισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων με σκοπό τη διαστασιολόγηση του συστήματος της θέρμανσης δαπέδου και των Fan Coil, βασίζεται στις μετρήσεις των κλιματολογικών και γεωμορφολογικών δεδομένων (πίνακας 4.2) του Μετεωρολογικού σταθμού στο Βόλο που υπάρχει στο εθνικό αστεροσκοπείο Αθηνών [12].

Πίνακας 4.2 : Κλιματολογικά Δεδομένα [12]

ANNUAL CLIMATOLOGICAL SUMMARY												
NAME: Volos ELEV: 52 m LAT: 39,35 deg 24min LONG: 22deg 94 min												
TEMPERATURE (°C)												
YR	MO	MEAN MAX	MEAN MIN	MEAN	MAX HI	MAX DATE	MIN LOW	MIN DATE	>=32	<=0	<=0	<=-18
17	01	7.6	1.4	4.2	15.8	05	-6.1	08	00	03	08	00
17	02	14.8	8.0	11.2	20.8	05	2.9	01	00	00	00	00
17	03	18.3	9.4	13.5	25.2	26	6.3	17	00	00	00	00
17	04	21.0	11.4	16.0	26.5	28	7.4	08	00	00	00	00
17	05	26.1	16.4	21.0	33.7	13	12.1	19	01	00	00	00
17	06	31.2	21.4	26.1	41.4	30	17.7	12	10	00	00	00
17	07	32.8	22.9	27.7	41.5	02	17.1	17	18	00	00	00
17	08	32.8	23.4	27.9	38.1	06	18.6	31	20	00	00	00
17	09	29.3	19.4	24.0	36.4	18	14.9	30	08	00	00	00
17	10	22.3	13.1	17.4	26.6	06	8.4	29	00	00	00	00
17	11	16.9	9.4	13.2	20.8	12	3.5	29	00	00	00	00
17	12	14.7	7.3	10.9	21.4	03	0.4	22	00	00	00	00
		22.3	13.6	17.8	41.5		-6.1		057	003	008	000

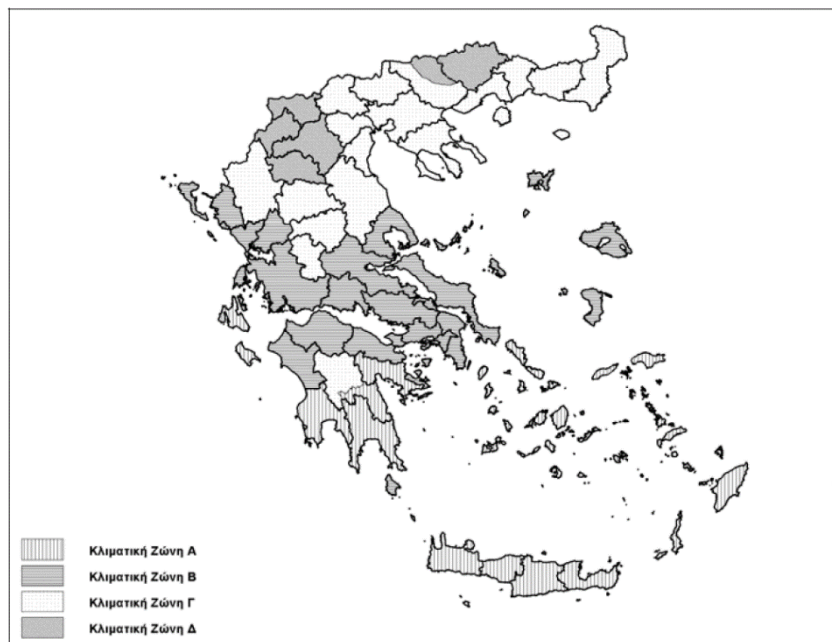
4.1.3 Κλιματικές Ζώνες στην Ελλάδα

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ [13] η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες. Στον πίνακα 4.3 προσδιορίζονται οι νομοί στους οποίους υπάγονται οι τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνιση (σχήμα 4.2).

Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 500 μέτρων, εντάσσονται στην (αμέσως επόμενη) ψυχρότερη κλιματική ζώνη από την υπάρχουσα. Για τη Δ ζώνη όλες οι περιοχές, ανεξαρτήτως του υψομέτρου, περιλαμβάνονται σε αυτήν.

Πίνακας 4.3 : Αναλυτικός πίνακας κλιματικών ζωνών και των εκάστοτε νομών της ελληνικής επικρατείας [13]

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας



Σχήμα 4.2 : Σχηματική απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας [13]

4.2 Συντελεστές Θερμοπερατότητας

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας εκφράζει την ποσότητα της θερμότητας ανά μονάδα χρόνου που διέρχεται μέσα από ένα τετραγωνικό μέτρο ενός υλικού με πάχος ένα μέτρο, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών του είναι ίση με ένα βαθμό της μονάδος Κέλβιν. Η μονάδα μέτρησης της θερμοπερατότητας ισούται με « W/m^2K » και συμβολίζεται με το γράμμα « U ».

4.2.1 Συντελεστής Θερμοπερατότητας Τοιχοποιίας

Για την εύρεση των θερμικών και ψυκτικών απωλειών αρχικά θα υπολογιστεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας. Στην παραπάνω κατοικία, στην οποία θα πραγματοποιηθεί η μελέτη θέρμανσης και ψύξης, παρατηρείται ότι τα δομικά αδιαφανή στοιχεία αποτελούνται από την εξωτερική τοιχοποιία και τα δοκάρια. Στη συνέχεια, η δομική τοιχοποιία ολοκληρώνεται από την οροφή και το δάπεδο.

Πιο συγκεκριμένα, η κατοικία στο Βόλο αποτελείται από δύο εξωτερικούς τοίχους (πίνακες 4.4 και 4.5) και δύο δοκάρια (πίνακες 4.6 και 4.7) των 25 και 35 εκατοστών το καθένα. Επιπρόσθετα, για πιο ακριβές αποτέλεσμα της μελέτης επιβάλλεται να συμπεριληφθεί και η εσωτερική τοιχοποιία (πίνακας) αλλά και το δοκάρι (πίνακας) που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο περιμετρικά του ανελκυστήρα.

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας που θα υπολογιστούν στους παρακάτω πίνακες, σύμφωνα με την TOTEE 2017, στα νεόδμητα κτήρια δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις τιμές του πίνακα 3.3α, όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του κανονισμού της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. Επιπρόσθετα, τα τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών υλικών κατασκευής όπως η πυκνότητα (ρ), ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ) και οι θερμικές αντιστάσεις (R) βασίζονται στους πίνακες της TOTEE 20701-2 2017 [14].



Εξωτερική Τοιχοποιία 25 cm - $T_{εξ}(25cm)$

Πίνακας 4.4 : Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερική τοιχοποιία 25 cm

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εξωτερική τοιχοποιία 25 cm					
					ΖΩΝΗ Β
2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_{d}):					
a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,015	0,870	0,017
2	Οπτοπλινθοδομή	1500	0,060	0,510	0,118
3	Θερμομονωτικό υλικό (Διογκωμένη Πολυστερίνη)		0,070	0,033	2,121
4	Οπτοπλινθοδομή	1500	0,090	0,510	0,176
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,015	0,870	0,017
6					
7					
8					
9					
$\Sigma d =$			0,25	$R_{d} =$	2,450
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U):					
		ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_s (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)			0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)			0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)			0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)			0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος			0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0,130	
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2,450	
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_s	(m ² K)/W	0,040	
Αντίσταση θερμοπερατότητας		$R_{ολ}$	(m ² K)/W	2,620	
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	0,382	
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας		U_{max}	W/(m ² K)	0,450	

Πρέπει:
 $U \leq U_{max}$

ΙΣΧΥΕΙ

Εξωτερική Τοιχοποιία 35 cm - $T_{εξ}(35cm)$

Πίνακας 4.5 : Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερική τοιχοποιία 35 cm

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εξωτερική τοιχοποιία 35 cm					
					ΖΩΝΗ Β
2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_A):					
a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	1800	0,020	0,870	0,023
2	Οπτοπλινθοδομή	1500	0,120	0,510	0,235
3	Θερμομονωτικό υλικό (Διογκωμένη Πολυστερίνη)		0,070	0,033	2,121
4	Οπτοπλινθοδομή	1500	0,120	0,510	0,235
5	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	1800	0,020	0,870	0,023
6					
7					
8					
9					
			$\Sigma d =$	0,35	$R_A =$
					2,637
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U):					
		ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_s (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)			0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)			0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)			0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)			0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος			0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0,130	
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2,637	
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_s	(m ² K)/W	0,040	
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{ολ}$	(m ² K)/W	2,807	
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	0,356	
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας		U_{max}	W/(m ² K)	0,450	

Πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ



Εξωτερική Δοκός 25 cm – $T_{δοκ(25cm)}$

Πίνακας 4.6 : Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερική δοκός (δοκάρι) 25 cm

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εξωτερική δοκός / Υποσύλμα (δοκάρι) 25 cm					
					ΖΩΝΗ Β
2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_{λ}):					
α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/ λ (m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1000	0,015	0,070	0,017
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400	0,150	2,500	0,060
3	Θερμομονωτικό υλικό		0,070	0,033	2,121
4	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,015	0,870	0,017
5					
6					
7					
8					
9					
$\Sigma d=$			0,250		$R_{\lambda}=$ 2,215
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U):					
		ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_s (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)			0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)			0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)			0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)			0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος			0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0,130	
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2,215	
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_s	(m ² K)/W	0,040	
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{ολ}$	(m ² K)/W	2,385	
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	0,419	
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας		U_{max}	W/(m ² K)	0,450	

Πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Εξωτερική Δοκός 35 cm – $T_{δοκ(35cm)}$

Πίνακας 4.7 : Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερική δοκός (δοκάρι) 35 cm

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εξωτερική δοκός / Υποστύλωμα (δοκάρι) 35 cm						
					ΖΩΝΗ Β	
2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_A):						
a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W	
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,015	0,870	0,017	
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400	0,250	2,500	0,100	
3	Θερμομονωτικό υλικό		0,070	0,033	2,121	
4	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,015	0,870	0,017	
5						
6						
7						
8						
9						
			$\Sigma d =$	0,350	$R_A =$	2,256
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U):						
		ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_e (εξωτερ.)	
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)			0,130	0,040	
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0,130	0,130	
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0,130	0,000	
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)			0,100	0,040	
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0,100	0,100	
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)			0,170	0,040	
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)			0,170	0,170	
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος			0,170	0,000	
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0,130		
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2,256		
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_e	(m ² K)/W	0,040		
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{ολ}$	(m ² K)/W	2,426		
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	0,412		
Μέγιστος επιτρεπόμενος, συντελ. θερμοπερατότητας		U_{max}	W/(m ² K)	0,450		

Πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ!



Εξωτερική Δοκός ΜΘΧ – $T_{δοκ(μθχ)}$

Πίνακας 4.8 : Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερική δοκός (δοκάρι) σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δοκός / Υποστύλωμα (δοκάρι) σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο

ΖΩΝΗ Β

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_a):

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,015	0,870	0,017
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400	0,150	2,500	0,060
3	Θερμομονωτικό υλικό		0,070	0,033	2,121
4	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,015	0,870	0,017
5					
6					
7					
8					
9					
$\Sigma d =$			0,250	$R_a =$	2,215

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U):

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_s (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_s	(m ² K)/W
Αντίσταση θερμοπερατότητας		$R_{ολ}$	(m ² K)/W
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας		U_{max}	W/(m ² K)

Πρέπει:
 $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ!

Εσωτερική τοιχοποιία ΜΘΧ – $T_{\text{εσ}}(\mu\theta\chi)$

Πίνακας 4.9 : Συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εσωτερική τοιχοποιία με ΜΘΧ					
					ΖΩΝΗ Β
2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_{th}):					
a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	1800	0,020	0,870	0,023
2	Οπτοπλιθοδομή	1500	0,060	0,510	0,118
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	1800	0,020	0,870	0,023
4					
5					
6					
7					
8					
9					
			$\Sigma d =$	0,100	$R_{\text{th}} =$ 0,164
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U):					
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_s (εξωτερ.)		
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0,130	0,040		
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,130	0,130		
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,130	0,000		
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,100	0,040		
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,100	0,100		
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (ριζοίτις)	0,170	0,040		
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0,170	0,170		
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,170	0,000		
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0,130	
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	0,164	
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_s	(m ² K)/W	0,130	
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{\text{ολ}}$	(m ² K)/W	0,423	
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	2,360	
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας		U_{max}	W/(m ² K)	-	



Δώμα (Οροφή) – Ο

Πίνακας 4.10 : Συντελεστής θερμοπερατότητας της οροφής

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δώμα					
2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R _λ):					
α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,020	0,870	0,023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400	0,200	2,500	0,080
3	Ελαφροσκυρόδεμα κλίσεων	500	0,050	0,200	0,250
4	Θερμομονωτικό υλικό		0,070	0,033	2,121
5	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0,020	0,870	0,023
6					
7					
8					
9					
			Σd=	0,360	R _λ =
					2,497
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U):					
		ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)	R _e (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)			0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)			0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)			0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)			0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος			0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0,100	
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2,497	
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _e	(m ² K)/W	0,040	
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ}	(m ² K)/W	2,637	
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	0,379	
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας		U _{max}	W/(m ² K)	0,400	

Πρέπει: U ≤ U_{max}
ΙΣΧΥΕΙ!



Δάπεδο ΜΟΧ – Δ

Πίνακας 4.11 : Συντελεστής θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο					
					ZΩΝΗ Β
2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R _L):					
a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια Δαπέδου	2000	0,005	1,840	0,003
2	Τσιμεντοκονία	1800	0,020	0,870	0,023
3	Ελαφροσκυρόδεμα	500	0,050	0,200	0,250
4	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400	0,200	2,500	0,080
5	Θερμομονωτικό υλικό		0,070	0,033	2,121
6	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,015	0,870	0,017
7					
8					
9					
			Σd=	0,360	R _L =
					2,494
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U):					
		ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)	R _e (εξωτερ.)
Δομικό στοιχείο	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)			0,130	0,040
	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0,130	0,130
	Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0,130	0,000
	Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)			0,100	0,040
	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0,100	0,100
	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)			0,170	0,040
	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)			0,170	0,170
	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος			0,170	0,000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0,170	
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2,494	
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _e	(m ² K)/W	0,040	
	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ}	(m ² K)/W	2,704	
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	0,370	
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελ. θερμοπερατότητας		U _{max}	W/(m ² K)	0,750	

Πρέπει:
U ≤ U_{max}
ΙΣΧΥΕΙ



4.2.2 Συντελεστής Θερμοπερατότητας Κουφωμάτων

Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας των κουφωμάτων « U_w » της κατοικίας θα τοποθετηθούν πόρτες, παράθυρα και μπαλκονόπορτες τελευταίας τεχνολογίας. Επιπρόσθετα, θα γίνει χρήση εξωτερικών προστατευτικών φύλλων.

Αναλυτικά, για τον υπολογισμό του « U_w » θα χρησιμοποιηθεί η σχέση 4.1. Το υλικό του πλαισίου των κουφωμάτων αποτελείται από ξύλο. Οι υαλοπίνακες των κουφωμάτων είναι διπλού φύλλου με το διάκενο του αέρα να ανέρχεται στα 12mm. καθώς περιέχει επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ($\epsilon = 0,10$) [14].

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_w} \quad (4.1)$$

Για τη σχέση 4.1 ισχύουν τα εξής :

- U_w [$W/m^2 \cdot K$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος
- U_f [$W/m^2 \cdot K$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος
- U_g [$W/m^2 \cdot K$] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος
- A_f [m^2] η επιφάνεια του πλαισίου του κουφώματος
- A_g [m^2] η επιφάνεια του υαλοπίνακα του κουφώματος
- I_g [m] το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα)
- Ψ_g [$W/m \cdot K$] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.
- A_w [m^2] το εμβαδόν επιφάνειας του κουφώματος ($A_w = A_f + A_g$)

Πίνακας 4.12 : Αποτελέσματα από TOTTE 2017 για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατ. Κουφωμάτων [14]

Πίνακας TOTEE 2017	Συμβολισμός	Περιγραφή	Αποτέλεσμα
Πιν 3.8	U_g	Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm και με επίστρωση μεμβράνης ($\epsilon = 0,10$)	1,80
Πιν 3.9	U_f	Ξύλινο πλαίσιο	2,20
Πιν 3.10	Ψ_g	Γραμμική θερμοπερατότητα υαλοπίνακα με επίστρωση χαμηλής εκπομπής, Ξύλινου πλαισίου	0,08



Πίνακας 4.13 : Αποτελέσματα των συντελεστών θερμοπερατότητας για τα ανοίγματα της μονοκατοικίας

Παράθυρα και Μπαλκονόπορτες								
a/a	U _f	U _g	A _f	A _g	A _w	I _g	Ψ _g	U _w
A _{Π1Α}	2,20	1,80	0,42	1,50	1,92	4,96	0,06	2,04
A _{Π1Β}	2,20	1,80	0,59	1,33	1,92	6,72	0,06	2,13
A _{Π2}	2,20	1,80	0,26	0,46	0,72	2,96	0,06	2,19
A _{Π3}	2,20	1,80	0,25	0,35	0,60	2,76	0,06	2,24
A _{Π4Α}	2,20	1,80	0,32	0,79	1,11	3,36	0,06	2,11
A _{ΜΠ4Β}	2,20	1,80	1,56	6,36	7,92	18,46	0,06	2,02
A _{ΜΠ4Γ}	2,20	1,80	1,52	5,85	7,37	17,98	0,06	2,03
A _{Π4Δ}	2,20	1,80	0,90	2,51	3,41	10,62	0,06	2,09
A _{Μπ7}	2,20	1,80	0,61	3,35	3,96	7,36	0,06	1,97
A _{Π8}	2,20	1,80	0,25	0,35	0,60	2,76	0,06	2,24
A _{Μπ10}	2,20	1,80	1,67	7,79	9,46	19,88	0,06	2,00
A _{Μπ11}	2,20	1,80	0,54	2,43	2,97	6,46	0,06	2,00
A _{Μπ12}	2,20	1,80	0,54	2,43	2,97	6,46	0,06	2,00
A _{Π12}	2,20	1,80	0,36	1,08	1,44	4,16	0,06	2,07
A _{Π13}	2,20	1,80	0,49	0,71	1,20	5,52	0,06	2,24
A _{Μπ14}	2,20	1,80	0,49	1,71	2,20	5,76	0,06	2,10
A _{Π14}	2,20	1,80	0,36	1,08	1,44	4,16	0,06	2,07
A _{Π5Α}	2,20	1,80	0,25	0,35	0,60	2,76	0,06	2,24
A _{Π5Β}	2,20	1,80	0,21	0,35	0,60	2,76	0,06	2,24
A _{Π5Γ}	2,20	1,80	0,29	0,61	0,90	3,26	0,06	2,14

Διορθωτικός Συντελεστής Θερμοπερατότητας Κουφωμάτων

Για την ολοκλήρωση του υπολογισμού του συντελεστή της θερμοπερατότητας των κουφωμάτων είναι απαραίτητο να συμπεριληφθεί η χρήση των εξωτερικών προστατευτικών φύλλων (ρολών / εξωφύλλων). Κατά τη διάρκεια της νύχτας, ειδικά σε κτίρια κατοικιών, είναι συνηθισμένη η χρήση των κλειστών προστατευτικών φύλλων με σημαντικά αποτελέσματα στη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κουφωμάτων.

Ο διορθωτικός συντελεστής θερμοπερατότητας των κουφωμάτων «U_{w,cor}» με ρολό ή εξώφυλλο προκύπτει από τη σχέση 4.2 [14].

$$U_{w,διορθ.} = U_w \times (1 - f_{rb}) + U_{w,rb} \times f_{rb} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (4.2)$$

Για τη σχέση 4.2 ισχύουν τα εξής :

- U_{w,διορθ} [W/(m²·K)] ο διορθωτικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με χρήση ρολού / εξώφυλλου
- U_{w,rb} [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με το ρολό / εξώφυλλο σε κλειστή θέση (σχέση 4.3)
- U_w [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος
- f_{rb} ο συντελεστής χρήσης του ρολού / εξώφυλλου



Για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος με κλειστά τα προστατευτικά φύλλα, θα χρησιμοποιηθεί η σχέση 4.3 σύμφωνα με την Α έκδοση της TOTEE 2017 [14].

$$U_{w,rb} = \frac{1}{1/U_w \cdot R_{rb}} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (4.3)$$

Για τη σχέση 4.3 ισχύουν τα εξής :

- $U_{w,rb}$ [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος με το ρολό / εξώφυλλο σε κλειστή θέση
- U_w [W/(m²·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος
- R_{rb} [W/(m²·K)]⁻¹ η θερμική αντίσταση που προσφέρει η χρήση του εξωτερικού προστατευτικού φύλλου

Πίνακας 4.14 : Αποτελέσματα από TOTTE 2017 για τον υπολογισμό του διορθωμένου συντελεστή θερμοπερατότητας των κουφωμάτων [14]

Πίνακας TOTEE 2017	Συμβολισμός	Περιγραφή	Αποτέλεσμα
-	f_{rb}	Συντελεστής χρήσης του ρολού/εξωφύλλου	0,50
Πιν 3.12	R_{rb}	Φυλλαράκια συνθετικά με γέμισμα αφρού υψηλής αεροστεγανότητας ρολού/εξωφύλλων	2,20

Πίνακας 4.15 : Αποτελέσματα διορθωμένου συντελεστή θερμοπερατότητας των κουφωμάτων της μονοκατοικίας

Παράθυρα και Μπαλκονόπορτες με χρήση εξωτερικών προστατευτικών φύλλων (ρολών / εξωφύλλων)					
α/α	U_w	f_{rb}	R_{rb}	$U_{w,rb}$	$U_{w,cor}$
ΑΠ1Α	2,04	0,50	0,26	1,333	1,69
ΑΠ1Β	2,13	0,50	0,26	1,371	1,75
ΑΠ2	2,19	0,50	0,26	1,395	1,79
ΑΠ3	2,24	0,50	0,26	1,416	1,83
ΑΠ4Α	2,11	0,50	0,26	1,363	1,74
ΑΜΠ4Β	2,02	0,50	0,26	1,324	1,67
ΑΜΠ4Γ	2,03	0,50	0,26	1,329	1,68
ΑΠ4Δ	2,09	0,50	0,26	1,354	1,72
ΑΜπ7	1,97	0,50	0,26	1,303	1,64
ΑΠ8	2,24	0,50	0,26	1,416	1,83
ΑΜπ10	2,00	0,50	0,26	1,316	1,66
ΑΜπ11	2,00	0,50	0,26	1,316	1,66
ΑΜπ12	2,00	0,50	0,26	1,316	1,66
ΑΠ12	2,07	0,50	0,26	1,346	1,71
ΑΠ13	2,24	0,50	0,26	1,416	1,83
ΑΜπ14	2,10	0,50	0,26	1,358	1,73
ΑΠ14	2,07	0,50	0,26	1,346	1,71
ΑΠ5Α	2,24	0,50	0,26	1,416	1,83
ΑΠ5Β	2,24	0,50	0,26	1,416	1,83
ΑΠ5Γ	2,14	0,50	0,16	1,594	1,87



4.3 Θερμικές Απώλειες

Οι θερμικές απώλειες εκφράζουν τις ανάγκες θερμότητας και πιο συγκεκριμένα τη θερμική ενέργεια που χρειάζεται ένας κλειστός χώρος ώστε η εσωτερική θερμοκρασία να παραμένει σταθερή. Οι σταθερές τιμές της εσωτερικής θερμοκρασίας κυμαίνονται από 18 °C έως 22 °C, όταν παράλληλα η εξωτερική θερμοκρασία ανέρχεται σε αρνητικές τιμές. Παρακάτω ακολουθεί αναλυτικός πίνακας των στοιχείων της κατοικίας (πίνακας 4.16) για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών (πίνακες από 4.17 έως 4.30) σύμφωνα με το DIN4701/77 για τον εκάστοτε χώρο της κατοικίας στον Βόλο [15].

Πίνακας 4.16 : Στοιχεία μελέτης για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών

Στοιχεία Μελέτης			
Περιοχή	Βόλος	Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία	- 6,1°C
Υψόμετρο	52 m	Εσωτερική Θερμοκρασία	20 °C
Γεωγραφικό Πλάτος	39,24 °	Εσωτερική Θερμοκρασία (Μπάνια)	22 °C
Γεωγραφικό Μήκος	22,94 °	Θερμοκρασία Υπογείου (ΜΘΧ)	2,9 °C
Ημερομηνία	5 Ιανουαρίου		

Πίνακας 4.17 : Υπολογισμός θερμικών απωλειών χώρων κτηρίου - Κουζίνα

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ												ΙΣΟΓΕΙΟ			1. ΚΟΥΖΙΝΑ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ					ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ					
		ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ Ή ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (λογω ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ) ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ Q ₀	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΖΗ	ΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΖΘ	ΛΟΓΩ ΥΨΟΥΣ ΖΘ	ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΩΝ (1+ΖΗ+ΖΘ+ΖΟ)	ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΟΥ Q _T
		m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	°C	°C	W	%	%	%		W
T _{εξ} (25cm)	B	3,5	3,5	12,25		1,92	10,33	0,38	20	-6,1	26,1	102,99					
T _{θοκ} (25cm)	B	0,5	3,5	1,75			1,75	0,42	20	-6,1	26,1	19,14					
T _{εξ} (25cm)	A	3,85	3,5	13,48		1,92	11,56	0,38	20	-6,1	26,1	115,21					
T _{θοκ} (25cm)	A	1	3,5	3,50			3,50	0,42	20	-6,1	26,1	38,28					
O	-			19,00			19,00	0,38	20	-6,1	26,1	187,95					
Δ	-			19,00			19,00	0,37	20	2,9	17,1	120,21					
A _{Π1Α}	B	1,6	1,2	1,92			1,92	1,68	20	-6,1	26,1	84,19					
A _{Π1Β}	A	1,6	1,2	1,92			1,92	1,75	20	-6,1	26,1	87,70					
												755,65	5	0	0	1,05	793,44
Απώλειες αερισμού χαραμάδων Q _L = α x (Σ l) x R x H x Zε x (ti - to)																	460,93
Απώλειες αγωγιμότητας και αερισμού χαραμάδων Q = Q _T + Q _L																	1254,37
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΟΥ																	
α= 2	Συντελεστής διαπερατότητας ανοιγμάτων χώρου										Πίνακας 3.23	TOTEE 2010					
Σl= 11,68	Συνολικό μήκος χαραμάδων ανοιγμάτων χώρου																
R= 0,9	Συντελεστής διεισδυτικότητας (ή χαρακτηριστικός αριθμός χώρου)										Πίνακας 3.24	TOTEE 2010					
H= 0,84	Συντελεστής προσβολής ανέμου (ή χαρακτηριστικός αριθμός κτηρίου)										Πίνακας 3.25	TOTEE 2010					
Zε= 1	Συντελεστής γωνιακών ανοιγμάτων																
Δt= 26,1	Θερμοκρασιακή διαφορά εσωτερικού χώρου - περιβάλλοντος																



Πίνακας 4.20 : Υπολογισμός θερμικών απώλειών χώρων κτηρίου - Καθιστικό

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ												ΙΣΟΓΕΙΟ			4. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ					ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ						
		ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ Ή ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (λόγω ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ) ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ Qo	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΖΗ	ΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΖΘ	ΛΟΓΩ ΥΨΟΥΣ ΖΘ	ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΩΝ (1+ΖΗ+ΖΘ+ΖΟ)	ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΟΥ Qf	
		m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	°C	°C	W	%	%	%		W	
T _{εξ} (25cm)	B	1,30	3,5	4,55		1,11	3,44	0,38	20	-6,1	26,1	34,30						
T _{δοκ} (25cm)	B	0,25	3,5	0,88			0,88	0,42	20	-6,1	26,1	9,57						
T _{εξ} (25cm)	Δ	7,60	3,5	26,60		15,30	11,30	0,38	20	-6,1	26,1	112,66						
T _{δοκ} (25cm)	Δ	1,15	3,5	4,03			4,03	0,42	20	-6,1	26,1	44,02						
T _{εξ} (35cm)	N	3,45	3,5	12,08		3,41	8,67	0,36	20	-6,1	26,1	80,51						
T _{δοκ} (35cm)	N	1,10	3,5	3,85			3,85	0,41	20	-6,1	26,1	41,40						
O	-			52,30			52,30	0,38	20	-6,1	26,1	517,35						
Δ	-			52,30			52,30	0,37	20	2,9	17,1	330,90						
A _{Π1A}	B	0,85	1,1	1,11			1,11	1,74	20	-6,1	26,1	50,41						
A _{Π1B}	Δ	3,60	2,2	7,92			7,92	1,67	20	-6,1	26,1	345,21						
A _{Π1Γ}	Δ	3,35	2,2	7,37			7,37	1,68	20	-6,1	26,1	323,16						
A _{Π1Δ}	N	1,55	2,2	3,41			3,41	1,72	20	-6,1	26,1	153,08						
												2042,6	0	0	0	1	2042,57	
Απώλειες αερισμού χαραμάδων Q _L = α x (Σ I) x R x H x Zε x (ti - to)																		1989,73
Απώλειες αγωγιμότητας και αερισμού χαραμάδων Q = Q _T + Q _L												ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΟΥ						4032,30
α=	2	Συντελεστής διαπερατότητας λόγω ανοίγματος								Πίνακας 3.23		TOTEE 2010						
ΣI=	50,42	Συνολικό μήκος χαραμάδων ανοιγμάτων χώρου										TOTEE 2010						
R=	0,9	Συντελεστής διεισδυτικότητας (ή χαρακτηριστικός αριθμός χώρου)								Πίνακας 3.24		TOTEE 2010						
H=	0,84	Συντελεστής προσβολής ανέμου (ή χαρακτηριστικός αριθμός κτηρίου)								Πίνακας 3.25		TOTEE 2010						
Zε=	1	Συντελεστής γωνιακών ανοιγμάτων																
Δt=	26,1	Θερμοκρασιακή διαφορά εσωτερικού χώρου - περιβάλλοντος																

Πίνακας 4.21 : Υπολογισμός θερμικών απώλειών χώρων κτηρίου – Σκάλα ΜΟΧ (Δεν θα υπολογιστεί στην θέρμανση δαπέδου)

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ												ΙΣΟΓΕΙΟ			5. ΣΚΑΛΑ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ					ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ						
		ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ Ή ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (λόγω ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ) ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ Qo	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΖΗ	ΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΖΘ	ΛΟΓΩ ΥΨΟΥΣ ΖΘ	ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΩΝ (1+ΖΗ+ΖΘ+ΖΟ)	ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΟΥ Qf	
		m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	°C	°C	W	%	%	%		W	
T _{εξ} (25cm)	A	1,7	3,5	5,95		1,00	4,95	0,38	16	-6,1	22,1	41,79						
T _{δοκ} (25cm)	A	1,1	3,5	3,85			3,85	0,42	16	-6,1	22,1	35,65						
T _{εξ} (25cm)	N	0,8	3,5	2,80		0,75	2,05	0,38	16	-6,1	22,1	17,31						
T _{δοκ} (25cm)	N	0,5	3,5	1,75			1,75	0,42	16	-6,1	22,1	16,20						
O	-			6,30			6,30	0,38	16	-6,1	22,1	52,77						
Δ	-			6,30			6,30	0,37	16	2,9	13,1	30,54						
A _{Π14}	A	0,5	1,2	0,60	2		1,20	1,83	16	-6,1	22,1	48,53						
A _{Π15}	N	0,75	1,2	0,90			0,90	1,87	16	-6,1	22,1	37,19						
												279,98	0	0	0	1	279,98	
Απώλειες αερισμού χαραμάδων Q _L = α x (Σ I) x R x H x Zε x (ti - to)																		293,39
Απώλειες αγωγιμότητας και αερισμού χαραμάδων Q = Q _T + Q _L												ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΟΥ						573,37
α=	2	Συντελεστής διαπερατότητας λόγω ανοίγματος								Πίνακας 3.23		TOTEE 2010						
ΣI=	8,78	Συνολικό μήκος χαραμάδων ανοιγμάτων χώρου										TOTEE 2010						
R=	0,9	Συντελεστής διεισδυτικότητας (ή χαρακτηριστικός αριθμός χώρου)								Πίνακας 3.24		TOTEE 2010						
H=	0,84	Συντελεστής προσβολής ανέμου (ή χαρακτηριστικός αριθμός κτηρίου)								Πίνακας 3.25		TOTEE 2010						
Zε=	1	Συντελεστής γωνιακών ανοιγμάτων																
Δt=	22,1	Θερμοκρασιακή διαφορά εσωτερικού χώρου - περιβάλλοντος																



Πίνακας 4.24 : Υπολογισμός θερμικών απώλειών χώρων κτηρίου – Μπάνιο

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ												ΙΣΟΓΕΙΟ			8. ΜΠΑΝΙΟ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ					ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ					
		ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ Ή ΎΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (λόγω ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ) ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ Q ₀	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΖΗ	ΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΖΩ	ΛΟΓΩ ΎΨΟΥΣ ΖΩ	ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΩΝ (I+ZH+ZD+ZO)	ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΟΥ Q _T
		m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	°C	°C	W	%	%	%		W
T _{εξ} (25cm)	A	2,3	3,5	8,05		0,60	7,45	0,38	22	-6,1	28,1	79,97					
O	-			4,70			4,70	0,38	22	-6,1	28,1	50,05					
Δ	-			4,70			4,70	0,37	22	2,9	19,1	33,21					
A _{ηθ}	A	0,5	1,2	0,6			0,60	1,83	22	-6,1	28,1	30,85					
												194,09	0	0	0	1	194,09
Απώλειες αερισμού χαραμάδων Q _L = α x (Σ I) x R x H x Zε x (ti - to)																	117,26
Απώλειες αγωγιμότητας και αερισμού χαραμάδων Q= Q _T + Q _L																	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΟΥ 311,36
α=	2	Συντελεστής διαπερατότητας λόγω ανοίγματος										Πίνακας 3.23	TOTEE 2010				
ΣI=	2,76	Συνολικό μήκος χαραμάδων ανοιγμάτων χώρου															
R=	0,9	Συντελεστής διεισδυτικότητας (ή χαρακτηριστικός αριθμός χώρου)										Πίνακας 3.24	TOTEE 2010				
H=	0,84	Συντελεστής προσβολής ανέμου (ή χαρακτηριστικός αριθμός κτηρίου)										Πίνακας 3.25	TOTEE 2010				
Zε=	1	Συντελεστής γωνιακών ανοιγμάτων															
Δt=	28,1	Θερμοκρασιακή διαφορά εσωτερικού χώρου - περιβάλλοντος															

Πίνακας 4.25 : Υπολογισμός θερμικών απώλειών χώρων κτηρίου – Βεστιάριο

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ												ΙΣΟΓΕΙΟ			9. ΒΕΣΤΙΑΡΙΟ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ					ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ					
		ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ Ή ΎΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (λόγω ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ) ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ Q ₀	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΖΗ	ΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΖΩ	ΛΟΓΩ ΎΨΟΥΣ ΖΩ	ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΩΝ (I+ZH+ZD+ZO)	ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΟΥ Q _T
		m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	°C	°C	W	%	%	%		W
O	-			6,85			6,85	0,38	22	-6,1	28,1	72,95					
Δ	-			6,85			6,85	0,37	22	2,9	19,1	48,41					
												121,36	0	0	0	1	121,36
Απώλειες αερισμού χαραμάδων Q _L = α x (Σ I) x R x H x Zε x (ti - to)																	0,00
Απώλειες αγωγιμότητας και αερισμού χαραμάδων Q= Q _T + Q _L																	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΟΥ 121,36
α=	2	Συντελεστής διαπερατότητας λόγω ανοίγματος										Πίνακας 3.23	TOTEE 2010				
ΣI=	0	Συνολικό μήκος χαραμάδων ανοιγμάτων χώρου															
R=	0,9	Συντελεστής διεισδυτικότητας (ή χαρακτηριστικός αριθμός χώρου)										Πίνακας 3.24	TOTEE 2010				
H=	0,84	Συντελεστής προσβολής ανέμου (ή χαρακτηριστικός αριθμός κτηρίου)										Πίνακας 3.25	TOTEE 2010				
Zε=	1	Συντελεστής γωνιακών ανοιγμάτων															
Δt=	28,1	Θερμοκρασιακή διαφορά εσωτερικού χώρου - περιβάλλοντος															



Πίνακας 4.28 : Υπολογισμός θερμικών απώλειών χώρων κτηρίου – Υπνοδωμάτιο

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ												ΙΣΟΓΕΙΟ			12. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ					ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ					
		ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ Ή ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (λόγω ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ) ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ Q ₀	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΖΗ	ΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΖΩ	ΛΟΓΩ ΥΨΟΥΣ ΖΩ	ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΩΝ (I+ZH+ZD+ZO)	ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΟΥ Q _T
		m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	°C	°C	W	%	%	%		W
T _{εξ} (25cm)	A	3,25	3,5	11,38		2,97	8,41	0,38	20	-6,1	26,1	83,80					
T _{δοκ} (25cm)	A	0,5	3,5	1,75			1,75	0,41	20	-6,1	26,1	18,82					
T _{εξ} (25cm)	N	3,6	3,5	12,60		1,44	11,16	0,38	20	-6,1	26,1	111,27					
T _{δοκ} (25cm)	N	1,3	3,5	4,55			4,55	0,41	20	-6,1	26,1	48,93					
O	-			17,00			17,00	0,38	20	-6,1	26,1	168,16					
Δ	-			17,00			17,00	0,37	20	2,9	17,1	107,56					
A _{Mπ12}	A	1,35	2,2	2,97			2,97	1,66	20	-6,1	26,1	128,68					
A _{Π12}	N	1,2	1,2	1,44			1,44	1,71	20	-6,1	26,1	64,27					
												731,48	-5	0	0	0,95	694,91
Απώλειες αερισμού χαραμάδων Q _L = α x (Σ I) x R x H x Zε x (ti - to)																	419,10
Απώλειες αγωγιμότητας και αερισμού χαραμάδων Q= Q _T + Q _L																	1114,01
α=	2	Συντελεστής διαπερατότητας λόγω ανοίγματος									Πίνακας 3.23	TOTEE 2010					
ΣI=	10,62	Συνολικό μήκος χαραμάδων ανοιγμάτων χώρου															
R=	0,9	Συντελεστής διεισδυτικότητας (ή χαρακτηριστικός αριθμός χώρου)									Πίνακας 3.24	TOTEE 2010					
H=	0,84	Συντελεστής προσβολής ανέμου (ή χαρακτηριστικός αριθμός κτηρίου)									Πίνακας 3.25	TOTEE 2010					
Zε=	1	Συντελεστής γωνιακών ανοιγμάτων															
Δt=	26,1	Θερμοκρασιακή διαφορά εσωτερικού χώρου - περιβάλλοντος															

Πίνακας 4.29 : Υπολογισμός θερμικών απώλειών χώρων κτηρίου – Μπάνιο

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ												ΙΣΟΓΕΙΟ			13. ΜΠΑΝΙΟ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ					ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ					
		ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ Ή ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (λόγω ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ) ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ Q ₀	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΖΗ	ΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΖΩ	ΛΟΓΩ ΥΨΟΥΣ ΖΩ	ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΩΝ (I+ZH+ZD+ZO)	ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΟΥ Q _T
		m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	°C	°C	W	%	%	%		W
T _{εξ} (25cm)	B	1,75	3,5	6,13			6,13	0,38	22	-6,1	28,1	65,75					
T _{δοκ} (25cm)	B	0,75	3,5	2,63			2,63	0,42	22	-6,1	28,1	30,91					
T _{εξ} (25cm)	Δ	3	3,5	10,50		1,20	9,30	0,38	22	-6,1	28,1	99,83					
T _{δοκ} (25cm)	Δ	0,5	3,5	1,75			1,75	0,42	22	-6,1	28,1	20,60					
O	-			9,60			9,60	0,38	22	-6,1	28,1	102,24					
Δ	-			9,60			9,60	0,37	22	2,9	19,1	67,84					
A _{Π13}	Δ	1	1,2	1,2			1,20	1,83	22	-6,1	28,1	61,71					
												448,88	0	0	0	1	448,88
Απώλειες αερισμού χαραμάδων Q _L = α x (Σ I) x R x H x Zε x (ti - to)																	234,53
Απώλειες αγωγιμότητας και αερισμού χαραμάδων Q= Q _T + Q _L																	683,41
α=	2	Συντελεστής διαπερατότητας λόγω ανοίγματος									Πίνακας 3.23	TOTEE 2010					
ΣI=	5,52	Συνολικό μήκος χαραμάδων ανοιγμάτων χώρου															
R=	0,9	Συντελεστής διεισδυτικότητας (ή χαρακτηριστικός αριθμός χώρου)									Πίνακας 3.24	TOTEE 2010					
H=	0,84	Συντελεστής προσβολής ανέμου (ή χαρακτηριστικός αριθμός κτηρίου)									Πίνακας 3.25	TOTEE 2010					
Zε=	1	Συντελεστής γωνιακών ανοιγμάτων															
Δt=	28,1	Θερμοκρασιακή διαφορά εσωτερικού χώρου - περιβάλλοντος															



Πίνακας 4.30 : Υπολογισμός θερμικών απωλειών χώρων κτηρίου – Ξενώνας

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ												ΙΣΟΓΕΙΟ			14. ΞΕΝΩΝΑΣ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ					ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ					
		ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ Η ΎψΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (λόγω ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ) ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ Q ₀	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΖΗ	ΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΖΩ	ΛΟΓΩ ΎψΟΥΣ ΖΩ	ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΩΝ (Δ+Ζ+Η+ΖΩ+ΖΟ)	ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΟΥ Q _T
		m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	°C	°C	°C	W	%	%	%		W
T _{εξ} (25cm)	Δ	2,65	3,5	9,28		2,20	7,08	0,38	20	-6,1	26,1	70,54					
T _{δοκ} (25cm)	Δ	0,5	3,5	1,75			1,75	0,42	20	-6,1	26,1	19,14					
T _{εξ} (25cm)	N	3,7	3,5	12,95		1,44	11,51	0,38	20	-6,1	26,1	114,76					
T _{δοκ} (25cm)	N	1,3	3,5	4,55			4,55	0,42	20	-6,1	26,1	49,76					
O	-			12,45			12,45	0,38	20	-6,1	26,1	123,15					
Δ	-			12,45			12,45	0,37	20	2,9	17,1	78,77					
A _{Μη14}	Δ	1	2,2	2,20			2,97	1,73	20	-6,1	26,1	134,10					
A _{Π14}	N	1,2	1,2	1,44			1,44	1,71	20	-6,1	26,1	64,27					
												654,49	0	0	0	1	654,49
Απώλειες αερισμού χαραμάδων Q _L = α x (Σ I) x R x H x Zε x (ti - to)																	391,47
Απώλειες αγωγιμότητας και αερισμού χαραμάδων Q= Q _T + Q _L																	1045,97
α=	2	Συντελεστής διαπερατότητας λόγω ανοίγματος									Πίνακας 3.23	TOTEE 2010					
ΣI=	9,92	Συνολικό μήκος χαραμάδων ανοιγμάτων χώρου															
R=	0,9	Συντελεστής διεισδυτικότητας (ή χαρακτηριστικός αριθμός χώρου)									Πίνακας 3.24	TOTEE 2010					
H=	0,84	Συντελεστής προσβολής ανέμου (ή χαρακτηριστικός αριθμός κτηρίου)									Πίνακας 3.25	TOTEE 2010					
Zε=	1	Συντελεστής γωνιακών ανοιγμάτων															
Δt=	26,1	Θερμοκρασιακή διαφορά εσωτερικού χώρου - περιβάλλοντος															

4.4 Μεθοδολογία Διαστασιολόγησης Θέρμανσης Δαπέδου

Η μελέτη και ακόλουθα η διαστασιολόγηση της θέρμανσης δαπέδου απαιτεί μια ακολουθία σχέσεων και υπολογισμών για την επίτευξη της κάλυψης των θερμικών απωλειών. Για τη μελέτη της θέρμανσης δαπέδου της κατοικίας στην περιοχή του Βόλου, θα πραγματοποιηθεί μια προσομοίωση (μελέτης) σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 1264 [16].

4.4.1 Πρότυπο EN 1264

Το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 1264 καταχωρήθηκε στην ΕΛΟΤ (Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης) στις 28/12/2012 με ελληνικό τον τίτλο «Υδραυλικά Συστήματα Επιφανειών για Θέρμανση και Ψύξη που λειτουργούν με το Νερό», και είναι ευρέως γνωστό ως «Water based surface embedded heating or cooling systems» [16].

Το πρότυπο ορίζει τις **οριακές συνθήκες** και καθορίζει τη θερμική απόδοση του ζεστού νερού των συστημάτων της ενδοδαπέδιας θέρμανσης σε σχέση με τη θερμοκρασιακή διαφορά ανάμεσα στο θερμικό μέσο και στη θερμοκρασία του δωματίου. Επιπρόσθετα, έπειτα από πολλαπλούς υπολογισμούς, το πρότυπο EN 1264 έχει ορίσει τις παρακάτω μέγιστες επιτρεπτές τιμές για την ορθή λειτουργία της θέρμανσης δαπέδου :



- Μέγιστη ταχύτητα νερού του δικτύου

Η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα του νερού στους βρόχους έχει καθοριστεί ισοδύναμη με 1,0 m/s, παρόλο που το σύστημα είναι αθόρυβο ακόμη και σε ταχύτητα νερού ίση με 1,5 m/s. Ο περιορισμός αυτός αποσκοπεί στην αποφυγή του θορύβου αλλά και του κινδύνου της φθοράς των σωλήνων που δημιουργείται στην εσωτερική πλευρά των καμπύλων χάρη στην τριβή του νερού.

- Μέγιστη πτώση πίεσης βρόχου

Για τεχνικούς και οικονομικούς λόγους η ολική πτώση πίεσης του κυκλώματος δεν επιτρέπεται να ανέρχεται σε υψηλές τιμές. Η πτώση πίεσης στις σωληνώσεις οφείλεται στις τριβές που αναπτύσσονται λόγω της ταχύτητας του νερού κατά τη διέλευσή του μέσα από τους σωλήνες. Ένα συνηθισμένο όριο (πτώσης πίεσης) είναι από 3 έως 6 μέτρα υδάτινης στήλης [mWS].

- Μέγιστο μήκος σωλήνα βρόχου

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Πρότυπο το μέγιστο μήκος του πλαστικού σωλήνα για τα συστήματα της συμβατικής θέρμανσης ισοδυναμεί με 100 μέτρα. Αντίθετα, στα συστήματα ξηράς δόμησης το μέγιστο μήκος του σωλήνα σε ένα κύκλωμα ισούται με 80 μέτρα. Τα παραπάνω αποτελέσματα διαφοροποιούνται ανάλογα με την παροχή και την πτώση πίεσης του δικτύου. Πιο συγκεκριμένα, αν σε κάποιο βρόχο η πτώση πίεσης «αγγίζει» τις οριακές τιμές, σύμφωνα με το πρότυπο EN 1264, το μέγιστο μήκος του κυκλώματος θα ισοδυναμεί με 70 μέτρα.

- Μέγιστη θερμοκρασία επιφάνειας δαπέδου

Η μέγιστη θερμοκρασία της επιφάνειας του δαπέδου καθορίζεται από το υλικό επένδυσης. Η οριακή τιμή της θερμοκρασίας του δαπέδου ορίζεται για λόγους άνεσης αλλά κυρίως για την ασφάλεια ζωής των υλικών. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με το πρότυπο, η μέγιστη τιμή της θερμοκρασίας για το πλακάκι ισοδυναμεί με 29 °C και για παρκέ / MDF με 28 °C. Καταλήγοντας, στα πιο ευαίσθητα υλικά όπως το χαλί και το βινύλιο / PVC η οριακή τιμή ανέρχεται στους 27 °C.

- Θερμοκρασία - Πτώση Προσαγωγής / Επιστροφής

Η θερμοκρασία της προσαγωγής επιβάλλεται να μην ξεπερνάει την τιμή των 50 °C για την ορθή λειτουργία του συστήματος. Η τιμή αυτή καθορίζεται ώστε η θερμοκρασία της επένδυσης του δαπέδου να βρίσκεται στα επιτρεπτά όρια και όχι για την ασφάλεια του σωλήνα μιας και η αντοχή αυτού φτάνει έως και τους 90 °C. Σύμφωνα με τις θερμικές απαιτήσεις της εκάστοτε κατοικίας εφαρμόζεται και η αντίστοιχη θερμοκρασία προσαγωγής / επιστροφής. Το πρότυπο EN 1264 ορίζει η θερμοκρασιακή πτώση του θερμομαντικού μέσου να κυμαίνεται από 5 έως 10 °C.

- Ελάχιστη απόσταση σωλήνων

Η απόσταση των σωλήνων αξιολογείται με βάση τις θερμικές απώλειες του χώρου. Για την επίτευξη της οριακής θερμοκρασίας του δαπέδου, το πρότυπο EN 1264, έχει ορίσει ως ελάχιστη απόσταση μεταξύ των σωλήνων τα 0,05 μέτρα.



4.4.1.α Θερμική Ισχύς Δαπέδου

Η θερμική ισχύς εκφράζει το ποσό της θερμότητας ανά τετραγωνικό μέτρο του δαπέδου που αποδίδεται στον περιβάλλοντα χώρο. Η θερμική απόδοση διαμορφώνεται σύμφωνα με τις παρακάτω παραμέτρους :

- Θερμοκρασία Δωματίου

Η θερμοκρασία του χώρου κυμαίνεται, όπως αναφέρθηκε, από 18 °C έως 22 °C. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την TOTEE 2017, σε χώρους όπως αποθήκες, γυμναστήρια και διαδρόμους η εσωτερική θερμοκρασία ισοδυναμεί με 18 °C. Αντίθετα, στα WC και τα μπάνια η θερμοκρασία, για ευνόητους λόγους, ανέρχεται στους 22 °C. Έτσι λοιπόν η θερμοκρασία του δωματίου συμβάλει στη θερμική απόδοση του συστήματος δηλαδή, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του χώρου τόσο μειώνεται η θερμική απόδοση της θέρμανσης δαπέδου.

- Θερμοκρασία Προσαγωγής / Επιστροφής

Η θερμοκρασία της προσαγωγής και της επιστροφής του δικτύου είναι ανάλογη των θερμικών απωλειών του χώρου, επομένως και της θερμικής απόδοσης του συστήματος. Όσο η θερμοκρασία της προσαγωγής προσεγγίζει το ανώτατο όριο των 50 °C τόσο αυξάνεται η θερμική απόδοση της θέρμανσης δαπέδου.

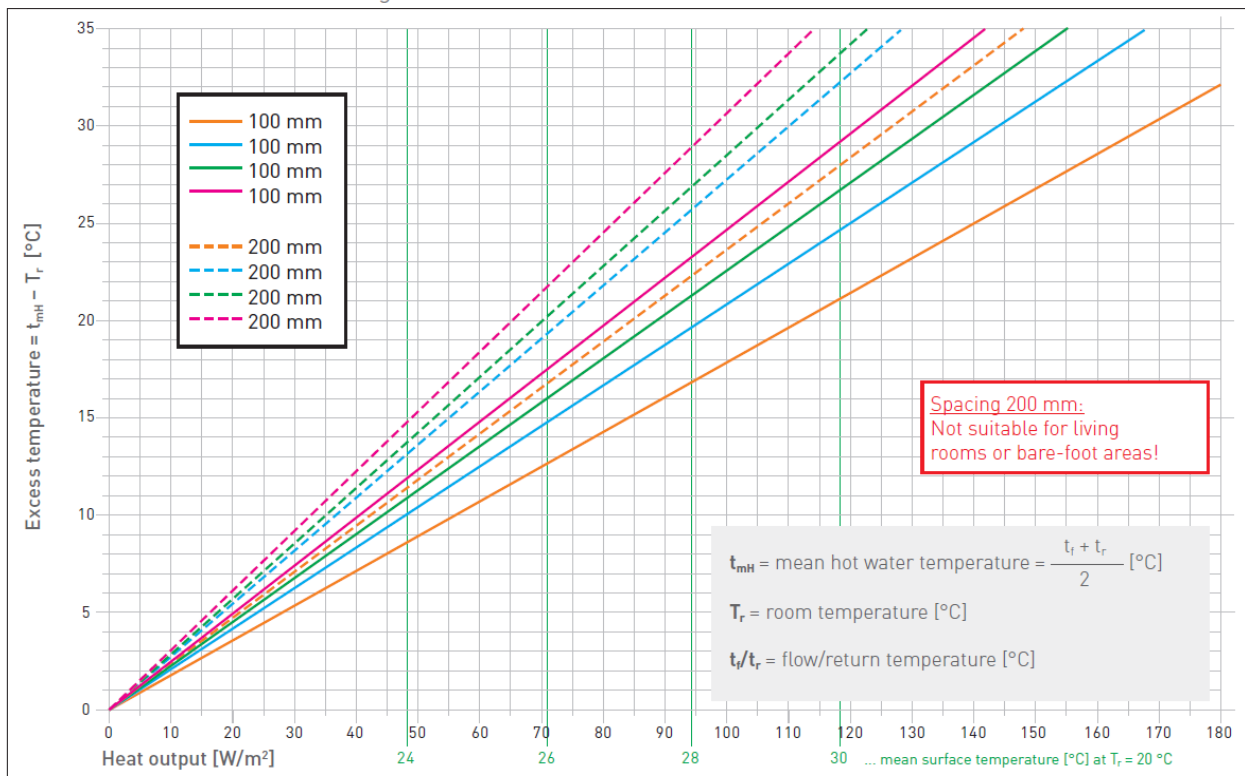
- Απόσταση Σωλήνων

Η απόσταση των σωλήνων για τη θέρμανση του δαπέδου διαμορφώνεται σύμφωνα με της θερμικές απαιτήσεις του χώρου. Όσο πληθαίνουν οι θερμικές απώλειες του θερμαινόμενου περιβάλλοντα χώρου, τόσο μειώνεται η μεταξύ τους απόσταση.



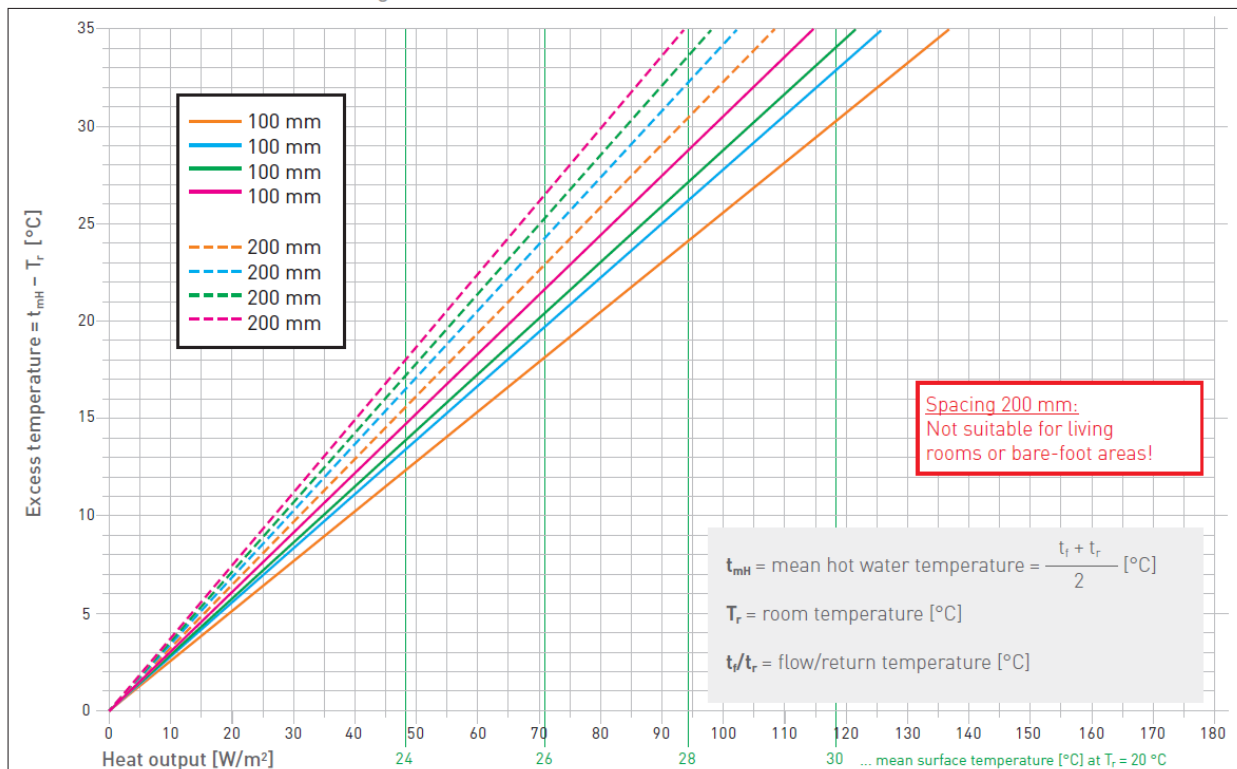
Διάγραμμα Θερμικής Ισχύος πιστοποιημένο κατά EN 1264

HEAT OUTPUT for a floor covering with a thermal resistance¹ of $d/\lambda = 0.01 / 0.05 / 0.075 / 0.10 \text{ m}^2\text{K/W}$



Σχήμα 4.3 : Διάγραμμα θερμικής ισχύος του συστήματος για θερμική αντίσταση υλικών τελικής επένδυσης 0,01-0,10 m²·K/W [6]

HEAT OUTPUT for a floor covering with a thermal resistance¹ of $d/\lambda = 0.12 / 0.14 / 0.16 / 0.18 \text{ m}^2\text{K/W}$



Σχήμα 4.4 : Διάγραμμα θερμικής ισχύος του συστήματος για θερμική αντίσταση υλικών τελικής επένδυσης 0,12-0,18 m²·K/W [6]



Στα παραπάνω διαγράμματα περιγράφεται αναλυτικά η θερμική απόδοση του συστήματος σύμφωνα με την πλέξη του σωλήνα, την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου και τις θερμοκρασίες προσαγωγής και επιστροφής των κυκλωμάτων, με βάση το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 1264. Πιο αναλυτικά, οι πράσινες κάθετες γραμμές περιγράφουν τη θερμοκρασία του δαπέδου όταν η θερμοκρασία του χώρου ανέρχεται στους 20 °C. Οι διαγώνιες συνεχόμενες γραμμές, ανάλογα με τον χρωματισμό, απεικονίζουν τη θερμική αντίσταση της τελικής επένδυσης του δαπέδου με την πλέξη του σωλήνα στα 100mm. Οι διαγώνιες διακεκομμένες γραμμές αντιστοιχούν στη θερμική αντίσταση των υλικών με βήμα πλέξης στα 200mm. Στο άξονα Ψ αναγράφεται η διαφορά των θερμοκρασιών ανάμεσα στη μέση τιμή της θερμοκρασίας της προσαγωγής και της επιστροφής των κυκλωμάτων και της επιθυμητής θερμοκρασίας του χώρου. Τέλος στον άξονα X απεικονίζεται η θερμική απόδοση του συστήματος.

4.4.1.β Κάλυψη Θερμικών Απωλειών

Όπως τεκμηριώθηκε στην παραπάνω ενότητα, οι θερμικές απώλειες εκφράζουν τις ανάγκες θέρμανσης των εσωτερικών χώρων, ώστε η θερμοκρασία αυτών να παραμένει σταθερή παρά της μεταβολές ή τις ακραίες τιμές της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

Για την επίτευξη της κάλυψης των θερμικών απωλειών η θερμική απόδοση του συστήματος πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τα θερμικά φορτία του εκάστοτε χώρου. Να σημειωθεί ότι σκοπός της θέρμανσης δαπέδου είναι η εξοικονόμηση της ενέργειας. Συνεπώς, για την επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας, η θερμική απόδοση του συστήματος δεν πρέπει να υπερβαίνει κατά πολύ τις θερμικές απώλειες του χώρου.

4.4.1.γ Παροχή Δικτύου

Η παροχή νερού σε ένα δίκτυο του συστήματος της θέρμανσης δαπέδου, εκφράζει τον όγκο του ρευστού που διέρχεται από τον αγωγό στη μονάδα του χρόνου και μονάδα μέτρησης είναι τα λίτρα ανά ώρα [l/h]. Η παροχή του δικτύου καθορίζεται από τη θερμική ισχύς του συστήματος του εκάστοτε κυκλώματος και τα μεγέθη αυτά είναι ανάλογα μεταξύ τους. Επιπρόσθετα, έχει ως κύριους παράγοντες καθορισμού της την ειδική θερμική ικανότητα του νερού και τη διαφορά θερμοκρασίας της προσαγωγής και της επιστροφής του.

Για τον υπολογισμό της παροχής του δικτύου για τη θέρμανση δαπέδου χρησιμοποιείται η σχέση 4.4 [17].

$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T} \quad (4.4)$$

Η παραπάνω σχέση βασίζεται στον ειδικό θερμικό τύπο $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ και ισχύουν τα εξής :

- Q [W] θερμική ισχύς
- m [kg] μάζα ρευστού που διέρχεται στον αγωγό
- c [J / Kg · K] ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού, $c = 4186,8$ [J / Kg · K] $\Rightarrow c = 1,163$ [W·h / Kg·K]
- ΔT [K] μεταβολή της θερμοκρασίας



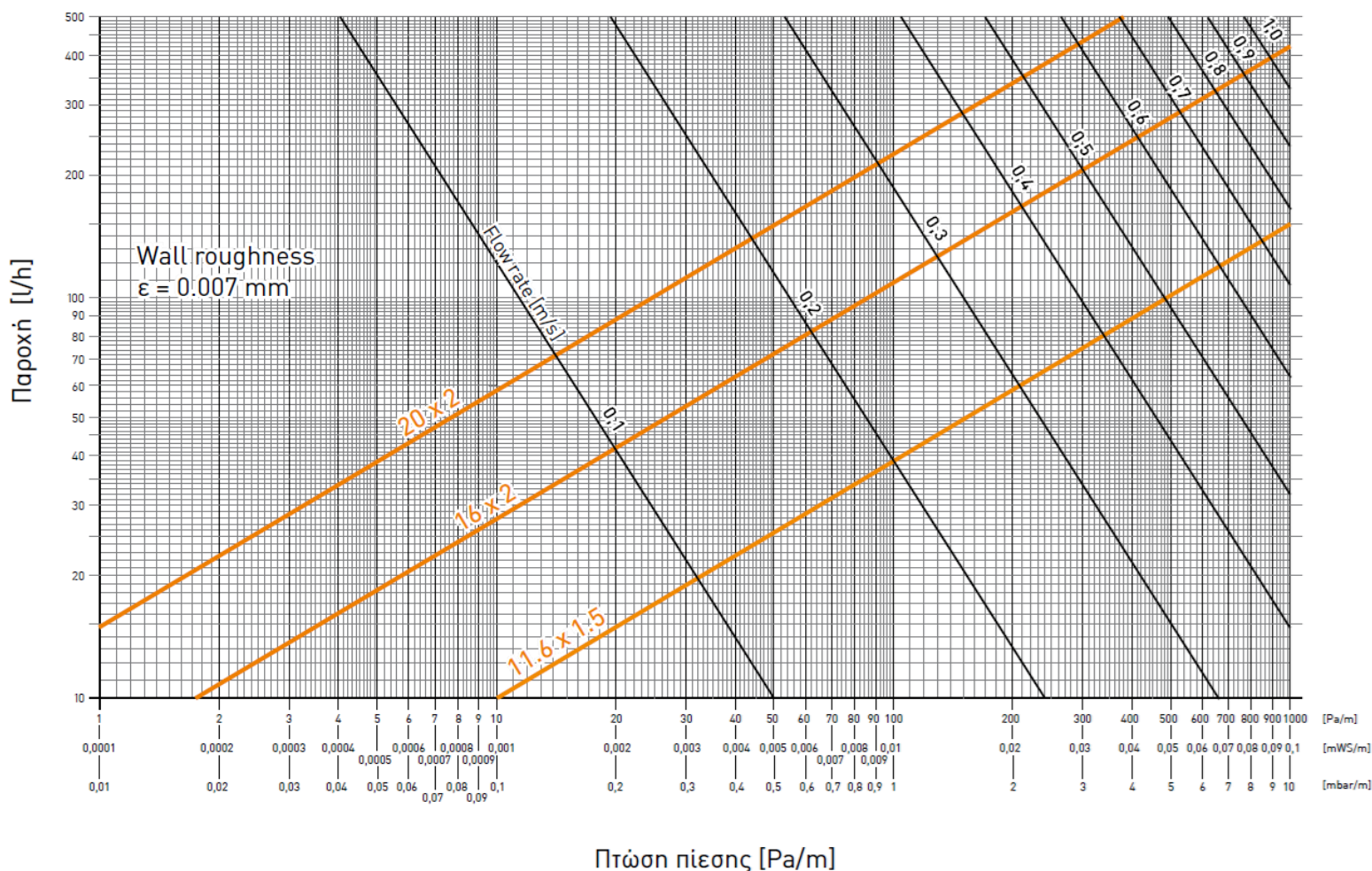
4.4.1.δ Μήκος Σωληνογραμμής Κυκλώματος Δικτύου

Το μήκος του σωλήνα σε ένα κύκλωμα της θέρμανσης δαπέδου είναι ανάλογο της θερμικής απόδοσης του συστήματος. Όταν ο θερμαινόμενος χώρος έχει πολλές θερμικές απώλειες, το μήκος του σωλήνα ανά κύκλωμα αυξάνεται. Επιπλέον, το μήκος εξαρτάται και από το βήμα της πλέξης του συστήματος. Σε συστήματα που διαθέτουν πλέξεις του σωλήνα με τη μέθοδο της πλάκας κόμβων, το μήκος του ανά τετραγωνικό είναι προκαθορισμένο. Για παράδειγμα, για βήμα πλέξης 10 cm, το μήκος του σωλήνα ανά τετραγωνικό ανέρχεται στα 10 m [17]. Αντίθετα στα συστήματα tacker δίνεται η επιλογή διαμόρφωσης του μήκους του σωλήνα.

4.4.1.ε Πτώση Πίεσης Δικτύου

Η πτώση πίεσης του δικτύου οφείλεται στις τριβές που αναπτύσσονται μεταξύ του ρευστού και των τοιχωμάτων του σωλήνα. Οι παράγοντες για τον καθορισμό της πτώσης πίεσης είναι, η ταχύτητα, η πυκνότητα, η παροχή του νερού καθώς και η διάμετρος του σωλήνα. Η πτώση πίεσης εκφράζει τη διαφορά της συνολικής πίεσης μεταξύ δύο σημείων ενός δικτύου.

Διάγραμμα Πτώσης Πίεσης



Σχήμα 4.5 : Διάγραμμα πτώσης πίεσης για τρεις τύπους πολυπροπυλενικών σωλήνων [6]



Στο παραπάνω διάγραμμα απεικονίζεται στον άξονα του X η παροχή σε λίτρα ανά ώρα και στον άξονα του Ψ η πτώση πίεσης σε πασκάλ ανά μέτρο. Οι πλάγιες μαύρες γραμμές υποδηλώνουν την ταχύτητα του νερού σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο και οι πλάγιες πορτοκαλί γραμμές αναφέρονται στη διατομή του σωλήνα [6].

4.5 Διαστασιολόγηση Θέρμανσης Δαπέδου Κατοικίας Βόλου

Αρχικά, για τη διαστασιολόγηση της θέρμανσης δαπέδου της κατοικίας στον Βόλο, ακολουθεί ένα παράδειγμα αναλυτικού υπολογισμού για το δωμάτιο της κουζίνας. Στην συνέχεια, με τη βοήθεια του πιστοποιημένου προγράμματος της Variotherm ολοκληρώνεται η μελέτη της διαστασιολόγησης της θέρμανσης δαπέδου.

Παράδειγμα Διαστασιολόγησης Θέρμανσης Δαπέδου για την « ΚΟΥΖΙΝΑ »

Στοιχεία Μελέτης

Πίνακας 4.31 : Στοιχεία μελέτης θέρμανσης δαπέδου

ΔΕΔΟΜΕΝΑ	
Δωμάτιο	ΚΟΥΖΙΝΑ
Θερμοκρασία Δωματίου	20 °C
Θερμοκρασία Προσαγωγής (t_f)	45 °C
Θερμοκρασία Επιστροφής (t_r)	40 °C
Υλικό Επικάλυψης	MDF
Πάχος (δ)	0,01 m
Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ)	0,1 W/m·K
Πλέξη σωλήνα	100 mm

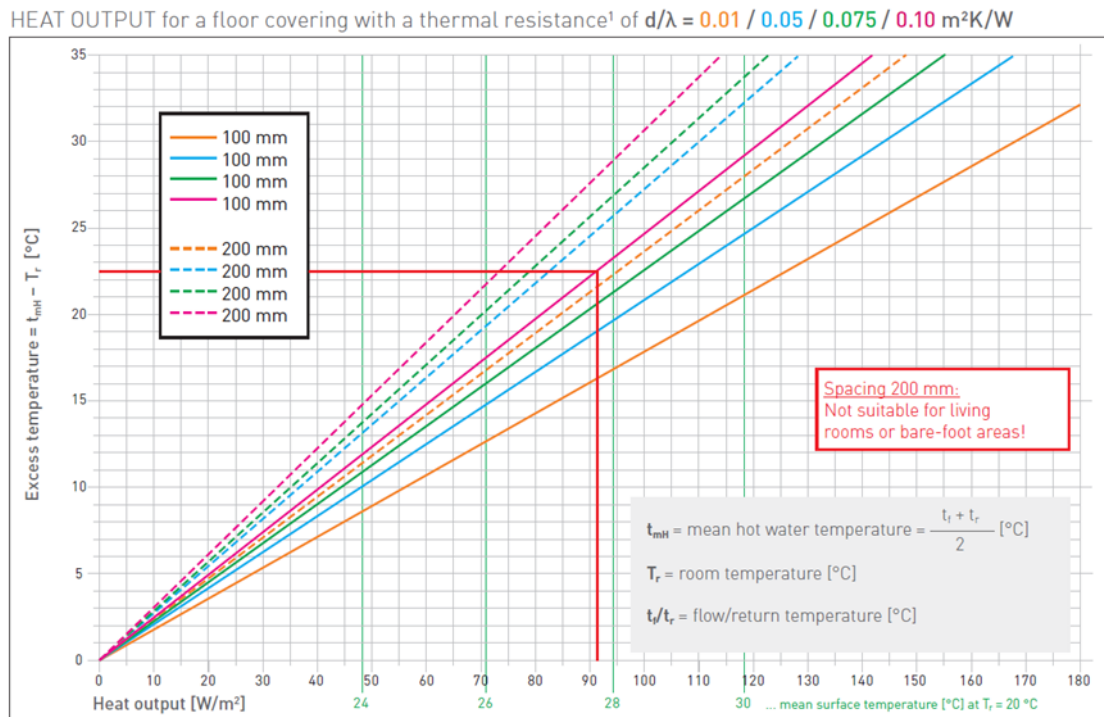
Πίνακας 4.32 : Στοιχεία θέρμανσης δαπέδου

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	
Μέση θερμοκρασία ($(t_f + t_r) / 2$)	42,5 °C
Θερμική Αντίσταση υλικού επένδυσης (R)	0,1 m ² ·K /W

Υπολογισμός θερμικής ισχύος [q]

Για τον υπολογισμό της θερμικής ισχύος του συστήματος της θέρμανσης δαπέδου για την μονοκατοικία στον Βόλο, θα χρησιμοποιηθεί το σχήμα 4.3 στον οποίο απεικονίζεται ο λόγος της θερμικής αντίστασης [R] της επένδυσης του δαπέδου.

Πιο αναλυτικά, στην κατοικία που πραγματοποιείται η μελέτη της ενδοδαπέδιας θέρμανσης, το δάπεδο έχει επενδυθεί από MDF. Το συγκεκριμένο υλικό έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας ίσο με $\lambda = 0,10$ W/m·K και το πάχος του ισοδυναμεί με $\delta = 0,01$ μέτρα. Έτσι προκύπτει ο υπολογισμός της θερμικής αντίστασης $R = \delta / \lambda = 0,10$. Σύμφωνα με τον διάγραμμα του σχήματος 4.3 η συνεχόμενη ροή γραμμή δηλώνει την θερμική απόδοση του συστήματος με υλικό επένδυσης το MDF και πλέξη του σωλήνα ίση με 100 mm.



Σχήμα 4.6 : Θερμική απόδοση ισχύος του συστήματος της θέρμανσης δαπέδου για την προμελέτη μονοκατοικία [6]

Η θερμική ισχύς της ενδοδαπέδιας θέρμανσης, σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα, ανέρχεται στα $q = 92 \text{ W/m}^2$. Επιπλέον, η θερμοκρασία στην επιφάνεια του δαπέδου της «ΚΟΥΖΙΝΑΣ» ισοδυναμεί με $\theta_{\delta\alpha\pi} = 27,8 \text{ }^\circ\text{C}$, επιτρεπτή τιμή σύμφωνα με τη ανοχή της τελικής επένδυσης του δαπέδου (MDF, $\theta_{\delta\alpha\pi\text{MAX}} = 28^\circ\text{C}$). Επομένως, η συνολική θερμική ισχύς του συστήματος που αποδίδει η επιφάνεια του δωματίου στο περιβάλλοντα χώρο είναι [17] :

$$\Sigma q = q \times A = 92 \text{ [W/m}^2\text{]} \times 14,5 \text{ [m}^2\text{]} \Rightarrow \Sigma q = 1334 \text{ W} \quad (4.5)$$

όπου A = εγκατεστημένη επιφάνεια θερμαινόμενου χώρου [m^2], q = θερμική ισχύς [W/m^2]

Συμφώνα με το 2° κεφάλαιο ο σκοπός και το βασικό πλεονέκτημα της θέρμανσης δαπέδου είναι η εξοικονόμηση της ενέργειας. Οι θερμικές απώλειες της «ΚΟΥΖΙΝΑΣ» ανέρχονται στα **1254W** (πίνακας 4.17). Στις παρακάτω σχέσεις τεκμηριώνεται η βελτιστοποίηση της διαστασιολόγησης της θέρμανσης δαπέδου ώστε η παραπανήσια ωφέλιμη ενέργει να κυμαίνεται σε μικρά ποσοστά. Στο παράδειγμα του θερμαινόμενου χώρου της «ΚΟΥΖΙΝΑΣ» εξοικονομήθηκαν 74 W. Το αποτέλεσμα αυτό προκύπτει από την αναλογία των θερμικών απωλειών και του διαθέσιμου εγκατεστημένου θερμαινόμενου δάπεδου. Σε άλλες περιπτώσεις όπως το «ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ», που θα αναλυθεί στην παρακάτω (πίνακας 4.20), παρατηρείται ότι εξοικονομούνται 278 W έπειτα από τη μείωση της εγκατεστημένης επιφάνειας του δαπέδου.

- Υπολογισμός $Q_{\omega\phi}$

$$\Sigma q = q \times A = 92 \text{ [W/m}^2\text{]} \times 14,5 \text{ [m}^2\text{]} \Rightarrow \Sigma q = 1334 \text{ W}$$

$$Q_{\omega\phi} = 1334 - 1254 \Rightarrow Q_{\omega\phi} = 80 \text{ W} \quad (4.6)$$

- Υπολογισμός $Q_{\omega\phi,cor}$

$$\Sigma q_{cor} = q \times A = 92 \text{ [W/m}^2\text{]} \times 13,70 \text{ [m}^2\text{]} \Rightarrow \Sigma q = 1260 \text{ W}$$



$$Q_{\omega\phi,cor} = 1260 - 1254 \Rightarrow Q_{\omega\phi,cor} = 6 \text{ W} \quad (4.7)$$

Σημείωση : Η επιλογή του $A = 13,70 \text{ m}^2$ προέκυψε έπειτα από δοκιμές της εγκατεστημένης επιφάνειας δαπέδου, ώστε η $Q_{\omega\phi,cor}$ να τείνει να ισοδυναμεί με 0 W . Έτσι δεν υπάρχει περίσσια ενέργεια [17].

- Εξοικονόμηση ενέργειας

$$Q_{εξ} = Q_{\omega\phi} - Q_{\omega\phi,cor} = 80 \text{ [W]} - 6 \text{ [W]} \Rightarrow$$

$$Q_{εξ} = 74 \text{ W} \quad (4.8)$$

Κάλυψη Θερμικών Απωλειών

Σύμφωνα με τον πίνακα 4.17 το σύνολο των θερμικών απωλειών αγωγιμότητας για τον δωμάτιο της «ΚΟΥΖΙΝΑ» ισοδυναμεί με $1254,37 \approx 1254 \text{ W}$. Συμπερασματικά, για την επίτευξη της εσωτερικής θερμοκρασίας στους $20 \text{ }^\circ\text{C}$, με την δυσμενέστερη εξωτερική θερμοκρασία στους $-6,1 \text{ }^\circ\text{C}$ (ΤΟΤΕΕ 2017), η θέρμανση δαπέδου επιβάλλεται να μεταδίδει θερμική ενέργεια μεγαλύτερη ή ισοδύναμη από τα 1254 W . Σύμφωνα με τον παραπάνω υπολογισμό, η θερμική ενέργεια που αποδίδει το σύστημα είναι επαρκής, καθώς η θερμική απόδοση του δωματίου ανέρχεται στα 1260 W [17].

Μήκος Κυκλώματος του Σωλήνα

Το μήκος του σωλήνα εξαρτάται από τη μέθοδο εγκατάστασης της θέρμανσης δαπέδου. Στην κατοικία του Βόλου θα εφαρμοστεί το σύστημα ξηράς δόμησης με πλάκες κόμβων και το βήμα πλέξης του σωλήνα για την περιοχή της κουζίνας θα ισούται με $R=10 \text{ cm}$. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, για τη μέθοδο αυτή ισχύει ότι στο 1 m^2 εγκατεστημένης επιφάνειας δαπέδου με βήμα πλέξης 10 cm , ισοδυναμούν 10 m σωλήνα.

Επομένως, στην εγκατεστημένη επιφάνεια της «ΚΟΥΖΙΝΑ» το συνολικό μήκος του σωλήνα είναι ίσο με 137 m [17].

Παροχή Δικτύου

Για τον υπολογισμό της παροχής του δικτύου για το θερμαινόμενο χώρο της «ΚΟΥΖΙΝΑ» θα χρησιμοποιηθεί η σχέση (4.4) [17].

Ισχύει ότι, $Q = 1260 \text{ W}$, $C_p = 1,163 \text{ W/kg}\cdot\text{K}$, $\Delta T = 5 \text{ K}$

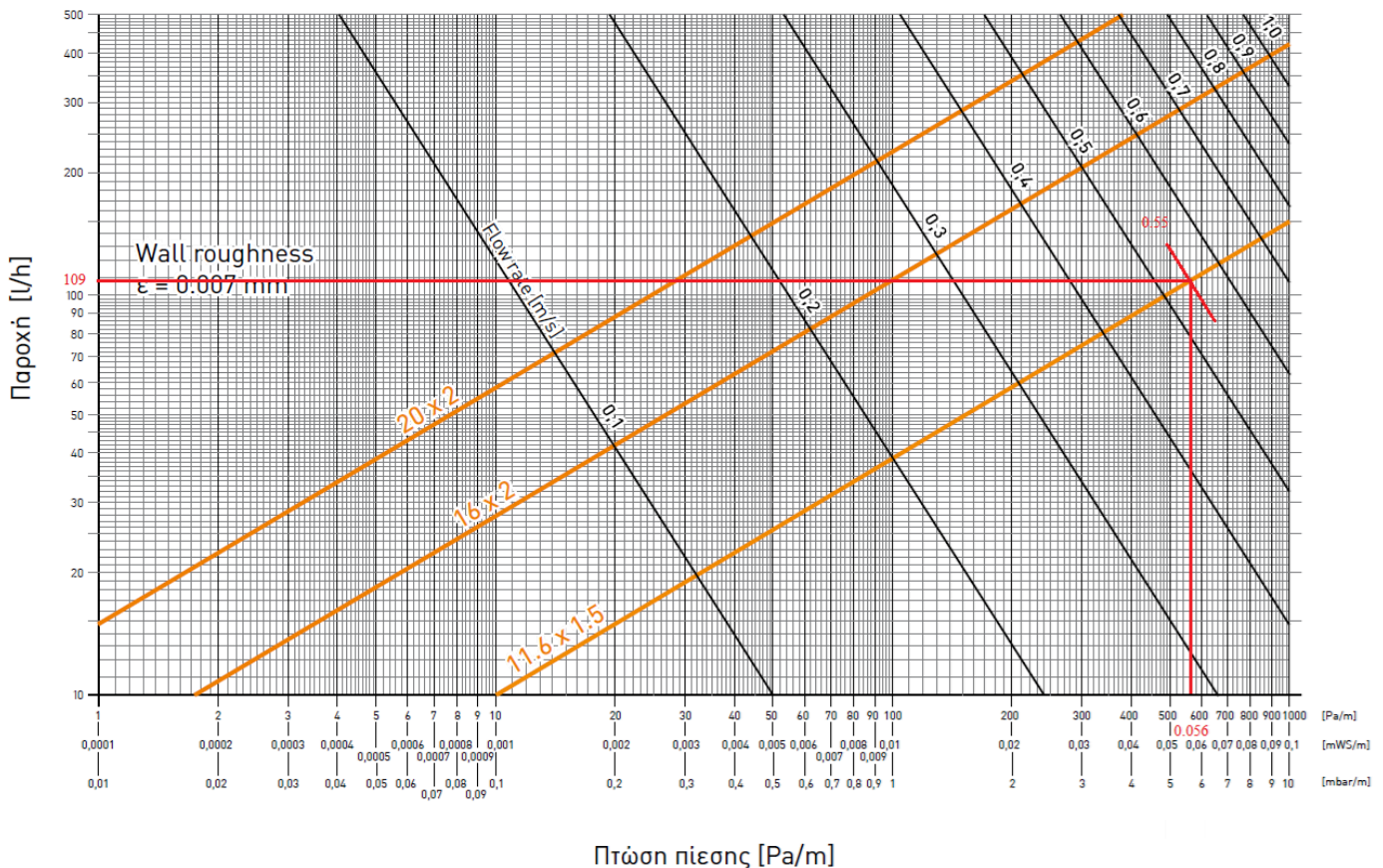
$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T} = m = \frac{1260 \text{ [W]}}{1,163 \left[\frac{\text{W}}{\text{kg}} \cdot \text{K} \right] \cdot 5 \text{ [K]}} \Rightarrow m = 217 \text{ kg/h}$$



Πτώση Πίεσης

Στο παρακάτω διάγραμμα παρατηρείται ότι η μέγιστη πτώση πίεσης του κυκλώματος του δικτύου για σωλήνα με διάμετρο 11,6 mm, είναι 0,1 mWS (μέτρα υδάτινης στήλης) ανά μέτρο του σωλήνα. Επιπλέον, διακρίνεται ότι η μέγιστη παροχή του ανέρχεται στα 150 kg/h .

Σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς η παροχή του δικτύου ισοδυναμεί με 217 kg/h επομένως, για την κάλυψη των θερμικών απωλειών της «ΚΟΥΖΙΝΑ» θα εγκατασταθούν δύο κυκλώματα των οποίων η παροχή θα ισούται με το ήμισυ της αρχικής παροχής. Επομένως, η παροχή του κάθε ισοδύναμου κυκλώματος θα ανέρχεται στα $m = 108,5 \text{ kg/h}$.



Σχήμα 4.7 : Πτώση πίεσης του δικτύου για την μονοκατοικία [6]

Η πτώση πίεσης ανά κύκλωμα του θερμαινόμενου χώρου της κουζίνας, σύμφωνα με το διάγραμμα της εταιρίας Variotherm, ισοδυναμεί με 0,056 mWS ανά μέτρο του σωλήνα. Για την ολοκλήρωση του υπολογισμού της συνολικής πτώσης πίεσης του κυκλώματος δεν πρέπει να παραληφθούν οι επιπλέον απώλειες που δημιουργούνται στο σωλήνα όδευσης από το συλλέκτη διανομής έως το κεντρικό κύκλωμα της κουζίνας.

Στις σχέσεις 4.9 έως 4.14 τεκμηριώνεται ο υπολογισμός της συνολικής πτώσης πίεσης. Ισχύει ότι το συνολικό μήκος ανά κύκλωμα ισούται με $L_{\text{κυκλ}} = 68,5 \text{ m}$ και το μήκος του σωλήνα όδευσης $L_{\text{κυκλ1}} = 7 \text{ m}$ και $L_{\text{κυκλ2}} = 2 \text{ m}$ [17].

1° Κύκλωμα

$$\Delta p_{\text{κυκλ}} = L_{\text{κυκλ}} \cdot \Delta p_m = 68,5 \text{ [m]} \cdot 0,056 \text{ [mWS]} = 3,84 \text{ mWC (4.9)}$$

$$\Delta p_{\text{οδ}} = L_{\text{οδ}} \cdot \Delta p_m = 7 \text{ [m]} \cdot 0,056 \text{ [mWS]} = 0,392 \text{ mWC (4.10)}$$



$$\Delta p_{\Sigma} = \Delta p_{\text{κυκλ}} + \Delta p_{\text{οδ}} = 3,84 + 0,0392 \Rightarrow \Delta p_{\Sigma} = \mathbf{4,23 \text{ mWC}} \quad (4.11)$$

2° Κύκλωμα

$$\Delta p_{\text{κυκλ}} = L_{\text{κυκλ}} \cdot \Delta p_m = 68,5 \text{ [m]} \cdot 0,056 \text{ [mWS]} = 3,84 \text{ mWC} \quad (4.12)$$

$$\Delta p_{\text{οδ}} = L_{\text{οδ}} \cdot \Delta p_m = 2 \text{ [m]} \cdot 0,056 \text{ [mWS]} = 0,112 \text{ mWC} \quad (4.13)$$

$$\Delta p_{\Sigma} = \Delta p_{\text{κυκλ}} + \Delta p_{\text{οδ}} = 3,84 + 0,0392 \Rightarrow \Delta p_{\Sigma} = \mathbf{3,95 \text{ mWC}} \quad (4.14)$$

Ταχύτητα Νερού

Η ταχύτητα του νερού μέσα στους σωλήνες του εκάστοτε κυκλώματος μιας θέρμανσης δαπέδου, για ηχητικούς και τεχνικούς λόγους, δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1 m/s. Η ταχύτητα του νερού στα κυκλώματα του θερμαινόμενου χώρου της κουζίνας ανέρχεται στα $u = 0,55 \text{ m/s}$ σύμφωνα με το παράδειγμα του παραπάνω διαγράμματος.

4.5.1 Πίνακες Υπολογισμού Θέρμανσης Δαπέδου-Τοίχου

Πίνακας 4.32α : Αποτελέσματα διαστασιολόγησης θέρμανσης δαπέδου για το 1° Κύκλωμα . Σύμφωνα με το πρόγραμμα Variotherm

No. Room name	Floor space	Maximum length of DCH or SH	Heating load	Supplement heating load		Room temp.	Heating system	Floor covering [m] or pipe covering [mm]	Dimensioning temperature [°C]	Mathematical			Practical				Supply pipe length per circuit [m]	Pressure loss per circuit [mWC]	Flow quantity per circuit [l/h]			
				Q	Suppl. [%]					Dim.	Unit	Type	No. of circuits	Dim.	Unit	Type				Residual performance	FH to (T=20) [°C]	
1 Κουζίνα	14,50		1254	Q01	1254	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A01	13,70 m ²	K RA10	1	6,85 m ²	RA10	-624	28	11,6 x 1,5	7	D01	4,30	109
	7,25		624	Q02	624	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A02	6,80 m ²	K RA10	1	6,85 m ²	RA10	6	28	11,6 x 1,5	2	D02	4,01	109
2 Αποθήκη	5,00		434	Q03	434	18	Compact floor heating	0,1	45/40	A03	4,40 m ²	K RA10	1	5,00 m ²	RA10	66	28	11,6 x 1,5		D03	1,92	87
3 WC	2,70		373	Q04	373	22	Compact floor heating	0,05	45/40	A04	2,70 m ²	K RA10	1	2,70 m ²	RA10	-108	29	11,6 x 1,5	14	D04	0,52	46
4 Καθιστικό	47,00		4032	Q05	4032	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A05	43,90 m ²	K RA10	1	7,33 m ²	RA10	-3358	28	11,6 x 1,5	-5	D05	4,74	117
	39,17		3358	Q06	3358	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A06	36,50 m ²	K RA10	1	7,33 m ²	RA10	-2683	28	11,6 x 1,5	1	D06	4,80	117
	31,34		2683	Q07	2683	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A07	29,20 m ²	K RA10	1	7,33 m ²	RA10	-2009	28	11,6 x 1,5	3	D07	4,93	117
	23,51		2009	Q08	2009	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A08	23,51 m ²	K RA10	1	7,33 m ²	RA10	-1335	28	11,6 x 1,5	4	D08	5,00	117
	15,68		1335	Q09	1335	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A09	14,60 m ²	K RA10	1	7,33 m ²	RA10	-660	28	11,6 x 1,5	6	D09	5,13	117
	7,85		660	Q10	660	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A10	7,20 m ²	K RA10	1	7,33 m ²	RA10	14	28	11,6 x 1,5	6	D10	5,13	117
6 Hall	2,30		562	Q11	562	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A11	2,30 m ²	K RA10	1	2,30 m ²	RA10	-350	28	11,6 x 1,5	10	D11	0,30	37
				Q12	350	20	Module/Wall MSW		45/40	A12	2,14 m ²	MSW	1	2,40 m ²	MSW	43	-	11,6 x 1,5		D12	0,98	68



Πίνακας 4.32β : Αποτελέσματα διαστασιολόγησης θέρμανσης δαπέδου για το 2° Κύκλωμα . Σύμφωνα με το πρόγραμμα Variotherm

No. Room name	Floor space	Maximum length of DCH or SH	Heating load	Supplement heating load		Room temp.	Heating system	Floor covering [m ²] or pipe covering [mm]	Dimensioning temperature	Mathematical			Practical				Supply pipe length	Supply line length	Pressure loss	Flow quantity		
				Suppl. [%]	Q+Suppl. [W]					Dim.	Unit	Type	No. of circuits	Dim.	Unit	Type					Residual performance	FH to (Tf=20) [°C]
7 Master (Βεσπόριο)	16,70		1129	Q01	1129	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A01	15,70 m ²	K RA20	1	6,50 m ²	RA10	-531	28	11,6 x 1,5	-4	D01	3,37	104
	10,70		531	Q02	531	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A02	7,40 m ²	K RA20	1	6,50 m ²	RA10	67	28	11,6 x 1,5	6	D02	3,69	104
8 Μπάνιο	2,30		311	Q03	311	22	Compact floor heating	0,05	45/40	A03	2,30 m ²	K RA10	1	2,30 m ²	RA10	-86	29	11,6 x 1,5	10	D03	0,33	39
				Q04	86	22	Module/Wall MSW		45/40	A04	0,60 m ²	MSW			MSW	43	-	11,6 x 1,5		D04	0,10	23
10 Διάδρομος	13,20		1620	Q05	1620	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A05	13,20 m ²	K RA10	1	4,40 m ²	RA10	-1215	28	11,6 x 1,5		D05	1,19	70
	8,80		1215	Q06	1215	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A06	8,80 m ²	K RA10	1	4,40 m ²	RA10	-810	28	11,6 x 1,5	4	D06	1,30	70
	4,40		810	Q07	810	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A07	4,40 m ²	K RA10	1	4,40 m ²	RA10	-406	28	11,6 x 1,5	2	D07	1,24	70
			406	Q08	406	20	Module/Wall MSW		45/40	A08	2,47 m ²	MSW	1	3,00 m ²	MSW	86	-	11,6 x 1,5		D08	1,69	85
11 Υπνοδώμιο	12,50		739	Q09	739	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A09	10,30 m ²	K RA20	1	4,50 m ²	RA10	-325	28	11,6 x 1,5		D09	1,29	72
	6,25		325	Q10	325	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A10	4,60 m ²	K RA20	1	4,50 m ²	RA10	89	28	11,6 x 1,5	8	D10	1,51	72
12 Υπνοδώμιο	12,60		1114	Q11	1114	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A11	12,20 m ²	K RA10	1	6,30 m ²	RA10	-534	28	11,6 x 1,5	8	D11	3,41	100
	6,30		534	Q12	534	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A12	5,90 m ²	K RA10	1	6,30 m ²	RA10	45	28	11,6 x 1,5	12	D12	3,60	100
13 Μπάνιο	5,60		683	Q13	683	22	Compact floor heating	0,05	45/40	A13	5,60 m ²	K RA10	1	5,60 m ²	RA10	-134	29	11,6 x 1,5	14	D13	3,20	95
	9,00		1046	Q14	1046	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A14	9,00 m ²	K RA10	1	4,50 m ²	RA10	-632	28	11,6 x 1,5	16	D14	1,74	72
14 Ξενώνας	4,50		678	Q15	632	20	Compact floor heating	0,1	45/40	A15	4,50 m ²	K RA10	1	4,50 m ²	RA10	-218	28	11,6 x 1,5	8	D15	1,51	72
			218	Q16	218	20	Module/Wall MSW		45/40	A16	1,33 m ²	MSW	1	1,80 m ²	MSW	77	-	11,6 x 1,5		D16	0,48	51

Για τους πίνακες υπολογισμού της θέρμανσης δαπέδου με ξηρά δόμηση (4.32α και 4.32β) ισχύουν τα εξής :

- Room name [-] ονομασία θερμαινόμενου χώρου
- Floor space [m²] εγκατεστημένη επιφάνεια θέρμανσης δαπέδου
- Heating load [W] θερμικές απώλειες χώρου
- Supplement heating load [%] προσαυξήσεις θερμικού φορτίου
- Room temperature [°C] επιθυμητή θερμοκρασία χώρου
- Heating system [-] σύστημα θέρμανσης (θέρμανση δαπέδου και θέρμανση τοίχου)
- Floor converting [m²·K/W] θερμική αντίσταση τελικής επένδυσης του δαπέδου
- Dimensioning temperature [°C] θερμοκρασία νερού προσαγωγής και επιστροφής
- Mathematical [-] επιστημονικός υπολογισμός για την απαιτούμενη εγκατεστημένη επιφάνεια δαπέδου και το βήμα πλέξης σωλήνα
- Practical [-] πρακτικός υπολογισμός με βάση τα δεδομένα της εγκατάστασης του έργου. Αποτελέσματα υπολειπόμενου ή περισσευόμενου φορτίου καθώς και θερμοκρασία της τελικής επιφάνειας του δαπέδου
- Supply pipe [mm] επιλογή διαμέτρου σωλήνα
- Supply line length [m] σωλήνας όδευσης του κυκλώματος
- Pressure loss [mWC] πτώση πίεσης κυκλώματος συμπεριλαμβανομένου και του σωλήνα όδευσης
- Flow quantity [kg/h] παροχή νερού του κυκλώματος



Συνολική πτώση πίεσης και παροχής δικτύου

Στον πίνακα 4.33 αναγράφεται η συνολική πτώση πίεσης του δικτύου για το πρώτο και το δεύτερο συγκρότημα κυκλωμάτων συμπεριλαμβανομένης και της πτώσης πίεσης του συλλέκτη διανομής. Πιο αναλυτικά, η δυσμενέστερη πτώση πίεσης του πρώτου συγκροτήματος βρίσκεται στο έκτο απομακρυσμένο κύκλωμα του καθιστικού και ανέρχεται, σύμφωνα με τον πίνακα (4.32α), στα 5,13 mWC. Στη συνέχεια, προστίθεται το 0,1 mWC του συλλέκτη και το αποτέλεσμα που προκύπτει ισούται με 5,23 mWC. Για τον υπολογισμό της παροχής του δικτύου αθροίζεται η εκάστοτε παροχή των κυκλωμάτων. Για τον δεύτερο συγκρότημα ακολουθεί ίδια διεργασία με το πρώτο

Πίνακας 4.33 : Αποτελέσματα παροχής και πτώσης πίεσης των κεντρικών κυκλωμάτων (1^{ος} και 2^{ος} συλλέκτης)

	t/tr	Number of heating circuits	Flow quantity manifold [kg/h]	Pressure loss + 0,1 mWC for manifold [mWC]	Manifold notation according to drawing
Distribution manifold #1	45/40	12	1158	5,2	
Distribution manifold #2					
Distribution manifold #3					
Distribution manifold #4					
Distribution manifold #5					
When all distribution manifolds are fed via one pump, the following applies:					
Total flow quantity:			1.158 kg/h		
Maximum pressure loss from distribution manifold incl. 0.1mWC for max. opened valve			5,23 mWC		
	t/tr	Number of heating circuits	Flow quantity manifold [kg/h]	Pressure loss + 0,1 mWC for manifold [mWC]	Manifold notation according to drawing
Distribution manifold #1	45/40	13	1199	3,8	
Distribution manifold #2					
Distribution manifold #3					
Distribution manifold #4					
Distribution manifold #5					
When all distribution manifolds are fed via one pump, the following applies:					
Total flow quantity:			1.199 kg/h		
Maximum pressure loss from distribution manifold incl. 0.1mWC for max. opened valve			3,79 mWC		

Συνολική παροχή πλήρωσης του δικτύου

Στο πίνακα 4.34 αναπαρίσταται η συνολική ποσότητα του νερού για την πλήρωση των κυκλωμάτων στο εκάστοτε συγκρότημα.

Πίνακας 4.34 : Αποτελέσματα πλήρωσης νερού των δικτύων

Συγκρότημα Κυκλωμάτων	Ποσότητα πλήρωσης νερού [Lt]
Πρώτο	44
Δεύτερο	47



Συνολικό μήκος του δικτύου

Στον πίνακα 4.35 και 4.36 αναγράφονται τα συνολικά μήκη του σωλήνα ανά θερμαινόμενο χώρο, για το πρώτο και δεύτερο συγκρότημα κυκλωμάτων.

Πίνακας 4.35 : Αποτελέσματα μήκους ανά κυκλώματος 1^ο συλλέκτη

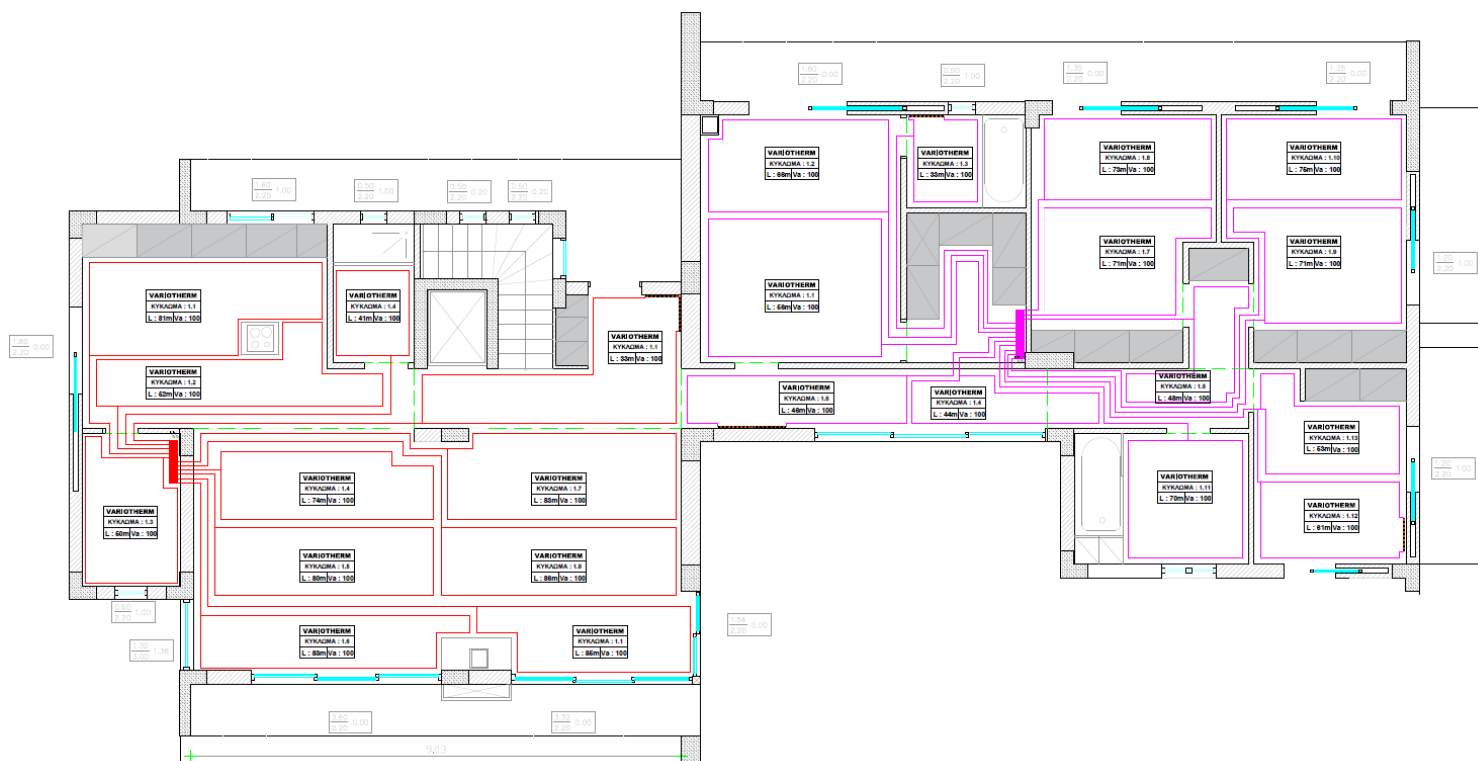
Δωμάτιο	Μήκος σωλήνα [m]	Διάμετρος σωλήνας [mm]
Κουζίνα	75,5	11,6
	70,5	11,6
Αποθήκη	50	11,6
WC	41	11,6
Καθιστικό	68,3	11,6
	74,3	11,6
	76,3	11,6
	77,3	11,6
	79,3	11,6
	79,3	11,6
Hall	33	11,6
	33,6	11,6

Πίνακας 4.36 : Αποτελέσματα μήκους ανά κυκλώματος 2^ο συλλέκτη

Δωμάτιο	Μήκος σωλήνα [m]	Διάμετρος σωλήνας [mm]
Master	61	11,6
(Βεστιάριο)	71	11,6
Μπάνιο	33	11,6
	12,6	11,6
Διάδρομος	44	11,6
	48	11,6
	46	11,6
	42	11,6
Υπνοδωμάτιο	45	11,6
	53	11,6
Υπνοδωμάτιο	71	11,6
	75	11,6
Μπάνιο	70	11,6
Ξενώνας	61	11,6
	53	11,6
	25,2	11,6



4.5.2 Ενδεικτικό σχεδιάγραμμα κυκλωμάτων



Σχήμα 4.7 : Σχηματική αναπαράσταση των κυκλωμάτων και των αρμών διαστολής της θέρμανσης δαπέδου για την κατοικία

Στο σχεδιάγραμμα 4.7 περιγράφονται αναλυτικά τα κυκλώματα της θέρμανσης δαπέδου. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι τα κυκλώματα απαρτίζονται από δύο συλλέκτες διανομής. Ο πρώτος συλλέκτης αποτελείται από έντεκα κυκλώματα τα οποία συμβολίζονται στο σχέδιο με κόκκινο χρώμα και καλύπτουν την αριστερή πλευρά της κατοικίας. Ο δεύτερος συλλέκτης απαρτίζεται από δεκατρία κυκλώματα χρώματος μοβ, καλύπτοντας αντίστοιχα την δεξιά πλευρά του κτηρίου. Στη συνέχεια, διακρίνονται με διακεκομμένες πράσινες γραμμές οι αρμοί διαστολής της θέρμανσης δαπέδου (κεφάλαιο 3). Τέλος, στο σχέδιο οι επιφάνειες που είναι σκιαγραφημένες με γκρι χρώμα αναπαριστούν τις πλάκες «black panel» (κεφάλαιο 3) που χρησιμοποιούνται για επιφάνειες όπως ντουλάπες και πάγκοι κουζίνας.

Όσον αφορά το τεχνικό τομέα της εγκατάστασης της θέρμανσης δαπέδου παρατηρείται ότι δεν τοποθετούνται σωλήνες, άρα και κυκλώματα θέρμανσης δαπέδου, στις εξής επιφάνειες : πάγκοι κουζίνας, ντουλάπες, τζάκι και ντουζιέρες/μπαγιέρες.



4.6 Μεθοδολογία Διαστασιολόγησης Θέρμανσης Τοίχου

Η μεθοδολογία για τη διαστασιολόγηση ενός συστήματος θέρμανσης τοίχου περιγράφεται στις παρακάτω υποκατηγορίες. Να τονιστεί ότι η διαδικασία που ακολουθείται σε ένα σύστημα θέρμανσης τοίχου είναι ακριβώς η ίδια με την αυτή της θέρμανσης δαπέδου. Οι διαφορές ανάμεσα στα δύο συστήματα είναι οι εξής [8]:

- **Θερμική Ισχύς** : Είναι κοινώς αποδεκτό ότι η θερμική απόδοση του συστήματος διαφοροποιείται σε σύγκριση με το δάπεδο. Η θερμική απόδοση για ένα τέτοιο σύστημα αναγράφεται αναλυτικά στο πίνακα 4.37.
- **Κάλυψη θερμικών απωλειών** : Στη συγκεκριμένη διαδικασία δεν υπάρχει κάποια διαφορά στα δύο συστήματα.
- **Μήκος Σωλήνα** : Σύμφωνα με το 3^ο κεφάλαιο το μήκος του σωλήνα καθορίζεται από το βήμα πλέξης. Στο σύστημα της θέρμανσης τοίχου το βήμα ανέρχεται στα 75 mm. Επομένως, δεν ισχύει η αναλογία της εγκατεστημένης τετραγωνικής επιφάνειας με το αντίστοιχο μήκος του σωλήνα.
- **Παροχή Νερού** : Η παροχή του νερού εξαρτάται από την πτώση πίεσης και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του σωλήνα. Ο σωλήνας των δύο συστημάτων είναι ίδιος αλλά το διάγραμμα της πτώσης πίεσης είναι διαφορετικό. Επομένως, η παροχή του νερού δεν είναι πανομοιότυπη.
- **Πτώση Πίεσης** : Η πτώση πίεσης καθορίζεται από τις απώλειες που δημιουργούνται στους σωλήνες της εγκατάστασης της θέρμανσης τοίχου. Στο σχήμα 4.8 αναπαρίσταται ο υπολογισμός της πτώσης πίεσης.

4.7 Διαστασιολόγησης Θέρμανσης Τοίχου Κατοικίας Βόλου

Η διαδικασία του υπολογισμού της διαστασιολόγησης της θέρμανσης τοίχου για την κατοικία στον Βόλο είναι ακριβώς ίδια με την παραπάνω ενότητα. Στους παρακάτω πίνακες αναγράφονται αναλυτικά τα περεταίρω τεχνικά χαρακτηριστικά που χρειάζονται για την ολοκλήρωση της διαδικασίας της μελέτης αυτής.

Στην προς μελέτη κατοικία θα γίνει χρήση της θέρμανσης τοίχου στα δωμάτια όπως, Hall, Μπάνιο, Διάδρομο και στον Ξενώνα. Τα αποτελέσματα της μελέτης αναγράφονται στους πίνακες των αποτελεσμάτων (4.32α και 4.32β). Επιπρόσθετα, παρουσιάζεται στο σχήμα 4.9 ένα ενδεικτικό κύκλωμα του «Wall Panel» που χρησιμοποιείται στο δωμάτιο του Ξενώνα [10].



Θερμική Απόδοση

Πίνακας 4.37 : Θερμική απόδοση ισχύος για το σύστημα θέρμανσης του τοίχου [10]

t_i/t_r [°C]	t_{mH} [°C]	Heat output [W/m ²] at room temperature ...					T_0 [°C] (at $T_r = 20$ °C)
		... 15 °C	... 18 °C	... 20 °C	... 22 °C	... 24 °C	
30/20	25.0	90	59	38	18	-	25
30/25	27.5	108	77	56	36	18	26
35/25	30.0	127	95	74	55	36	28
35/28	31.5	137	105	84	65	46	28
35/30	32.5	144	113	92	73	54	29
37.5/32.5	35.0	162	131	111	91	73	31
40/30	35.0	162	131	111	91	73	31
40/35	37.5	179	149	129	108	91	32
45/35	40.0	197	167	147	126	109	34
45/40	42.5	214	184	164	143	126	35
50/40	45.0	232	201	181	161	143	37
50/45	47.5	239	214	201	181	162	38

$$t_{mH} = \text{mean hot water temperature} = \frac{t_i + t_r}{2} \text{ [°C]}$$

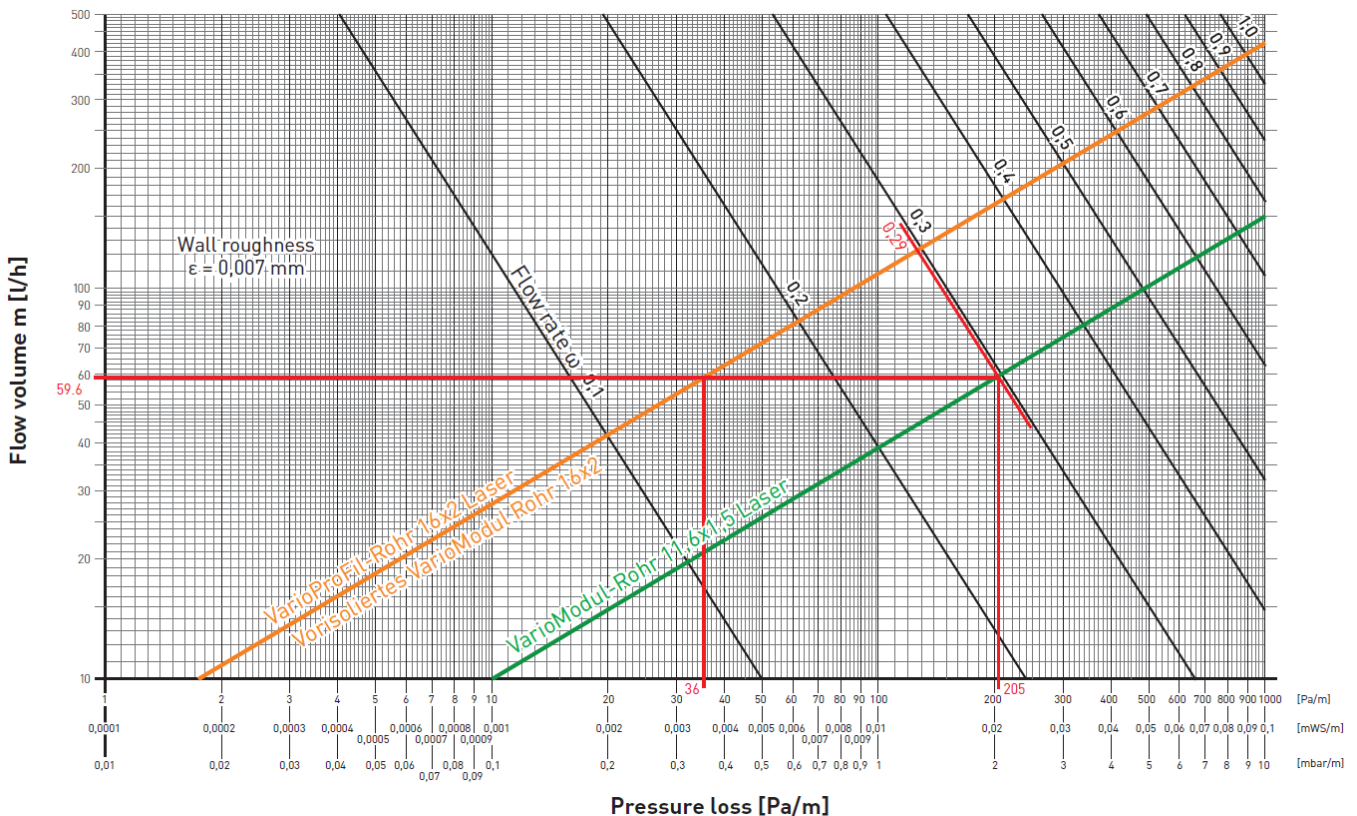
$$T_0 = \text{mean surface temperature [°C]}$$

$$T_r = \text{room temperature [°C]}$$

$$t_i/t_r = \text{flow temperature / return temperature [°C]}$$

Σύμφωνα με τον πίνακα 4.37, σε ένα σύστημα θέρμανσης τοίχου, η θερμική ισχύς (q_f) ισούται με 164 [W/m²] όταν η θερμοκρασία προσαγωγής (t_i) «αγγίζει» τους 45 °C και επιστροφής (t_r) ισοδυναμεί με 40 °C. Επιπρόσθετα, εκτιμάται ότι η θερμοκρασία του πάνελ ανέρχεται στους 35 °C όταν η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου κυμαίνεται στους 20 °C.

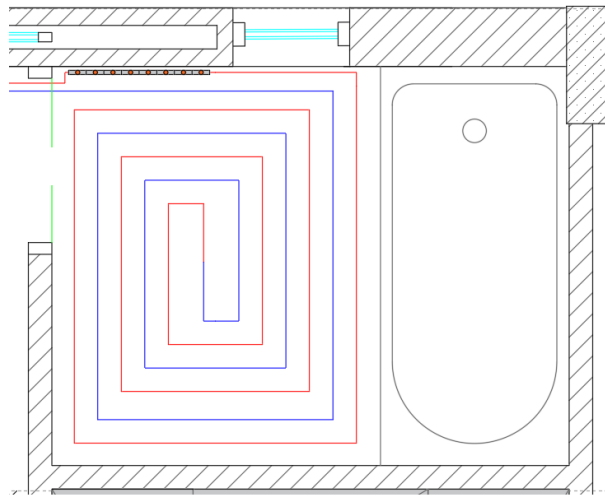
Διάγραμμα Πτώσης Πίεσης



Σχήμα 4.8 : Πτώση πίεσης του δικτύου για την θέρμανση τοίχου στην κατοικία [10]



Ενδεικτικό σκεδιάγραμμα κυκλωμάτων « 8.Μπάνιο » (Wall Panel και Θέρμανση δαπέδου)

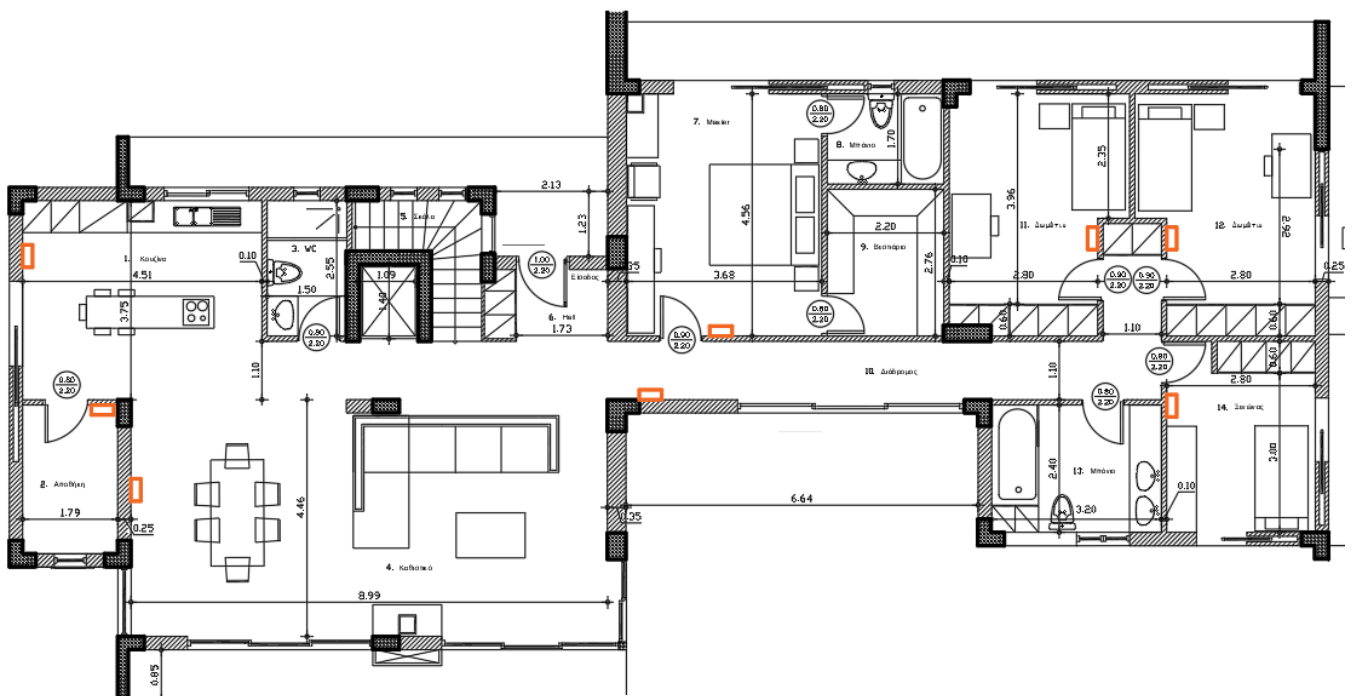


Σχήμα 4.9 : Σχηματική αναπαράσταση θέρμανσης τοίχου στον δωμάτιο του Μπάνιου

Στο σχέδιο (4.9) συμβολίζεται το «wall panel» που έχει εγκατασταθεί σε ένα από τα μπάνια της κατοικίας στον Βόλο.

4.8 Θερμοστάτες θέρμανσης στην κατοικία στον Βόλο

Στην κατοικία θα χρησιμοποιηθούν οκτώ θερμοστάτες χώρου. Πιο συγκεκριμένα, οι τρεις από αυτούς θα συνδεθούν στον πρώτο συλλέκτη καλύπτοντας τους χώρους της *Κουζίνας*, της *Αποθήκης* και του *Καθιστικού*. Το *Hall* και το *WC* δεν θα έχουν ξεχωριστό θερμοστάτη καθώς το εσωτερικό κύκλωμα του *Hall* θα συνδεθεί με τα κυκλώματα του *Καθιστικού*. Το *WC* όπως και τα υπόλοιπα *Μπάνια* της κατοικίας θα έχουν συνεχόμενη λειτουργία χωρίς εντολή από κάποιον θερμοστάτη χώρου. Στη συνέχεια, οι υπόλοιποι πέντε θερμοστάτες θα συνδεθούν στο δεύτερο συλλέκτη καλύπτοντας τους χώρους των *Υπνοδωματίων*, του *Ξενώνα* και του *Διάδρομο*.



Σχήμα 4.9α : Σχηματική αναπαράσταση των θερμοστατών στην κατοικία



5. Ψύξη – Κλιματισμός

Ορισμός Κλιματισμού

Με τον όρο *Κλιματισμός* εννοείται ένα σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας, της υγρασίας και του αερισμού σε έναν κλειστό χώρο. Η συνθηθέστερη λειτουργία του αποσκοπεί στην σταθερή ψυχρή ατμόσφαιρα, απορροφώντας τη θερμική ενέργεια από έναν χώρο ή κτήριο.

5.1 Ιστορική Αναδρομή Κλιματισμού

5.1.1 Ψύξη με Εξάτμιση

Οι πρώτες απόπειρες δροσισμού φαίνεται να τοποθετούνται στην αρχαία Αίγυπτο με τη μέθοδο της εξάτμισης. Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι ανακάλυψαν έναν τρόπο δροσισμού εσωτερικών χώρων προκειμένου να αντιμετωπίζουν τις υψηλές θερμοκρασίες [18]. Πιο συγκεκριμένα, κρεμούσαν καλάμια στα παράθυρά τους αφού τα έβρεχαν με νερό. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα ο αέρας που εισέρχονταν από τα καλάμια να ψύχεται από την εξάτμιση του νερού χαμηλώνοντας τη θερμοκρασία του σπιτιού.

5.1.2 Μηχανική Ψύξη

Ο επιστήμονας Faraday, μέσω ενός πειράματος, ανακάλυψε ότι η υγροποίηση της αμμωνίας, έπειτα από την συμπίεσή της, είχε σαν αποτέλεσμα την ψύξη του αέρα. Αυτή ήταν η αφετηρία για τη λειτουργία της μηχανικής ψύξης που υλοποίησε αργότερα ο Dr Gorrie σχεδιάζοντας μια μηχανή παραγωγής πάγου. Χάρη στην εφεύρεση αυτή απέκτησε το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας των ΗΠΑ το 1851 [18].

5.1.3 Ηλεκτρικός κλιματισμός

Η πρώτη σύγχρονη ηλεκτρική μονάδα του κλιματισμού, εφευρέθηκε από τον Willis Carrier το 1902. Ουσιαστικά από αυτή τη χρονική στιγμή ξεκίνησε η ιστορία του κλιματισμού. Έμπνευσή του για την λειτουργία του ελέγχου της θερμοκρασίας των εσωτερικών χώρων, αποτέλεσε μια λιθογραφική εκδοτική εταιρεία η οποία, για τη διατήρηση των διαστάσεων του χαρτιού και της εξισορρόπησης (ευθυγράμμισης) των μελανιών, χρειαζόταν ένα χώρο με χαμηλή θερμοκρασία και χαμηλά ποσοστά υγρασίας [19]. Πιο συγκεκριμένα, ο Carrier κατάφερε να ελέγχει τη θερμοκρασία αλλά και την υγρασία του χώρου, μέσω ψυχρών πηνίων στα οποία κυλούσε παγωμένο νερό, με αποτέλεσμα ο αέρας που διερχόταν από αυτά να παγώνει.

5.1.4 Ανάπτυξη ψυκτικού μέσου

Για τη λειτουργία της συμπίεσης του ψυκτικού μέσου που διέρχονταν μέσα στο πηνίο για την ψύξη του αέρα, χρησιμοποιούνταν εύφλεκτα και τοξικά αέρια, όπως αμμωνία, μεθυλοχλωρίδιο και προπάνιο. Τα συγκεκριμένα αέρια ήταν πολύ επικίνδυνα και βλαβερά για το περιβάλλον. Το 1928 ο Thomas Midgley εφηύρε ένα «φιλικό» μη τοξικό, ακίνδυνο αέριο το γνωστό έως σήμερα «Freon». Οι ονομασίες του ψυκτικού μέσου περιλαμβάνουν έναν αριθμό, ο οποίος υποδηλώνει την σύστασή του. Για παράδειγμα τα ψυκτικά μέσα τα οποία χρησιμοποιούνται ακόμη και σήμερα είναι τα R-12, R-134A και το πιο γνωστό, το οποίο χρησιμοποιείται για την οικιακή ψύξη, είναι το R-22 [19].

5.1.5 Κλιματισμός 20^{ος} Αιώνας

Κατά την εφεύρεση του ψυκτικού μέσου «Freon» η τεχνολογία του κλιματισμού άρχισε να εξελίσσεται με ταχείς ρυθμούς. Πιο συγκεκριμένα, η ζήτηση των ψυκτικών μονάδων το 1946 έφτασε τις 30.000 πωλήσεις [19]. Στη συνέχεια, το 1957 για πρώτη φορά εμφανίστηκε ο περιστροφικός συμπιεστής ο οποίος ήταν πιο αποτελεσματικός από τον παλινδρομικό. Επιπλέον, οι διαστάσεις των



μονάδων ήταν μικρότερες και έτσι πιο πρακτικές κυρίως για τις οικιακές εγκαταστάσεις. Ένα πολύ βασικό ιστορικό γεγονός είναι η δημιουργία του ψυκτικού κύκλου το 1977, όπου για πρώτη φορά ένα μηχάνημα, η γνωστή σήμερα «Αντλία Θερμότητας», είχε τη δυνατότητα αντιστροφής του ψυκτικού κύκλου καλύπτοντας τις θερμικές ή ψυκτικές ανάγκες, ανάλογα με την εποχή.

5.2 Αρχές Λειτουργίας του Κλιματισμού

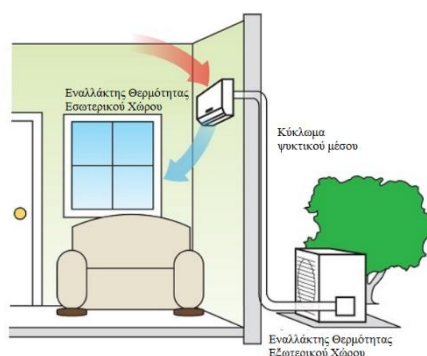
5.2.1 Συστήματα A/C

Τα συστήματα κλιματισμού συμβολίζονται με «AC ή A/C» από την Αγγλική φράση «Air Conditioning». Σύμφωνα με τον ορισμό της ASHRAE (Αμερικάνικη Ομοσπονδία των Μηχανικών Θέρμανσης, Ψύξης και Κλιματισμού) ένα σύστημα κλιματισμού είναι μια συνάθροιση τεσσάρων συνιστωσών που περιλαμβάνει τον έλεγχο του αέρα του εσωτερικού χώρου όσον αφορά τη θερμοκρασία, την υγρασία, την κυκλοφορία (ροή) και τέλος την ποιότητά του.

5.2.2 Τύποι και κατηγορίες A/C

Οι κατηγορίες των ψυκτικών μονάδων για την επίτευξη της λειτουργίας του κλιματισμού διαίρονται με βάση τα εξής :

- **Δυνατότητα λειτουργίας**
 - Μηχανήματα ψύξης (Cooling only systems)
 - Μηχανήματα ψύξης ή θέρμανσης (Heating Pump, κεφάλαιο 7)
 - Μηχανήματα ψύξης και θέρμανσης (ταυτόχρονη λειτουργία με ανάκτηση θερμότητας, Heat Recovery systems)
- **Τρόπος ψύξης του συμπυκνωτή / εξατμιστή (αναλυτικά στο κεφάλαιο 7)**
- **Τρόπος συγκρότησης και τοποθέτησης του μηχανήματος**
 - *Μονάδες διαιρούμενου τύπου (Split-System Unit)* : Οι μονάδες αυτές (σχήμα 5.1) είναι οι πιο δημοφιλείς καθώς χρησιμοποιούνται περισσότερο στις κατοικίες και κυρίως σε ξενοδοχεία. Τα συγκεκριμένα μηχανήματα διαθέτουν ένα εξωτερικό μηχάνημα ως πηγή ενέργειας και ένα εσωτερικό για την εκροή του ψυχρού αέρα.

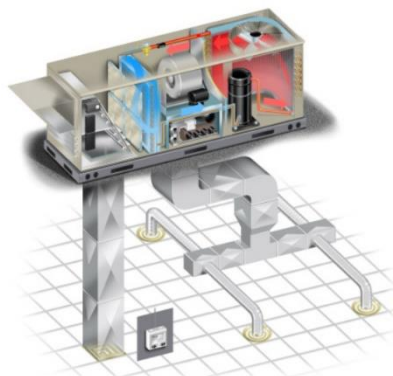


Σχήμα 5.1 : Μονάδα διαιρούμενου τύπου Split [20]

- *Μονάδες αυτόνομου τύπου - Μονάδες αέρα (Single - Package Units)* : Τα μηχανήματα αυτά τοποθετούνται κυρίως σε μεγάλα κτήρια και φέρουν φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες για τη μεταφορά του αέρα. Η μια πλευρά του μηχανήματος αποτελείται από το συμπυκνωτή και η άλλη από τον εξατμιστή.
- *Αυτόνομες μονάδες δώματος-Μονάδες αέρα (Package Rooftop Units)* : Οι εν λόγω μονάδες (σχήμα 5.2) χρησιμοποιούνται για βιομηχανική ψύξη και είναι πλήρως αυτόνομες με τη λειτουργία της μεταφοράς το ψυχρού αέρα να πραγματοποιείται απαραίτητα μέσα σε αγωγούς. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται ρύθμιση της ποσότητας και της κατεύθυνσης του αέρα



από ειδικά εξαρτήματα των δικτύων αεραγωγών, όπως είναι τα διαφράγματα αέρα και τα στόμια (περσίδες).



Σχήμα 5.2 : Αυτόνομη μονάδα δώματος Package Rooftop [20]

- **Σημείο εκτόνωσης του ψυκτικού ρευστού**
 - *Μηχανήματα άμεσης εκτόνωσης «DX»* : Τα συστήματα DX αποτελούνται από ψυκτικές μονάδες οι οποίες παράγουν ψυχρό αέρα, με την άμεση εκτόνωση του ψυκτικού ρευστού (freon) στον εναλλάκτη θερμότητας του εξατμιστή, ο οποίος βρίσκεται εντός ή πλησίον του κλιματιζόμενου χώρου (εσωτερική μονάδα). Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν και τα πολυδιαιρούμενα - πολυζωνικά συστήματα κλιματισμού V.R.V ή V.R.F (Variable Refrigerant Volume ή Flow) στα οποία υπάρχει η δυνατότητα μιας εξωτερικής πηγής ενέργειας (master) και πολλών εσωτερικών μηχανημάτων (slave).
 - *Μηχανήματα εμμέσου κλιματισμού* : Στην κατηγορία αυτή ανήκουν μηχανήματα τα οποία τροφοδοτούνται από δίκτυο σωληνώσεων με ψυχρό νερό για τη ψύξη ενός στοιχείου (εναλλάκτης) και στη συνέχεια του αέρα που χρησιμοποιείται ως μέσο ψύξης για τη λειτουργία του κλιματισμού. Ένα παράδειγμα της κατηγορίας αυτής είναι οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες **Fan Coil Unit**.

5.3 Συστήμα ψύξης με μονάδες fan coil

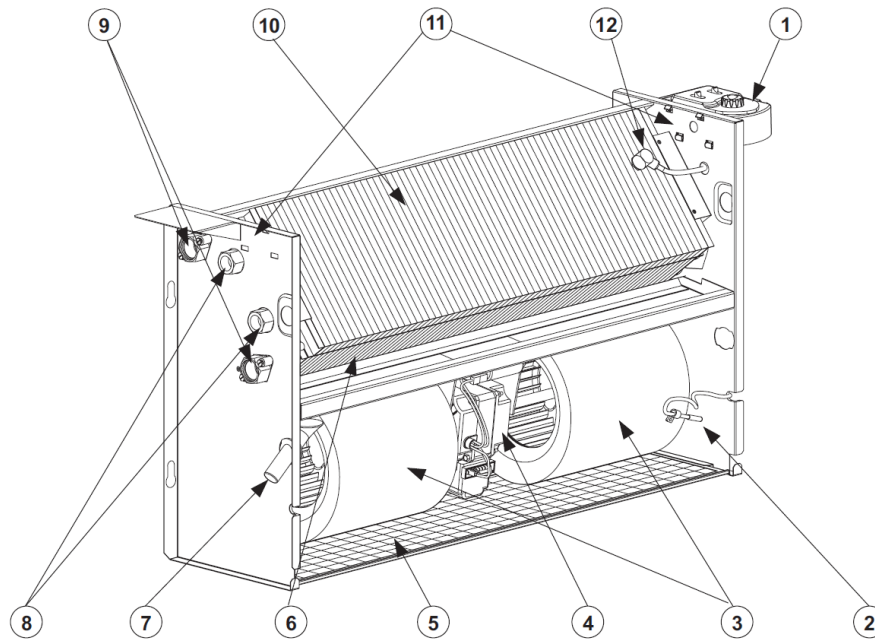
Η μονάδα fan coil είναι μια συσκευή ψύξης και θέρμανσης. Τα κύρια μέρη της είναι το πηνίο και ο ανεμιστήρας και τα αποτελούμενα στοιχεία ορίζουν και την ονομασία της συσκευής .

Οι μονάδες fan coil παρέχουν τη δυνατότητα κάλυψης διαφορετικών αναγκών ψύξης και θέρμανσης σε χώρους όπως κατοικίες, βιομηχανίες, νοσοκομεία, γυμναστήρια κ.τ.λ. Η ικανότητα αυτή βασίζεται στη δυνατότητα τοποθέτησής τους στο δάπεδο και την οροφή για εμφανή και κρυφού τύπου μονάδων fan coil. Επιπλέον, δίνεται η επιλογή αξιοποίησης συστημάτων αεραγωγών.

Για την κατοικία στον Βόλο, η αξιοποίηση των μονάδων fan coil θα συντελέσει στην κάλυψη των ψυκτικών φορτίων.



5.3.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά

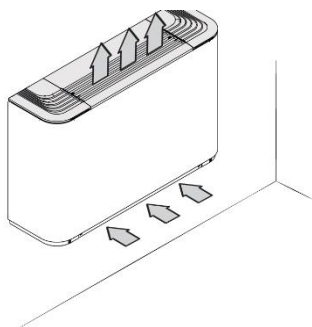


Σχήμα 5.3 : Τεχνικά χαρακτηριστικά Fan Coil [21]

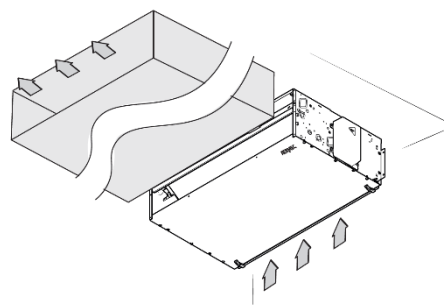
1. Χειριστήριο (όχι απαραίτητο, αναλόγως το προϊόν)
2. Αισθητήριο θερμοκρασίας χώρου
3. Φυγοκεντρικός ανεμιστήρας
4. Ηλεκτρικός κινητήρας ανεμιστήρων
5. Φίλτρο αέρος αναρρόφησης
6. Εναλλάκτης θερμότητας για σύνδεση δύο σωλήνων (βασικός)
7. Έξοδος συμπυκνωμάτων
8. Σύνδεση παροχής νερού για δύο σωλήνες (βασική)
9. Σύνδεση παροχής νερού για επιλογή τεσσάρων σωλήνων (προαιρετική)
10. Εναλλάκτης θερμότητας για επιλογή σύνδεσης τεσσάρων σωλήνων (προαιρετικός)
11. Σκελετός Fan Coil
12. Αισθητήρας θερμοκρασίας νερού

5.3.2 Σχεδιασμός - Λειτουργία

Για την ψύξη (αλλά και τη θέρμανση) των εσωτερικών χώρων οι μονάδες fan coil επιτυγχάνουν τις εσωτερικές συνθήκες άνεσης μέσω του ψυχρού ή θερμού αέρα. Αρχικά, για την επίτευξη της παραγωγής του ψυχρού αέρα, το fan coil τροφοδοτείται με νερό. Η θερμοκρασία προσαγωγής για τις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας ισοδυναμεί με 7 °C και η επιστροφή του νερού ισούται με 12°C. Στη συνέχεια, το ψυχρό μέσο εισέρχεται στους χάλκινους σωλήνες που βρίσκονται στον εναλλάκτη θερμότητας (σχεδιάγραμμα 5.3, νούμερο 8) με τη θερμοκρασία του στοιχείου αυτού, που αποτελείται από πτερύγια αλουμίνιου τριών στρώσεων, να κυμαίνεται μεταξύ των τιμών της προσαγωγής και της επιστροφής. Πίσω από τον εναλλάκτη βρίσκονται οι ανεμιστήρες του fan coil (σχεδιάγραμμα 5.3, νούμερο 3) με την ιδιότητα να αντλούν αέρα από τον εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο και να τον οδεύουν μέσα από τον εναλλάκτη. Στη συνέχεια, αφού ο αέρας ψυχθεί, εισέρχεται στον εσωτερικό κλιματιζόμενο χώρο για την επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας. Η ροή του αέρα αναπαρίσταται στο σχήμα 5.4 για εμφανείς μονάδες δαπέδου και στο σχήμα 5.5 για μονάδες κρυφού τύπου.



Σχήμα 5.4 : Λειτουργία Fan Coil επιδαπέδιου εμφανή τύπου [21]



Σχήμα 5.5 : Λειτουργία Fan Coil οροφής κρυφού τύπου [21]

5.3.3 Ψυκτική Απόδοση

Η ψυκτική απόδοση σε μια μονάδα fan coil εκφράζει το ποσό της θερμότητας ανά μονάδα χρόνου, που μπορεί να απορροφήσει από τον κλιματιζόμενο χώρο. Η διαδεδομένη μονάδα μέτρησης είναι τα BTU/h (British Thermal Unit) και τα τελευταία χρόνια η ψυκτική απόδοση εκφράζεται σε kW.

Σε ένα σύστημα κλιματισμού, για την επίτευξη της σταθερής εσωτερικής θερμοκρασίας σε συνθήκες άνεσης τους θερμούς μήνες, η ψυκτική απόδοση του fan coil επιβάλλεται να είναι ίση ή μεγαλύτερη από τα ψυκτικά φορτία του εκάστοτε χώρου. Όπως και στα συστήματα θέρμανσης (κεφάλαιο 3 και 4) που αποσκοπούν στην κάλυψη των θερμικών αναγκών, αντίστοιχα τα συστήματα ψύξης «στοχεύουν» στην κάλυψη των ψυκτικών αναγκών ενέργειας.

Οι παράμετροι για την ψυκτική απόδοση της μονάδος του fan coil είναι :

- Θερμοκρασία προσαγωγής / επιστροφής

Για την επίτευξη των ονομαστικών αποδόσεων στα συστήματα ψύξης η θερμοκρασία της προσαγωγής του νερού ανέρχεται, σύμφωνα με τους κατασκευαστές [21], στους 7 °C και για την επιστροφή στους 12 °C. Για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από τις προαναφερθείσες η απόδοση του Fan Coil είναι μικρότερη.

- Παροχή του αέρα

Η παροχή του αέρα που αποδίδει η μονάδα καθορίζει την ψυκτική του απόδοση. Όσο περισσότερα κυβικά ανά ώρα εξάγει, τόσο μεγαλύτερα ποσά θερμότητας αντλεί από τον κλιματιζόμενο χώρο.

- Παροχή νερού

Η παροχή του νερού είναι ανάλογη της αποδοτικότητας του αέρα διότι όσο μεγαλύτερη είναι η παροχή του νερού, τόσο μικρότερη θερμοκρασία αποκτά το στοιχείο με αποτέλεσμα ο αέρας να «αγγίζει» πολύ χαμηλές τιμές.

5.3.4 Inverter Fan Coil

Τα fan coil inverter είναι μια σχετικά νεότερη τεχνολογία που στοχεύει στην καλύτερη απόδοση του μηχανήματος ως προς τη ζήτηση των ψυκτικών φορτίων του κλιματιζόμενου χώρου. Τα συμβατικά fan coil διαθέτουν 3 ταχύτητες ανεμιστήρα και ο χρήστης προσαρμόζει την κατάλληλη



ταχύτητα βάσει των ψυκτικών αναγκών. Η συμβατική τεχνολογία καθιστά την μονάδα ψύξης δαπανηρή και μη εργονομική, λόγω του μικρού φάσματος των ταχυτήτων.

Σε αντίθεση με τη συμβατική τεχνολογία, η χρήση των μεταβλητών στροφών (Inverter) επιτρέπει τη μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αυξάνει βαθμιαία την ισχύ που απαιτείται, με τη βοήθεια του εναλλασσόμενου ανεμιστήρα, για την επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου.

Η τεχνολογία των μεταβλητών στροφών βασίζεται στον ηλεκτροκινητήρα «χωρίς ψήκτρες» στον οποίο δεν υπάρχει επαφή μεταξύ των κινούμενων και των σταθερών μερών του κινητήρα. Το στροφέιο αποτελείται από μόνιμους μαγνήτες με αποτέλεσμα το μαγνητικό πεδίο να φορτίζεται (χωρίς μηχανική επαφή) με τα τυλίγματα του στάτη. Στη συνέχεια, μέσω την έντασης του ρεύματος στο στάτη, με σύστημα του inverter, γίνεται έλεγχος των στροφών και της ροπής του στροφέιου. Τα πλεονεκτήματά της τεχνολογίας των inverter fan coil είναι:

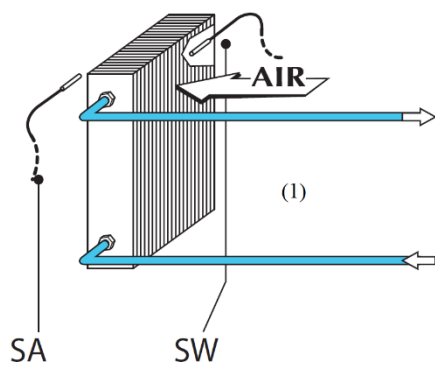
- Οικονομία στην κατανάλωση του ρεύματος
- Μειωμένες στάθμες θορύβου του κινητήρα
- Ιδανικές συνθήκες άνεσης (λόγο της μείωσης της ανάδευσης του αέρα)

Στο διάγραμμα 5.6 αναπαρίσταται η επιθυμητή θερμοκρασία ενός κλιματιζόμενου χώρου (γαλάζια ευθεία γραμμή) και η αντίστοιχη προσαρμογή της παροχής του αέρα ενός fan coil με 3 ταχύτητες σε σύγκριση με ένα inverter, στην πάροδο του χρόνου.

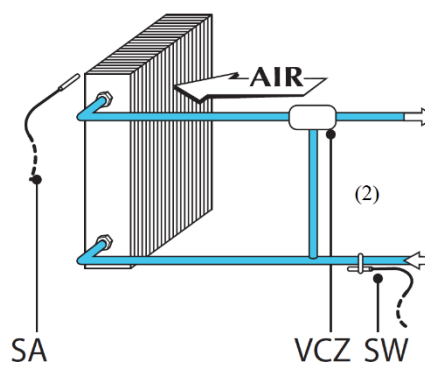


Σχήμα 5.6 : Διάγραμμα σύγκρισης επιθυμητής λειτουργίας συμβατικού και inverter Fan Coil [21]

5.3.5 Συνδεσμολογία δικτύου παροχής νερού



Σχήμα 5.7 : Λειτουργία περιορισμένης χρήσης. Ταυτόχρονος χειρισμός των Fan Coil [21]



Σχήμα 5.8 : Λειτουργία τριόδου βάννας. Πλήρης χειρισμός του εκάστοτε Fan Coil [21]



Η σύνδεση της παροχής του νερού (σχεδιάγραμμα 5.3, νούμερο 8) πραγματοποιείται από το δίκτυο του εκάστοτε fan coil. Η χρήση του δισωληνίου είναι απαραίτητη καθώς υπάρχουν δύο τεχνικές σύνδεσης, όπως απεικονίζεται στα σχήματα (5.7 και 5.8). Στο πρώτο σχέδιο η σύνδεση του σωλήνα διέρχεται απευθείας από το συλλέκτη της προσαγωγής (βελάκι με κατεύθυνσή προς τα αριστερά) και επιστρέφει (βελάκι με κατεύθυνσή προς τα δεξιά) στον αντίστοιχο συλλέκτη. Αυτή είναι η απλή μέθοδος σύνδεσης με κύριο χαρακτηριστικό την ταυτόχρονη λειτουργία του εκάστοτε fan coil στον αντίστοιχο κλιματιζόμενο χώρο. Η εν λόγω συνδεσμολογία έχει σαν αποτέλεσμα τον περιορισμένο έλεγχο λειτουργίας της μονάδος σε αντίθεση με τη σύνδεση του δεύτερου σχεδίου στο οποίο απεικονίζεται η χρήση της τριόδου βάνας. Η βάνα με κατεύθυνση τριών ροών προσφέρει τη δυνατότητα ελέγχου του εκάστοτε fan coil. Πιο συγκεκριμένα, προσαρμόζει την παροχή του νερού ανάλογα με τη ζήτηση του κλιματιζόμενου χώρου. Για παράδειγμα, στο fan coil της κουζίνας υπάρχει δυνατότητα να λειτουργεί με θερμοκρασία ίση με 24°C και το καθιστικό με 26 °C μολονότι έχουν κοινό συλλέκτη διανομής.

Το δίκτυο παροχής του νερού συνήθως αποτελείται από πλαστικούς σωλήνες και η βέλτιστη επιλογή για μειωμένες απώλειες είναι το πολυπροπυλένιο. Άλλες επιλογές υλικού είναι η πολυστρωματική και ο χαλκός. Η διατομή του σωλήνα προσαρμόζεται με βάση τις ανάγκες ψύξης και θέρμανσης και η ελαχίστη διατομή σύνδεσης για την επίτευξη των ονομαστικών αποδόσεων ισούται με φ 20.

5.3.6 Control panel – Fan coil unit

Τα control panel (σχήμα 5.9) των fan coil τελούν την ίδια λειτουργία με τους θερμοστάτες χώρων στα συστήματα της θέρμανσης δαπέδου, ορίζοντας την επιθυμητή θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου. Επιπρόσθετα, υπάρχει η δυνατότητα επιλογής ασύρματου controller (σχήμα 5.10) κάτι που στη θέρμανση δαπέδου δεν είναι εφικτό. Μια συνηθισμένη λειτουργία των συστημάτων των fan coil, όσον αφορά τη σύνδεσή τους με τα control panel, είναι η δημιουργία της σχέσης «master and slave» (σχήμα 5.11). Η συνδεσμολογία αυτή επιτρέπει την ταυτόχρονη λειτουργία των fan coil από ένα master χειριστήριο το οποίο δίνει την εντολή λειτουργίας στο εκάστοτε slave controller που βρίσκεται στον αντίστοιχο κλιματιζόμενο χώρο.



Σχήμα 5.9 : Χειριστήριο επιτοίχιο (θερμοστάτης) ενσύρματο, για την λειτουργία των Fan Coil [21]



Σχήμα 5.10 : Χειριστήριο ασύρματο για την λειτουργία των Fan Coil [21]



Σχήμα 5.11 : Λειτουργία «επικοινωνίας» των Fan Coil, κατά την σύνδεση τους με κεντρικό σύστημα για την δυνατότητα πλήρους ελέγχου [21]



6. Μελέτη Κλιματισμού με χρήση Fan Coil

6.1 Μέθοδος Υπολογισμού Ψυκτικών Φορτίων CLTD/CLF/SCL

Για τη μελέτη των ψυκτικών φορτίων χρησιμοποιείται η μέθοδος CLTD/CLF/SCL κατά ASHRAE. Η μέθοδος αυτή βασίζεται σε δεδομένα που περιλαμβάνουν μεταβλητές τιμές ανάλογα με το δομικό υλικό στοιχείο κατασκευής, το προσανατολισμό, τις εξωτερικές μετεωρολογικές συνθήκες αλλά και τη τοποθεσία της κατοικίας στην οποία γίνεται η μελέτη. Πιο αναλυτικά, οι Rudoy και Duran το 1975 εφάρμοσαν αυτή τη μέθοδο υπολογίζοντας αρχικά τα ψυκτικά φορτία με βάση τη διαφορά θερμοκρασίας και τη συμβολή της ηλιακής ακτινοβολίας (CLTD). Στη συνέχεια, εκτίμησαν το συντελεστή φορτίου ψύξης (CLF) και το συντελεστή φορτίου ηλιακής ψύξης (SCL).

Για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων, χρησιμοποιήθηκαν οι πίνακες και οι τιμές από το σύγγραμμα «Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός» των καθηγητών Κατσαπρακάκη-Μονιάκη [22] και δεδομένα από το αρχείο της ASHRAE [23].

Μεθοδολογία Υπολογισμού Ψυκτικών Φορτίων

Για την εύρεση των ψυκτικών φορτίων αρχικά θα υπολογιστούν τα φορτία της *τοιχοποιίας* (εξωτερική τοιχοποιία, ανοίγματα και οροφή) και στη συνέχεια των *εσωτερικών κερδών*. Το άθροισμα των δύο συνόλων ισοδυναμεί με τα ολικά ψυκτικά φορτία του κλιματιζόμενου χώρου.

6.1.1 Εξωτερική Τοιχοποιία

Η κουζίνα της κατοικίας που πραγματοποιείται η μελέτη, απαρτίζεται από δύο εξωτερικούς τοίχους, δύο δοκάρια (με διαφορετικό συντελεστή θερμοπερατότητας), την οροφή και το δάπεδο. Τα ψυκτικά φορτία αγωγής μέσω εξωτερικής τοιχοποιίας υπολογίζονται από τη σχέση (6.1) [22].

$$\dot{Q}_t = U \cdot A \cdot \text{CLTD}_{\text{cor}} \quad (6.1)$$

Για τη σχέση (6.1) ισχύουν τα εξής :

- Q_t [W] ψυκτικά φορτία μέσω αγωγής
- U [W/(m²· K)] συντελεστής θερμοπερατότητας του στοιχείου
- A [m²] εμβαδόν της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου
- CLTD_{cor} [K] διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου

Όταν οι εξωτερικές κατασκευές της τοιχοποιίας δε συνάδουν με αυτές που προτείνει ο πίνακας της ASHRAE τότε προκύπτει η διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας του ψυκτικού φορτίου (CLTD_{cor}), η οποία χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς. Για τον υπολογισμό του CLTD_{cor} αντιστοιχεί η σχέση (6.2) [22].

$$\text{CLTD}_{\text{cor}} = (\text{CLTD} + \text{LM})\text{K} + (25,5^\circ\text{C}_o - \theta_i) + (\theta_{o,\text{av}} - 29,4^\circ\text{C}) \quad (6.2)$$

Για τη σχέση (6.2) ισχύουν τα εξής :



- $CLTD_{cor}$ [K] διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου
- $CLTD$ [K] διαφορά θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου για εξωτερική τοιχοποιία (πίνακες 6.38, 6.41, 6.42) και για οροφή (πίνακας 6.39) [22]
- K [-] συντελεστής χρώματος $K=1$ για σκουρόχρωμες τοιχοποιίες και $K=0,5$ για μόνιμα ανοιχτόχρωμες τοιχοποιίες [22].
- LM [-] διορθωτικός συντελεστής για διαφορετική θέση και χρονική στιγμή υπολογισμού της κατοικίας από τις πρότυπες συνθήκες σχεδίασης (πίνακας 6.44) [22].
- θ_i [°C] θερμοκρασία εσωτερικού χώρου
- $\theta_{o,av}$ [°C] θερμοκρασία εξωτερικού περιβάλλοντος

6.1.2 Ανοίγματα

Τα ψυκτικά φορτία του χώρου μέσω ανοιγμάτων χωρίζονται σε δυο κατηγορίες. Στα ψυκτικά φορτία μέσω αγωγής και τα φορτία μέσω της μεταφερόμενης ή απορροφούμενης ηλιακής ακτινοβολίας διαμέσου του υαλοπίνακα.

Αγωγή

Τα θερμικά κέρδη μέσω αγωγής υπολογίζονται από την σχέση 6.3

$$\dot{Q}_{c,cond,glaz,t} = U \cdot A \cdot CLTD_{glaz,t} \quad (6.3)$$

Για τη σχέση (6.3) ισχύουν τα εξής :

- $Q_{c,cond,glaz,t}$ [W] ψυκτικά φορτία μέσω αγωγής
- U [W/(m²· K)] συντελεστής θερμοπερατότητας του στοιχείου
- A [m²] εμβαδόν της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου
- $CLTD_{glaz,t}$ [K] διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου σύμφωνα με τον ηλιακό χρόνο που προσιπτεί πάνω στον υαλοπίνακα και τον προσανατολισμό του (πίνακας 6.45) [22]

6.1.3 Ηλιακά Κέρδη Ανοιγμάτων

Τα ηλιακά κέρδη μέσω ανοιγμάτων εκφράζουν τη μεταφορά ηλιακής ακτινοβολίας από το περιβάλλον προς τον εσωτερικό χώρο μέσω του υαλοπίνακα. Τα ηλιακά κέρδη υπολογίζονται από τη σχέση 6.4 .

$$\dot{Q}_{c,sol,t} = A \cdot SC \cdot SHGF_{max} \cdot CLF_t \quad (6.4)$$

Για τη σχέση (6.4) ισχύουν τα εξής :

- $Q_{c,sol,t}$ [W] ψυκτικά φορτία μέσω αγωγής
- A [m²] εμβαδόν της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου
- SC [-] συντελεστής σκίασης (0,41)
- $SHGF_{max}$ [W/m²] μέγιστος συντελεστής ηλιακών κερδών (πίνακας 6.46)
- CLF_t συντελεστής ψυκτικού φορτίου για τον υαλοπίνακα (πίνακας 6.48 και στοιχεία εσωτερικού χώρου «ελαφρύς»)



6.1.4 Εσωτερικά Κέρδη

Τα εσωτερικά κέρδη χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες : τα ψυκτικά φορτία των ενοίκων, του φωτισμού, των συσκευών και τέλος του αερισμού.

Ένοικοι

Τα ψυκτικά φορτία που προκύπτουν από την ύπαρξη των ατόμων στον κλιματιζόμενο χώρο αποτελούνται από τα αισθητά και τα λανθάνοντα φορτία. Η σχέση για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων είναι :

$$Q_{A,E} = Q_S \cdot CLF_t \cdot N \text{ (W)} \quad (6.5\alpha)$$

$$Q_{A,E} = Q_L \cdot CLF_t \cdot N \text{ (W)} \quad (6.5\beta)$$

Για τις σχέσεις (6.5α και 6.5β) ισχύουν τα εξής :

- $Q_{A,E}$ [W] συνολικά αισθητά ψυκτικά φορτία από τους ενοίκους
- $Q_{L,E}$ [W] συνολικά λανθάνοντα ψυκτικά φορτία από τους ενοίκους
- Q_S [W] αισθητά θερμικά κέρδη (πίνακας 6.51) [22]
- Q_L [W] λανθάνοντα θερμικά κέρδη (πίνακας 6.51) [22]
- CLF_t [-] συντελεστής ψυκτικών φορτίων (πίνακας 6.50) [22]
- N [-] Αριθμός ατόμων

Φωτισμός

Τα ψυκτικά φορτία που προκαλούνται από το φωτισμό στον κλιματιζόμενο χώρο αποτελούνται μόνο από τα αισθητά φορτία. Η σχέση 6.6 χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων.

$$Q_{A,\Phi} = Q_{lit} \cdot CLF_{lit,t} \cdot N \text{ (W)} \quad (6.6)$$

Για την σχέση (6.6) ισχύουν τα εξής :

- $Q_{A,\Phi}$ [W] συνολικά ψυκτικά φορτία φωτισμού
- Q_{lit} [W] ηλεκτρική ενέργεια κατανάλωσης λαμπτήρα
- $CLF_{lit,t}$ [-] συντελεστής ψυκτικών φορτίων φώτων (πίνακες 6.54, 6.55, 6.56, 6.57) [22]
- N [-] αριθμός λαμπτήρων

Συσκευές

Τα ψυκτικά φορτία από τις μη αεριζόμενες και αεριζόμενες συσκευές, διαιρούνται σε αισθητά και λανθάνοντα φορτία. Συσκευές, όπως για παράδειγμα ένα ψυγείο, που δε διαφοροποιούν την υγρασία του κλιματιζόμενου χώρου, δεν παράγουν λανθάνοντα φορτία. Αντίθετα, συσκευές όπως η ηλεκτρική κουζίνα που μεταβάλλει την περιεκτικότητα του αέρα από τους υδρατμούς (υγρασία) προσφέρουν στον κλιματιζόμενο χώρο αισθητά και λανθάνοντα φορτία.

$$Q_{A,\Sigma} = Q_{app,s} \cdot CLF_{app,t} \cdot N \text{ (W)} \quad (6.7)$$



$$Q_{A,\Sigma} = Q_{app,L} \cdot CLF_{app,t} \cdot N (W) \quad (6.8)$$

Για τις σχέσεις (6.7 και 6.8) ισχύουν τα εξής :

- $Q_{A,\Sigma}$ [W] συνολικά αισθητά ψυκτικά φορτία από τις συσκευές
- $Q_{L,\Sigma}$ [W] συνολικά λανθάνοντα ψυκτικά φορτία από τις συσκευές
- $Q_{app,S}$ [W] αισθητά θερμικά κέρδη
- $Q_{app,L}$ [W] λανθάνοντα θερμικά κέρδη
- $CLF_{app,t}$ [-] συντελεστής ψυκτικών φορτίων (πίνακας 6.52,6.53) [22]

Ανανεώσεις Αέρα

Όταν στον κλιματιζόμενο χώρο εισέρχεται φρέσκος αέρας τότε προκύπτει ένα συνολικό θερμικό κέρδος που αποτελείται από τα αισθητά και τα λανθάνοντα φορτία. Τα φορτία από τις ανανεώσεις του αέρα βασίζονται στα ψυχομετρικά στοιχεία του εξωτερικού περιβάλλοντος και του κλιματιζόμενου χώρου.

$$Q_{A,A} = p_{da} \cdot c_p \cdot V_s \cdot \Delta\theta (W) \quad (6.9)$$

$$Q_{A,A} = p_{da} \cdot h_{fg} \cdot V_s \cdot \Delta w (W) \quad (6.10)$$

Για τις σχέσεις (6.9 και 6.10) ισχύουν τα εξής :

- $Q_{A,A}$ [W] συνολικά αισθητά θερμικά κέρδη από τις ανανεώσεις του αέρα
- $Q_{L,\Sigma}$ [W] συνολικά λανθάνοντα θερμικά κέρδη από τις ανανεώσεις του αέρα
- p_{da} [kg/m³] η πυκνότητα του ξηρού αέρα, ίση με 1,225 kg/m³ [23]
- c_p [J/kg·K] η ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα, ίση με 1005 J/kg·K [23]
- V_s [m³/s] παροχή διείσδυσης του αέρα για κουφώματα κατά EN 12207 ($V_s = 7,7 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$) και για τζάκι ($V_s=20 \text{ m}^3/\text{h}$) (TOTTE 2017 πίνακας 3.24)
- $\Delta\theta$ [K] η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ κλιματιζόμενου χώρου και εισερχόμενου αέρα
- h_{fg} [kJ/kg] η ειδική ενθαλπία των υδρατμών του αέρα για το επίπεδο της θάλασσας ισοδυναμεί περίπου με 2460 kJ/kg. [22]
- Δw [kg/kg_{da}] η διαφορά της ειδικής υγρασίας μεταξύ εισερχόμενου αέρα και κλιματιζόμενου χώρου. Σύμφωνα με τα ψυχομετρικά στοιχεία για την κατοικία στον Βόλο, $w_i = 0,0102 \text{ kg/kg}$ και $w_o = 0,158 \text{ kg/kg}$ [12]

6.2 Απαιτούμενος Νωπός Αέρας Εσωτερικών Χώρων

Για την επίτευξη των συνθηκών υγιεινής στον εσωτερικό κλιματιζόμενο χώρο, απαιτείται η ανανέωση του εσωτερικού αέρα. Προϋποθέσεις για τον καθορισμό του απαιτούμενου νωπού αέρα είναι η χρήση του κτηρίου και η πληρότητα των χρηστών του εκάστοτε χώρου.

Κατά τον υπολογισμό του νωπού αέρα, σύμφωνα με τις σχέσεις 6.11 και 6.12, τα επιπλέον αισθητά και λανθάνοντα φορτία από την προσθήκη του νωπού αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο δεν αποτελούν ψυκτικά φορτία του χώρου, αλλά προστίθενται στο συνολικό φορτίο της συσκευής του εκάστοτε fan coil.

$$Q_{A,A,N} = p_{da} \cdot c_p \cdot V_{sf,a} \cdot \Delta\theta (W) \quad (6.11)$$

$$Q_{A,A,N} = p_{da} \cdot h_{fg} \cdot V_{sf,a} \cdot \Delta w (W) \quad (6.12)$$



Για τις σχέσεις (6.11 και 6.12) ισχύουν τα εξής :

- $Q_{A,A,N}$ [W] συνολικά αισθητά θερμικά κέρδη από τις ανανεώσεις του νωπού αέρα
- $Q_{L,A,N}$ [W] συνολικά λανθάνοντα θερμικά κέρδη από τις ανανεώσεις του νωπού αέρα
- ρ_{da} [kg/m³] η πυκνότητα του ξηρού αέρα, ίση με 1,225 kg/m³
- c_p [J/kg·K] η ειδική θερμοχωρητικότητα του αέρα, ίση με 1005 J/kg·K
- $V_{sf,a}$ [m³/s] ο απαιτούμενος νωπός αέρας (TOTEE 2017 πιν 2.3) [14]
- $\Delta\theta$ [K] η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ κλιματιζόμενου χώρου και εισερχόμενου αέρα.
- h_{fg} [kJ/kg] η ειδική ενθαλπία των υδρατμών του αέρα όπου για το επίπεδο της θάλασσας ισοδυναμεί περίπου με 2460 kJ/kg.
- Δw [kg/kg_{da}] η διαφορά της ειδικής υγρασίας μεταξύ εισερχόμενου αέρα και κλιματιζόμενου χώρου. Σύμφωνα με τα ψυχομετρικά στοιχεία για την κατοικία στον Βόλο ισχύει $w_i = 0,0102$ kg/kg και $w_o = 0,158$ kg/kg

6.3 Ψυκτικά Φορτία ανά χώρο κατοικίας

Η μελέτη των ψυκτικών φορτίων πραγματοποιείται για μια κατοικία 195 m² στην περιοχή του Βόλου. Οι μονάδες ψύξης για τον εκάστοτε κλιματιζόμενο χώρο είναι τα Fan Coil Unit (κεφάλαιο 5). Η μονάδα παραγωγής ψύξης του συστήματος αποτελείται από μια αντλία θερμότητας αέρος- νερού (κεφάλαιο 7). Στον πίνακα 6.1 αναγράφονται αναλυτικά τα στοιχεία της κατοικίας για την πραγματοποίηση της μελέτης των ψυκτικών φορτίων με τη μέθοδο CLTD/CLF/SCL.

Στοιχεία Μελέτης

Πίνακας 6.1 : Στοιχεία κατοικίας για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων

Στοιχεία Μελέτης			
Περιοχή	Βόλος	Μέγιστη Εξωτερική Θερμοκρασία	41,5 °C
Υψόμετρο	52 m	Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία	17,1 °C
Γεωγραφικό Πλάτος	39,24 °	Μέση Εξωτερική Θερμοκρασία	29,30 °C
Γεωγραφικό Μήκος	22,94 °	Εσωτερική Θερμοκρασία	25 °C
Χρόμα Εξωτερικής Επένδυσης	Σκούρο	Ημερομηνία	2 Ιουλίου



Πίνακας 6.2 : Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων για την κατοικία - Κουζίνα

Αισθητά Ψυκτικά Φορτία											
1. Κουζίνα											
<i>Εξωτερική Τοιχοποιία</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² · K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _c = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	B	0,382	8,29	18:00	14	0,0	1,0	25,00	29,30	14,40	45,60
T _{δοκ} (25cm)	B	0,419	1,75	18:00	14	0,0	1,0	25,00	29,30	14,40	10,56
T _{εξ} (25cm)	A	0,382	11,56	10:00	31	0,0	1,0	25,00	29,30	31,40	138,60
T _{δοκ} (25cm)	A	0,419	3,50	10:00	31	0,0	1,0	25,00	29,30	31,40	46,05
										ΣQ_c	240,81
<i>Ανοίγματα</i>											
<i>Αγωγή μέσω ανοιγμάτων</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² · K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD _{glaz}						Q _{av} = U · A · CLTD _i (W)
A _{η1A}	B	1,69	1,92	18:00	7						22,71
A _{η1B}	A	1,75	1,92	10:00	2						6,72
<i>Ηλιακά κέρδη ανοιγμάτων</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	A (m ²)	SC	SHGF _{max}	CLF _i						Q _{ηλ} = A · SC · SHGF _{max} · CLF _i (W)
A _{η1A}	B	3,96	0,41	120	0,79						153,92
A _{η1B}	A	1,92	0,41	681	0,59						316,29
										ΣQ_A	499,64
<i>Οροφή</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² · K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _c = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	-	0,379	19,00	19:00	25,00	0,6	1,0	25,00	29,30	26,00	187,23
<i>Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη</i>											
<i>Αισθητά Φορτία Ενοικίων</i>											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _R)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{A,E} = Q · CLF _i (W)
Κουζίνα	7	Καθισμένοι, τρώγοντας	10:00-14:00	25,5 °C	76,00	0,1					53,20
<i>Λανθάνων Φορτία Ενοικίων</i>											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _R)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{A,E} = Q · CLF _i (W)
Κουζίνα	7	Καθισμένοι, τρώγοντας	10:00-14:00	25,5 °C	93,00	0,1					65,10
<i>Αισθητά Φορτία Φωτισμού</i>											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Συντελεστής (a)	Κατηγορία (b)	Q (W)	CLF _i	n					Q _{A,Φ} = Q · CLF _i (W)
Λαμπτήρας LED	2	0,65	C	3	0,1	0,75					0,45
Λαμπτήρας LED	2	0,65	C	20	0,1	0,75					3,00
<i>Αισθητά Φορτία Συσκευών</i>											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _s (W)	CLF _i							Q _{A,Σ} = Q · CLF _i (W)
Ηλ. Κουζίνα	1	2,00	2100	0,1							210,00
Ψυγείο	1	15,00	200	0,6							120,00
Πληγνύριο Πιάτων	1	2,00	1000	0,1							100,00
Τοστιέρα	1	0,33	1400	0							0,00
Φρυγανιέρα	1	0,33	476	0							0,00
Φούρνος Micro	1	0,50	1010	0							0,00
Βραστήρας	1	0,17	335	0							0,00
Μίξερ	1	0,25	800	0							0,00
Καφετιέρα	1	0,50	250	0							0,00
Ατμομάγειρας	1	0,42	1465	0							0,00
Φριτέζα	1	0,50	820	0							0,00
Γκριλ	1	0,50	1200	0							0,00
Ηλ. Σκούπα	1	0,33	1000	0							0,00
<i>Λανθάνων Φορτία Συσκευών</i>											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _s (W)	CLF _i							Q _{A,Σ} = Q · CLF _i (W)
Ηλ. Κουζίνα	1	2,00	550	0,1							55,00
Πληγνύριο Πιάτων	1	2,00	500	0,1							50,00
Τοστιέρα	1	0,33	300	0							0,00
Φρυγανιέρα	1	0,33	423	0							0,00
Φούρνος Micro	1	0,50	250	0							0,00
Βραστήρας	1	0,17	220	0							0,00
Καφετιέρα	1	0,50	120	0							0,00
Ατμομάγειρας	1	0,42	955	0							0,00
Φριτέζα	1	0,50	1930	0							0,00
Γκριλ	1	0,50	300	0							0,00
<i>Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα</i>											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	c _p (J/kg · K)	V _s (m ³ /s)	θ _{o,max} (C°)	θ _i (C°)						Q _{A,A} = ρ _{da} · c _p · V _s · Δθ (W)
Παράθυρα	1,225	1005	0,0126	41,5	25,0						255,95
<i>Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα</i>											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	h _{fg} (kJ/kg)	V _s (m ³ /s)	W _o (kg/kg)	W _i (kg/kg)						Q _{A,A} = ρ _{da} · h _{fg} · V _s · Δw (W)
Παράθυρα	1,225	2460	0,0126	0,158	0,102						2,13
										Σύνολο (W)	1842,50
To CLF _i παίρνει τιμές για 17:00											



Πίνακας 6.3 : Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων για την κατοικία - Αποθήκη

Αισθητά Ψυκτικά Φορτία											
2.Αποθήκη											
<i>Εξωτερική Τοιχοποιία</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _e = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	B	0,382	9,28	18:00	14,00	0,0	1,0	25,00	29,30	14,40	51,05
T _{δοκ} (25cm)	B	0,419	1,75	18:00	14,00	0,0	1,0	25,00	29,30	14,40	10,56
T _{εξ} (25cm)	Δ	0,382	3,83	17:00	40,00	0,0	1,0	25,00	29,30	40,40	59,11
T _{δοκ} (25cm)	Δ	0,419	3,50	17:00	40,00	0,0	1,0	25,00	29,30	40,40	59,25
										ΣQ_e	179,96
<i>Ανοίγματα</i>											
<i>Αγωγή μέσω ανοιγμάτων</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD _{glaz}						Q _{av} = U · A · CLTD _i (W)
A _{η2}	Δ	1,79	0,72	17:00	7						9,02
<i>Ηλιακά κέρδη ανοιγμάτων</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	A (m ²)	SC	SHGF _{max}	CLF _i						Q _{ηλ} = A · SC · SHGF _{max} · CLF _i (W)
A _{η2}	Δ	0,72	0,41	681	0,56						112,58
										Q_A = Q_{av} + Q_{ηλ}	121,60
<i>Οροφή</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _e = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	-	0,379	7,25	19:00	25,00	0,6	1,0	25,00	29,30	26,00	71,44
<i>Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη</i>											
<i>Αισθητά Φορτία Ενοίκων</i>											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _ε)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{A,E} = Q · CLF _i (W)
Αποθήκη	2	Σε ελαφρία εργασία	18:00-19:00	25,5 °C	64,00	0,1					12,80
<i>Λανθάνων Φορτία Ενοίκων</i>											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _ε)	Q _i (W)	CLF _i					Q _{A,E} = Q · CLF _i (W)
Αποθήκη	2	Σε ελαφρία εργασία	18:00-19:00	25,5 °C	56,00	0,1					11,20
<i>Αισθητά Φορτία Φωτισμού</i>											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Συντελεστής (a)	Κατηγορία (b)	Q (W)	CLF _i	n					Q _{A,Φ} = Q · CLF _i (W)
Λαμπτήρας LED	1	0,65	C	12	0,1	0,75					0,90
<i>Αισθητά Φορτία Συσκευών</i>											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _s (W)	CLF _i							Q _{A,z} = Q · CLF _i (W)
Καταψύκτης	1	15,0	80	0,35							28,00
Πληντύριο Ρούχων	1	2,5	3200	0,1							320,00
Στεγνωτήριο	1	2,0	2000	0							0,00
Σίδερο	1	1,0	230	0							0,00
<i>Λανθάνων Φορτία Συσκευών</i>											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _i (W)	CLF _i							Q _{A,z} = Q · CLF _i (W)
Πληντύριο Ρούχων	1	2,5	500	0,1							50,00
Στεγνωτήριο	1	2,0	500	0,1							50,00
Σίδερο	1	1,0	270	0,1							27,00
<i>Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα</i>											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	c _p (J/kg·K)	V _s (m ³ /s)	θ _{o,max} (C°)	θ _i (C°)						Q _{A,A} = ρ _{da} · c _p · V _s · Δθ (W)
Παράθυρο	1,225	1005	0,0015	41,5	25,0						30,47
<i>Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα</i>											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	h _{fg} (kJ/kg)	V _s (m ³ /s)	W _o (kg/kg)	W _i (kg/kg)						Q _{A,A} = ρ _{da} · h _{fg} · V _s · Δw (W)
Παράθυρο	1,225	2460	0,0015	0,158	0,102						0,25
										Σύνολο (W)	903,62

Το CLF_i παίρνει τιμές για 17:00



Πίνακας 6.5 : Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων για την κατοικία - Καθιστικό

Αισθητά Ψυκτικά Φορτία											
4.Καθιστικό											
Εξωτερική Τοιχοποιία											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _c = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	B	0,382	3,44	18:00	14,0	0,0	1,0	25,00	29,30	14,40	18,92
T _{δοκ} (25cm)	B	0,419	0,88	18:00	14,0	0,0	1,0	25,00	29,30	14,40	5,31
T _{εξ} (25cm)	Δ	0,382	11,30	10:00	31,0	0,0	1,0	25,00	29,30	31,40	135,54
T _{δοκ} (25cm)	Δ	0,419	4,03	10:00	31,0	0,0	1,0	25,00	29,30	31,40	53,02
T _{εξ} (35cm)	N	0,365	8,67	14:00	26,0	0,6	1,0	25,00	29,30	27,00	85,44
T _{δοκ} (35cm)	N	0,412	3,85	14:00	15,0	0,6	1,0	25,00	29,30	16,00	25,38
ΣQ_c											323,62
Ανοίγματα											
Αγωγή μέσω ανοιγμάτων											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD _{glaz}						Q _{av} = U · A · CLTD _i (W)
A _{πλα}	B	1,74	1,11	18:00	7						13,52
A _{μπα}	Δ	1,67	7,92	17:00	2						26,45
A _{μπα}	Δ	1,68	7,37	17:00	7						86,67
A _{πλα}	N	1,72	3,41	14:00	7						41,06
Ηλιακά κέρδη ανοιγμάτων											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	A (m ²)	SC	SHGF _{max}	CLF _i						Q _{ηλ} = A · SC · SHGF _{max} · CLF _i (W)
A _{πλα}	B	1,11	0,41	120	0,79						43,14
A _{μπα}	Δ	7,92	0,41	681	0,81						1791,19
A _{μπα}	Δ	7,37	0,41	681	0,81						1666,80
A _{πλα}	N	3,41	0,41	344	0,29						139,47
ΣQ_{ηλ}											3808,31
Οροφή											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _c = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	-	0,379	52,30	19:00	25,00	0,6	1,0	25,00	29,30	26,00	515,36
Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη											
Αισθητά Φορτία Ενοίκων											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _ε)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{ε,ε} = Q · CLF _i (W)
Καθιστικό	7	Καθισμένοι σε ακίνησια	9:00-23:00	25,5 °C	60,00	0,9					378,00
Λανθάνων Φορτία Ενοίκων											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _ε)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{ε,λ} = Q · CLF _i (W)
Καθιστικό	7	Καθισμένοι σε ακίνησια	9:00-23:00	25,5 °C	40,00	0,9					252,00
Αισθητά Φορτία Φωτισμού											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Συντελεστής (a)	Κατηγορία (b)	Q (W)	CLF _i	n					Q _{ε,φ} = Q · CLF _i (W)
Λαμπτήρας LED	2	0,65	C	3	0,2	0,75					0,90
Λαμπτήρας LED	8	0,65	C	20	0,2	0,75					24,00
Αισθητά Φορτία Συσκευών											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _s (W)	CLF _i							Q _{ε,σ} = Q · CLF _i (W)
TV	1	8	40	0,1							4,00
Ραδιόφωνο	1	4	50	0,1							5,00
DVD player	1	3	50	0,1							5,00
Ηλ. Σκούπα	1	0,3	100	0,1							10,00
Λανθάνων Φορτία Συσκευών											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _s (W)	CLF _i							Q _{ε,λ} = Q · CLF _i (W)
-	-	-	-	-							-
Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	c _p (kJ/kg·K)	V _s (m ³ /s)	θ _{o,max} (C°)	θ _i (C°)						Q _{ε,α} = ρ _{da} · c _p · V _s · Δθ (W)
Παράθυρα Μπαλκονόπορτες Τζάκι	1,225	1005	0,0480	41,5	25,0						975,05
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	h _{fg} (kJ/kg)	V _s (m ³ /s)	W _o (kg/kg)	W _i (kg/kg)						Q _{ε,α} = ρ _{da} · h _{fg} · V _s · Δw (W)
Παράθυρα Μπαλκονόπορτες Τζάκι	1,225	2460	0,0480	0,158	0,1						8,10
Το CLF _i παίρνει τιμές για 17:00										Σύνολο (W)	6477,04



Πίνακας 6.6 : Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων για την κατοικία – Σκάλα (δεν θα αποτελέσει χώρο κλιματισμού)

Αισθητά Ψυκτικά Φορτία												
5.Σκάλα		Εξωτερική Τοιχοποιία										
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _e = U · A · CLTD _{cor} (W)	
T _{εξ} (25cm)	A	0,382	4,95	10:00	31	0,0	1,0	29,00	29,30	27,40	51,81	
T _{βοκ} (25cm)	A	0,419	3,85	10:00	31	0,0	1,0	29,00	29,30	27,40	44,20	
T _{εξ} (25cm)	N	0,382	2,05	14:00	26	0,6	1,0	29,00	29,30	23,00	18,01	
T _{βοκ} (25cm)	N	0,419	1,75	14:00	26	0,6	1,0	29,00	29,30	23,00	16,86	
ΣQ_e											130,89	
Ανοίγματα												
Αγωγή μέσω ανοιγμάτων												
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD _{glaz}						Q _{av} = U · A · CLTD _i (W)	
A _{ηδA}	A	1,83	0,60	10:00	2						2,20	
A _{ηδB}	A	1,83	0,60	10:00	2						2,20	
A _{ηδΓ}	N	1,87	1,92	14:00	7						25,13	
Ηλιακά κέρδη ανοιγμάτων												
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	A (m ²)	SC	SHGF _{max}	CLF _i						Q _{ηλ} = A · SC · SHGF _{max} · CLF _i (W)	
A _{ηδA}	A	0,6	0,41	681	0,62						103,87	
A _{ηδB}	A	0,6	0,41	681	0,62						103,87	
A _{ηδΓ}	N	1,92	0,41	344	0,68						184,14	
Q_A = Q_{av} + Q_{ηλ}											421,40	
Οροφή												
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _e = U · A · CLTD _{cor} (W)	
T _{εξ} (25cm)	-	0,379	6,30	19:00	25,00	0,6	1,0	29,00	29,30	22,00	52,53	
Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη												
Αισθητά Φορτία Ενοίκων												
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _R)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{A,E} = Q · CLF _i (W)	
Σκάλα	1	Ορθοί, περπατώντας	9:00-23:00	25,5 °C	89,00	0,9					80,10	
Λανθάνων Φορτία Ενοίκων												
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _R)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{A,E} = Q · CLF _i (W)	
Σκάλα	1	Ορθοί, περπατώντας	9:00-23:00	25,5 °C	96,00	0,9					86,40	
Αισθητά Φορτία Φωτισμού												
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Συντελεστής (a)	Κατηγορία (b)	Q (W)	CLF _i	n					Q _{A,Φ} = Q · CLF _i (W)	
Λαμπτήρας LED	2	0,65	C	5	0,2	0,75					1,50	
Αισθητά Φορτία Συσκευών												
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _s (W)	CLF _i							Q _{A,ζ} = Q · CLF _i (W)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Λανθάνων Φορτία Συσκευών												
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _s (W)	CLF _i							Q _{A,ζ} = Q · CLF _i (W)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα												
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	c _p (J/kg · K)	V _s (m ³ /s)	θ _{o,max} (C°)	θ _i (C°)						Q _{A,A} = ρ _{da} · c _p · V _s · Δθ (W)	
Παράθυρα	1,225	1005	0,0067	41,5	25,0						136,10	
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα												
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	h _{fg} (kJ/kg)	V _s (m ³ /s)	W _o (kg/kg)	W _i (kg/kg)						Q _{A,A} = ρ _{da} · h _{fg} · V _s · Δw (W)	
Παράθυρα	1,225	2460	0,0067	0,158	0,102						1,13	
Το CLF _i παίρνει τιμές για 17:00											Σύνολο (W)	939,57



Πίνακας 6.7 : Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων για την κατοικία - Hall

Αισθητά Ψυκτικά Φορτία												
6.Hall												
<i>Εξωτερική Τοιχοποιία</i>												
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ωρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _c = U · A · CLTD _{cor} (W)	
T _{εξ} (25cm)	A	0,382	5,33	10:00	31	0,0	1,0	25,00	29,30	31,40	63,93	
ΣQ_c											63,93	
<i>Ανοίγματα</i>												
<i>Αγωγή μέσω ανοιγμάτων</i>												
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ωρα CLTD _{max}	CLTD _{εξ}						Q _{av} = U · A · CLTD _i (W)	
A _{ηλόρια}	B	3,00	2,20	18:00	7						46,20	
<i>Ηλιακά κέρδη ανοιγμάτων</i>												
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	A (m ²)	SC	SHGF _{max}	CLF _i						Q _{ηλ} = A · SC · SHGF _{max} · CLF _i (W)	
-											0,00	
ΣQ_Δ											46,20	
<i>Οροφή</i>												
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ωρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _c = U · A · CLTD _{cor} (W)	
T _{εξ} (25cm)	-	0,379	3,80	19:00	25,00	0,6	1,0	25,00	29,30	26,00	37,45	
<i>Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη</i>												
<i>Αισθητά Φορτία Ενοίκων</i>												
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ωρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _R)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{Δ,ε} = Q · CLF _i (W)	
Hall	1	Ορθιοι, περπατώντας	7:00-23:00	25,5 °C	89,00	0,9					80,10	
<i>Λανθάνων Φορτία Ενοίκων</i>												
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ωρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _R)	Q _i (W)	CLF _i					Q _{Δ,ε} = Q · CLF _i (W)	
Hall	1	Ορθιοι, περπατώντας	18:00-19:00	25,5 °C	96,00	0,9					86,40	
<i>Αισθητά Φορτία Φωτισμού</i>												
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Συντελεστής (a)	Κατηγορία (b)	Q (W)	CLF _i	n					Q _{Δ,φ} = Q · CLF _i (W)	
Λαμπτήρας LED	2	0,65	C	3	0,1	0,75					0,45	
<i>Αισθητά Φορτία Συσκευών</i>												
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _s (W)	CLF _i							Q _{Δ,ζ} = Q · CLF _i (W)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Λανθάνων Φορτία Συσκευών</i>												
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _i (W)	CLF _i							Q _{Δ,ζ} = Q · CLF _i (W)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα</i>												
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	c _p (J/kg · K)	V _s (m ³ /s)	θ _{o,max} (C°)	θ _i (C°)						Q _{Δ,Α} = ρ _{da} · c _p · V _s · Δθ (W)	
Πόρτα	1,225	1005	0,0047	41,5	25,0						95,47	
<i>Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα</i>												
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	h _{fg} (kJ/kg)	V _s (m ³ /s)	W _o (kg/kg)	W _i (kg/kg)						Q _{Δ,Α} = ρ _{da} · h _{fg} · V _s · Δw (W)	
Πόρτα	1,225	2460	0,0047	0,158	0,102						0,79	
Το CLF _i παίρνει τιμές για 17:00											Σύνολο (W)	410,79



Πίνακας 6.8 : Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων για την κατοικία - Master

Αισθητά Ψυκτικά Φορτία											
7.Master											
Εξωτερική Τοιχοποιία											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ωρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _c = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (35cm)	B	0,382	9,45	18:00	14	0,0	1,0	25,00	29,30	14,40	51,98
T _{δοκ} (35cm)	B	0,419	2,63	18:00	14	0,0	1,0	25,00	29,30	14,40	15,84
T _{εξ} (25cm)	A	0,382	8,47	10:00	31	0,0	1,0	25,00	29,30	31,40	101,54
T _{δοκ} (25cm)	A	0,419	2,10	10:00	31	0,0	1,0	25,00	29,30	31,40	27,63
										ΣQ _c	196,99
Ανοίγματα											
Αγωγή μέσω ανοιγμάτων											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ωρα CLTD _{max}	CLTD _{glaz}						Q _{av} = U · A · CLTD _i (W)
A _{MH7}	A	1,64	3,96	10:00	2						12,99
Ηλιακά κέρδη ανοιγμάτων											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	A (m ²)	SC	SHGF _{max}	CLF _i						Q _{ηλ} = A · SC · SHGF _{max} · CLF _i (W)
A _{MH7}	A	3,35	0,41	681	0,62						579,92
											Q _Δ = Q _{av} + Q _{ηλ}
										ΣQ _Δ	592,91
Οραφή											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ωρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _s = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	-	0,379	20,00	19:00	25,00	0,6	1,0	25,00	29,30	26,00	197,08
Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη											
Αισθητά Φορτία Ενοίκων											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _h)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{Δ,ε} = Q · CLF _i (W)
Master	2	Καθισμένοι σε ακίνησια	23:00-7:00	25,5 °C	60,00	0,8					96,00
Λανθάνων Φορτία Ενοίκων											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _h)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{Δ,ε} = Q · CLF _i (W)
Master	2	Καθισμένοι σε ακίνησια	23:00-7:00	25,5 °C	40,00	0,8					64,00
Αισθητά Φορτία Φωτισμού											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Συντελεστής (a)	Κατηγορία (b)	Q (W)	CLF _i	n					Q _{Δ,φ} = Q · CLF _i (W)
Λαμπτήρας LED	2	0,65	C	3	0,1	0,75					0,45
Λαμπτήρας LED	2	0,65	C	15	0,1	0,75					2,25
Αισθητά Φορτία Συσκευών											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _s (W)	CLF _i							Q _{Δ,ε} = Q · CLF _i (W)
Υπολιστής	1	2,0	50	0,1							5,00
Ηλ. Σκούπα	1	0,3	1000	0,1							100,00
TV	1	3,0	230	0,1							23,00
Λανθάνων Φορτία Συσκευών											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _s (W)	CLF _i							Q _{Δ,ε} = Q · CLF _i (W)
-	-	-	-	-							-
Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	c _p (J/kg · K)	V _s (m ³ /s)	θ _{o,max} (C°)	θ _i (C°)						Q _{h,A} = ρ _{da} · c _p · V _s · Δθ (W)
Μπαλκονόπορτα	1,225	1005	0,0085	41,5	25,0						172,67
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	h _{fg} (kJ/kg)	V _s (m ³ /s)	W _o (kg/kg)	W _i (kg/kg)						Q _{h,A} = ρ _{da} · h _{fg} · V _s · Δw (W)
Μπαλκονόπορτα	1,225	2460	0,0085	0,158	0,102						1,43
Το CLF _i παίρνει τιμές για 17:00										Σύνολο (W)	1451,77



Πίνακας 6.9 : Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων για την κατοικία – Μπάνιο (δεν θα αποτελέσει χώρο κλιματισμού)

Αισθητά Ψυκτικά Φορτία											
8.Μπάνιο											
<i>Εξωτερική Τοιχοποιία</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _e = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	A	0,382	7,45	10:00	31	0,0	1,0	25,00	29,30	31,40	89,36
										ΣQ_e	89,36
<i>Ανοίγματα</i>											
<i>Αγωγή μέσω ανοιγμάτων</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD _{glaz}						Q _{ay} = U · A · CLTD _i (W)
A _{ηθ}	A	1,83	0,60	10:00	2						2,20
<i>Ηλιακά κέρδη ανοιγμάτων</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	A (m ²)	SC	SHGF _{max}	CLF _i						Q _{ηλ} = A · SC · SHGF _{max} · CLF _i (W)
A _{ηθ}	A	0,35	0,41	681	0,62						60,59
										Q_A = Q_{ay} + Q_{ηλ}	62,78
<i>Οροφή</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _e = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	-	0,379	4,70	19:00	25,00	0,6	1,0	25,00	29,30	26,00	46,31
<i>Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη</i>											
<i>Αισθητά Φορτία Ενοίκων</i>											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _R)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{A,E} = Q · CLF _i (W)
Μπάνιο	1	Καθισμένοι σε ακίνησια	20:00-22:00	25,5 °C	60,00	0,1					6,00
<i>Λανθάνων Φορτία Ενοίκων</i>											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _R)	Q _L (W)	CLF _i					Q _{A,E} = Q · CLF _i (W)
Μπάνιο	1	Καθισμένοι σε ακίνησια	20:00-22:00	25,5 °C	40,00	0,1					4,00
<i>Αισθητά Φορτία Φωτισμού</i>											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Συντελεστής (a)	Κατηγορία (b)	Q (W)	CLF _i	n					Q _{A,φ} = Q · CLF _i (W)
Λαμπτήρας LED	2	0,65	C	5	0,1	0,75					0,75
<i>Αισθητά Φορτία Συσκευών</i>											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _L (W)	CLF _i							Q _{A,z} = Q · CLF _i (W)
Πιστολάκι	1	0,33	600	0,1							60,00
Ηλ. Σκούπα	1	0,33	1000	0,1							100,00
<i>Λανθάνων Φορτία Συσκευών</i>											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _L (W)	CLF _i							Q _{A,z} = Q · CLF _i (W)
Πιστολάκι	1	0,33	150	0,1							15,00
<i>Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα</i>											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	c _p (J/kg · K)	V _s (m ³ /s)	θ _{o,max} (C°)	θ _i (C°)						Q _{A,A} = ρ _{da} · c _p · V _s · Δθ (W)
Παράθυρο	1,225	1005	0,0013	41,5	25,0						26,41
<i>Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα</i>											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	h _{fg} (kJ/kg)	V _s (m ³ /s)	W _o (kg/kg)	W _i (kg/kg)						Q _{A,A} = ρ _{da} · h _{fg} · V _s · Δw (W)
Παράθυρο	1,225	2460	0,0013	0,158	0,102						0,22
Το CLFt παίρνει τιμές για 17:00										Σύνολο (W)	410,84



Πίνακας 6.10 : Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων για την κατοικία - Βεστιάριο

Αισθητά Ψυκτικά Φορτία												
9.Βεστιάριο												
<i>Εξωτερική Τοιχοποιία</i>												
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _e = U · A · CLTD _{cor} (W)	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	
ΣQ_e											0,00	
<i>Ανοίγματα</i>												
<i>Αγωγή μέσω ανοιγμάτων</i>												
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD _{glaz}						Q _{av} = U · A · CLTD _i (W)	
-	-	-	-	-	-						0,00	
<i>Ηλιακά κέρδη ανοιγμάτων</i>												
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	A (m ²)	SC	SHGF _{max}	CLF _i						Q _{ηλ} = A · SC · SHGF _{max} · CLF _i (W)	
-	-	-	-	-	-						0,00	
ΣQ_A											0,00	
<i>Οροφή</i>												
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _e = U · A · CLTD _{cor} (W)	
T _{εξ} (25cm)	-	0,379	6,85	19:00	25,00	0,6	1,0	25,00	29,30	26,00	67,50	
<i>Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη</i>												
<i>Αισθητά Φορτία Ενοίκων</i>												
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _R)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{A,E} = Q · CLF _i (W)	
Βεστιάριο	1	Όρθιοι, περπατώντας	18:00-19:00	25,5 °C	89,00	0,1					8,90	
<i>Λανθάνων Φορτία Ενοίκων</i>												
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _R)	Q _i (W)	CLF _i					Q _{A,i} = Q · CLF _i (W)	
Βεστιάριο	1	Όρθιοι, περπατώντας	18:00-19:00	25,5 °C	96,00	0,1					9,60	
<i>Αισθητά Φορτία Φωτισμού</i>												
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Συντελεστής (a)	Κατηγορία (b)	Q (W)	CLF _i	n					Q _{A,φ} = Q · CLF _i (W)	
Λαμπτήρας LED	1	0,65	C	12	0,1	0,75					0,90	
<i>Αισθητά Φορτία Συσκευών</i>												
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _s (W)	CLF _i							Q _{A,s} = Q · CLF _i (W)	
Σίδερο	1	1,0	230	0,1							23,00	
Ηλ. Σκούπα	1	0,33	1000	0,1							100,00	
<i>Λανθάνων Φορτία Συσκευών</i>												
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _i (W)	CLF _i							Q _{A,i} = Q · CLF _i (W)	
Σίδερο	1	0,33	270	0,1							27,00	
<i>Αισθητα Φορτία Ανανέωσης Αέρα</i>												
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ _{da} (kg/m ³)	c _p (J/kg·K)	V _s (m ³ /s)	θ _{o,max} (C°)	θ _i (C°)					Q _{A,Λ} = ρ _{da} · c _p · V _s · Δθ (W)	
-	1	1,225	1005	0	41,5	25,0					0,00	
<i>Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα</i>												
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ _{da} (kg/m ³)	h _{fg} (kJ/kg)	V _s (m ³ /s)	W _o (kg/kg)	o (kg/kg)					Q _{A,Λ} = ρ _{da} · c _p · V _s · Δθ (W)	
-	1	1,225	550	0	0,211	0,109					0,00	
Το CLFt παίρνει τιμές για 17:00										Σύνολο (W)	236,90	



Πίνακας 6.11 : Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων για την κατοικία - Διάδρομος

Αισθητά Ψυκτικά Φορτία											
10.Διάδρομος											
Εξωτερική Τοιχοποιία											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ωρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _c = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	Δ	0,382	12,07	18:00	14	0,0	1,0	25,00	29,30	14,40	66,37
T _{εox} (25cm)	Δ	0,419	3,85	18:00	14	0,0	1,0	25,00	29,30	14,40	23,23
										ΣQ _c	89,60
Ανοίγματα											
Αγωγή μέσω ανοιγμάτων											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ωρα CLTD _{max}	CLTD _{glaz}						Q _{ay} = U · A · CLTD _i (W)
A _{M10}	Δ	1,66	9,46	17:00	7						109,93
Ηλιακά κέρδη ανοιγμάτων											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	A (m ²)	SC	SHGF _{max}	CLF _i						Q _{ηλ} = A · SC · SHGF _{max} · CLF _i (W)
A _{M10}	Δ	7,79	0,41	681	0,56						1218,03
										Q _A = Q _{ay} + Q _{ηλ}	1327,95
Οροφή											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ωρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _c = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	-	0,379	16,20	19:00	25,00	0,6	1,0	25,00	29,30	26,00	159,63
Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη											
Αισθητά Φορτία Ενοίκων											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ωρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _R)	Q _S (W)	CLF _i					Q _{A,E} = Q · CLF _i (W)
Διάδρομος	1	Ορθιοι περπατώντας	7:00-23:00	25,5 °C	89,00	0,9					80,10
Λανθάνων Φορτία Ενοίκων											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ωρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _R)	Q _L (W)	CLF _i					Q _{A,E} = Q · CLF _i (W)
Διάδρομος	1	Ορθιοι περπατώντας	7:00-23:00	25,5 °C	96,00	0,9					86,40
Αισθητά Φορτία Φωτισμού											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Συντελεστής (α)	Κατηγορία (β)	Q (W)	CLF _i	n					Q _{A,φ} = Q · CLF _i (W)
Λαμπτήρας LED	9	0,65	C	3	0,2	0,75					4,05
Αισθητά Φορτία Συσκευών											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _L (W)	CLF _i							Q _{A,z} = Q · CLF _i (W)
Ηλ. Σκούπα	1	0,33	1000	0,1							100
Λανθάνων Φορτία Συσκευών											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _L (W)	CLF _i							Q _{A,z} = Q · CLF _i (W)
-	-	-	-	-							-
Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	c _p (J/kg · K)	V _s (m ³ /s)	θ _{o,max} (C°)	θ _i (C°)						Q _{A,L} = ρ _{da} · c _p · V _s · Δθ (W)
Μπαλκονόπορτα	1,225	1005	0,020	41,5	25,0						406,27
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	h _{fg} (kJ/kg)	V _s (m ³ /s)	W _o (kg/kg)	W _i (kg/kg)						Q _{A,L} = ρ _{da} · h _{fg} · V _s · Δw (W)
Μπαλκονόπορτα	1,225	2460	0,020	0,158	0,102						3,38
Το CLF _i παίρνει τιμές για 17:00										Σύνολο (W)	2257,38



Πίνακας 6.12 : Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων για την κατοικία - Υπνοδωμάτιο

Αισθητά Ψυκτικά Φορτία											
11. Υ/Δ											
Εξωτερική Τοιχοποιία											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _e = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	A	0,382	7,53	10:00	31	0,0	1,0	25,00	29,30	31,40	90,32
T _{δοκ} (25cm)	A	0,419	1,75	10:00	31	0,0	1,0	25,00	29,30	31,40	23,02
										ΣQ_e	113,34
Ανοίγματα											
Αγωγή μέσω ανοιγμάτων											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD _{glaz}						Q _{av} = U · A · CLTD _i (W)
A _{Mπ11}	A	1,66	2,97	10:00	2						9,86
Ηλιακά κέρδη ανοιγμάτων											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	A (m ²)	SC	SHGF _{max}	CLF _i						Q _{ηλ} = A · SC · SHGF _{max} · CLF _i (W)
A _{Mπ11}	A	2,43	0,41	681	0,62						420,66
										Q_A = Q_{av} + Q_{ηλ}	430,52
Οροφή											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _t = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	-	0,379	16,10	19:00	25,00	0,6	1,0	25,00	29,30	26,00	158,65
Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη											
Αισθητά Φορτία Ενοίκων											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _R)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{A,ε} = Q · CLF _i (W)
Υπνοδωμάτιο	1	Καθισμένοι σε ακίνησια	23:00-7:00	25,5 °C	60,00	0,8					48,00
Λανθάνων Φορτία Ενοίκων											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _R)	Q _i (W)	CLF _i					Q _{A,ε} = Q · CLF _i (W)
Υπνοδωμάτιο	1	Καθισμένοι σε ακίνησια	23:00-7:00	25,5 °C	40,00	0,8					32,00
Αισθητά Φορτία Φωτισμού											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Συντελεστής (a)	Κατηγορία (b)	Q (W)	CLF _i	n					Q _{A,φ} = Q · CLF _i (W)
Λαμπτήρας LED	1	0,65	C	3	0,1	0,75					0,23
Λαμπτήρας LED	1	0,65	C	20	0,1	0,75					1,50
Αισθητά Φορτία Συσκευών											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _s (W)	CLF _i							Q _{A,ζ} = Q · CLF _i (W)
Υπολίστης	1	2,0	50	0,1							5,00
Ηλ. Σκούπα	1	0,3	1000	0,1							100,00
Εκτυπωτής	1	0,2	80	0,1							8,00
Ενισχυτής	1	1,0	25	0,1							2,50
Λανθάνων Φορτία Συσκευών											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _i (W)	CLF _i							Q _{A,ζ} = Q · CLF _i (W)
-	-	-	-	-							-
Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	c _p (J/kg · K)	V _s (m ³ /s)	θ _{o,max} (C°)	θ _i (C°)						Q _{A,A} = ρ _{da} · c _p · V _s · Δθ (W)
Μπαλκονόπορτα	1,225	1005	0,0064	41,5	25,0						130,01
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	h _{fg} (kJ/kg)	V _s (m ³ /s)	W _o (kg/kg)	W _i (kg/kg)						Q _{A,A} = ρ _{da} · h _{fg} · V _s · Δw (W)
Μπαλκονόπορτα	1,225	2460	0,0064	0,158	0,102						1,08
Το CLFt παίρνει τιμές για 17:00										Σύνολο (W)	1030,82



Πίνακας 6.13 : Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων για την κατοικία – Υπνοδωμάτιο

Αισθητά Ψυκτικά Φορτία											
12 Υ/Δ		Εξωτερική Τοιχοποιία									
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² · K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _c = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	A	0,382	8,41	10:00	31	0,0	1,0	25,00	29,30	31,40	100,82
T _{δov} (25cm)	A	0,419	1,75	10:00	31	0,0	1,0	25,00	29,30	31,40	23,02
T _{εξ} (25cm)	N	0,382	11,16	17:00	26	0,6	1,0	25,00	29,30	27,00	115,10
T _{δov} (25cm)	N	0,419	4,55	17:00	26	0,6	1,0	25,00	29,30	27,00	51,47
ΣQ_c											290,42
Ανοίγματα											
Αγωγή μέσω ανοιγμάτων											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² · K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD _{glas}						Q _{av} = U · A · CLTD _{cor} (W)
A _{M12}	A	1,66	2,97	10:00	2						9,86
A _{N12}	N	1,71	1,44	17:00	7						17,24
Ηλιακά κέρδη ανοιγμάτων											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	A (m ²)	SC	SHGF _{max}	CLF _i						Q _{ηλ} = A · SC · SHGF _{max} · CLF _i (W)
A _{M12}	A	2,43	0,41	681	0,62						420,66
A _{N12}	N	1,08	0,41	344	0,27						41,13
ΣQ_A											488,88
Οροφή											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² · K)]	A (m ²)	Ώρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _c = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	-	0,379	17,00	19:00	25,00	0,6	1,0	25,00	29,30	26,00	167,52
Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη											
Αισθητά Φορτία Ενοίκων											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _h)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{Λε} = Q · CLF _i (W)
Υπνοδωμάτιο	1	Καθισμένοι σε ακίνησια	23:00-7:00	25,5 °C	60,00	0,8					48,00
Λανθάνων Φορτία Ενοίκων											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _h)	Q _i (W)	CLF _i					Q _{Λε} = Q · CLF _i (W)
Υπνοδωμάτιο	1	Καθισμένοι σε ακίνησια	23:00-7:00	25,5 °C	40,00	0,8					32,00
Αισθητά Φορτία Φωτισμού											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Συντελεστής (a)	Κατηγορία (b)	Q (W)	CLF _i	n					Q _{Λφ} = Q · CLF _i (W)
Λαμπτήρας LED	1	0,65	C	3	0,1	0,75					0,23
Λαμπτήρας LED	1	0,65	C	20	0,1	0,75					1,50
Αισθητά Φορτία Συσκευών											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _s (W)	CLF _i							Q _{Λε} = Q · CLF _i (W)
Υπολογιστής	1	2,0	50	0,1							5,00
Ηλ. Σκούπα	1	0,3	1000	0,1							100,00
Ένισχυτής	1	1,0	25	0,1							2,50
Λανθάνων Φορτία Συσκευών											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _i (W)	CLF _i							Q _{Λε} = Q · CLF _i (W)
-	-	-	-	-							-
Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	c _p (J/kg · K)	V _s (m ³ /s)	θ _{o,max} (C°)	θ _i (C°)						Q _{Λ,Α} = ρ _{da} · c _p · V _s · Δθ (W)
Παράθυρα Μπαλκονόπορτες	1,225	1005	0,0094	41,5	25,0						190,95
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	h _{fg} (kJ/kg)	V _s (m ³ /s)	W _o (kg/kg)	W _i (kg/kg)						Q _{Λ,Α} = ρ _{da} · h _{fg} · V _s · Δw (W)
Παράθυρα Μπαλκονόπορτες	1,225	2460	0,0094	0,158	0,102						1,59
Το CLF _i παίρνει τιμές για 17:00										Σύνολο (W)	1328,58



Πίνακας 6.14 : Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων για την κατοικία – Μπάνιο (δεν θα αποτελέσει χώρο κλιματισμού)

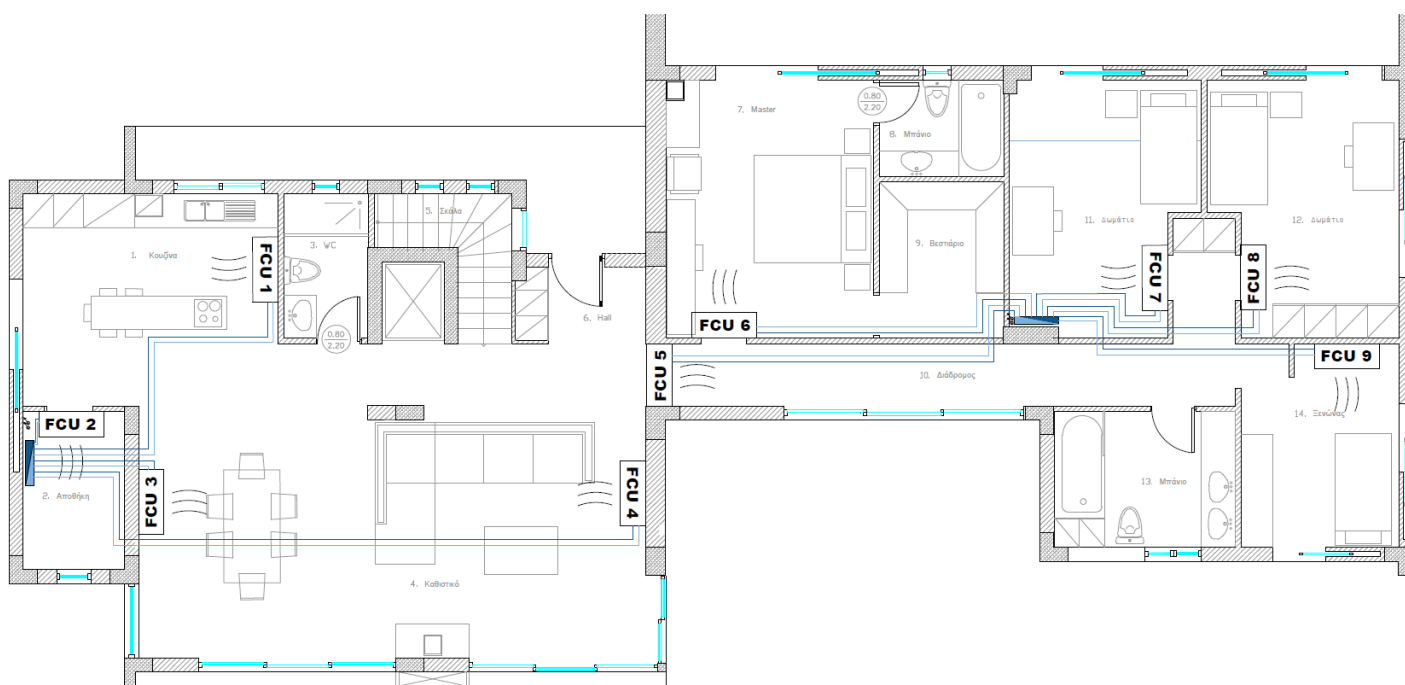
Αισθητά Ψυκτικά Φορτία											
13. Μπάνιο											
<i>Εξωτερική Τοιχοποιία</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ωρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _e = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	B	0,382	6,13	18:00	14	0,0	1,0	25,00	29,30	14,40	33,69
T _{βοκ} (25cm)	B	0,419	2,63	18:00	14	0,0	1,0	25,00	29,30	14,40	15,84
T _{εξ} (25cm)	Δ	0,382	9,30	17:00	40	0,0	1,0	25,00	29,30	40,40	143,53
T _{βοκ} (25cm)	Δ	0,419	1,75	17:00	40	0,0	1,0	25,00	29,30	40,40	29,62
										ΣQ_e	222,68
<i>Ανοίγματα</i>											
<i>Αγωγή μέσω ανοιγμάτων</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ωρα CLTD _{max}	CLTD _{glaz}						Q _{ov} = U · A · CLTD _i (W)
A _{η13}	Δ	1,83	1,20	17:00	7						15,37
<i>Ηλιακά κέρδη ανοιγμάτων</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	A (m ²)	SC	SHGF _{max}	CLF _i						Q _{ηλ} = A · SC · SHGF _{max} · CLF _i (W)
A _{η13}	Δ	0,71	0,41	681	0,56						111,01
										Q_Δ = Q_{ov} + Q_{ηλ}	126,39
<i>Οροφή</i>											
Δομικό στοιχείο	Προσανατολισμός	U [W/(m ² ·K)]	A (m ²)	Ωρα CLTD _{max}	CLTD	LM	K	θ _i (C°)	θ _{o,av} (C°)	CLTD _{cor} (K)	Q _e = U · A · CLTD _{cor} (W)
T _{εξ} (25cm)	-	0,379	9,60	19:00	25,00	0,6	1,0	25,00	29,30	26,00	94,60
<i>Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη</i>											
<i>Αισθητά Φορτία Ενοίκων</i>											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _ε)	Q _s (W)	CLF _i					Q _{α,ε} = Q · CLF _i (W)
Μπάνιο	1	Καθισμένοι σε ακίνησια	20:00-22:00	25,5 °C	60,00	0,1					6,00
<i>Λανθάνων Φορτία Ενοίκων</i>											
Δομικό στοιχείο	Αριθμός Ατόμων	Βαθμός Ενεργητικότητας στον χώρο	Ώρες στον χώρο (h)	Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (θ _ε)	Q _i (W)	CLF _i					Q _{α,ε} = Q · CLF _i (W)
Μπάνιο	1	Καθισμένοι σε ακίνησια	20:00-22:00	25,5 °C	40,00	0,1					4,00
<i>Αισθητά Φορτία Φωτισμού</i>											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Συντελεστής (a)	Κατηγορία (b)	Q (W)	CLF _i	n					Q _{α,φ} = Q · CLF _i (W)
Λαμπτήρας LED	2	0,65	C	5	0,1	0,75					0,75
<i>Αισθητά Φορτία Συσκευών</i>											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _s (W)	CLF _i							Q _{α,ζ} = Q · CLF _i (W)
Ηλ. Σκούπα	1	0,33	1000	0,1							100,00
<i>Λανθάνων Φορτία Συσκευών</i>											
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	Χρόνος Λειτουργίας (h)	Q _i (W)	CLF _i							Q _{α,ζ} = Q · CLF _i (W)
-	-	-	-	-							-
<i>Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα</i>											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	c _p (J/kg·K)	V _s (m ³ /s)	θ _{o,max} (C°)	θ _i (C°)						Q _{α,α} = ρ _{da} · c _p · V _s · Δθ (W)
Παράθυρα	1,225	1005	0,0026	41,5	25,0						52,82
<i>Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα</i>											
Στοιχεία	ρ _{da} (kg/m ³)	h _{fg} (kJ/kg)	V _s (m ³ /s)	W _o (kg/kg)	W _i (kg/kg)						Q _{α,α} = ρ _{da} · h _{fg} · V _s · Δw (W)
Παράθυρα	1,225	2460	0,0026	0,158	0,102						0,44
Το CLF _i παίρνει τιμές για 17:00										Σύνολο (W)	607,67



6.4 Fan Coil – Κατοικία Βόλος

Σχετικά με την κατοικία στον Βόλο, που πραγματοποιήθηκε η μελέτη των ψυκτικών φορτίων (ενότητα 6.3), για τη διαστασιολόγηση των μονάδων fan coil θα επιλεγθούν στον εκάστοτε κλιματιζόμενο χώρο, εσωτερικές μονάδες κρυφού τύπου οροφής. Για την εξοικονόμηση της κατανάλωσης της ενέργειας των fan coil και αντίστοιχα τη μείωση του κόστους λειτουργίας, θα χρησιμοποιηθούν μονάδες fan coil inverter (κεφάλαιο 5).

Στο σχεδιάγραμμα 6.1 αναπαρίστανται, στην κάτοψη της κατοικίας, με αρίθμηση τα fan coil του εκάστοτε κλιματιζόμενου χώρου, με τα δίκτυα παροχής τους και τους συλλέκτες διανομής. Τα fan coil και τα δίκτυα τροφοδοσίας του ψυχρού νερού θα εγκατασταθούν στην οροφή της κατοικίας και θα καλυφθούν με ψευδοροφή. Τα εμφανή σημεία των μονάδων ψύξης είναι οι περσίδες (στόμια), από τις οποίες εξάγεται ο παγωμένος αέρας. Κατά τη λειτουργία της ψύξης, για την επίτευξη των ιδανικών συνθηκών υγιεινής του κλιματιζόμενου χώρου, σε κάθε fan coil θα προστεθεί ο απαιτούμενος νωπός αέρας με βάση τη χρησιμότητα του εκάστοτε χώρου. Για την αξιοποίηση του νωπού αέρα τοποθετείται ένας σωλήνας PVC που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.



Σχήμα 6.1 : Αναπαράσταση της τοποθέτησης των Fan Coil σύμφωνα με την κάτοψη της μονοκατοικίας

Στις παρακάτω κατηγορίες αναφέρονται αναλυτικά στους πίνακες τα ψυκτικά φορτία του εκάστοτε κλιματιζόμενου χώρου, συμπεριλαμβανομένων των φορτίων του νωπού αέρα. Επιπρόσθετα, ακολουθεί η επιλογή του κατάλληλου fan coil για την κάλυψη των συνολικών φορτίων. Ακόμα, αναγράφονται οι ψυκτικές και τεχνικές αποδόσεις των εκάστοτε fan coil με βάση τη λειτουργία τους.



6.4.1 Πίνακες Υπολογισμού Fan Coil Unit

Κουζίνα

Πίνακας 6.15 : Υπολογισμός νοπού αέρα - Κουζίνα

Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα Νωπού Αέρα								
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	c_p (J/kg · K)	V_s (m ³ /s)	$\theta_{o,max}$ (C°)	θ_i (C°)	$Q_{A,A} = \rho_{da} \cdot c_p \cdot V_s \cdot \Delta\theta$ (W)	
Άτομα	8	1,225	1005	0,0042	41,5	25,0	682,54	
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα Νωπού Αέρα								
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	h_{fg} (kJ/kg)	V_s (m ³ /s)	W_o (kg/kg)	W_i (kg/kg)	$Q_{L,A} = \rho_{da} \cdot h_{fg} \cdot V_s \cdot \Delta w$ (W)	
Άτομα	8	1,225	550	0,0042	0,211	0,109	2,31	
Σύνολο							684,84	W

Πίνακας 6.16 : Διαστασιολόγηση Fan Coil - Κουζίνα

Δωμάτιο	Ψυκτικά Φορτία (W)	Φορτία Νωπού Αέρα (W)	ΣΥΝΟΛΟ (kW)
1.Κουζίνα	1843	684,84	2,53
Συμβολισμός	Τύπος	Ψυκτική Ισχύς 7°C/12°C (kW)	
FCU 1	FCZI 300P	2,61	
			2,61>2,53

Πίνακας 6.17 : Τεχνικά χαρακτηριστικά Fan Coil Κουζίνας (Αποτελέσματα κατασκευαστή, εταιρίας AERMEC)

FCZI 300P										
V_i [V]	Q_a [m ³ /s]	L_w [dB]	P_e [W]	P_f [W]	P_s [W]	D_b [°C]	W_b [°C]	R_h [%]	Q_w [l/s]	D_p [kpa]
7,0	0,0478	37,9	14	1142	761	11,9	11,9	100	0,0546	4
7,4	0,0687	43,2	20	1615	1080	12,0	12,0	100	0,0772	7
7,8	0,0877	47,4	24	2005	1350	12,2	12,2	100	0,0958	11
8,2	0,1051	50,9	29	2330	1584	12,4	12,4	100	0,1114	14
8,6	0,1216	53,7	35	2611	1793	12,6	12,6	100	0,1248	18

Για τους πίνακες των ψυκτικών και τεχνικών αποδόσεων των fan coil ισχύουν τα εξής [21]:

- V_i [V] τάση inverter του ανεμιστήρα
- Q_a [m³/s] παροχή ψυχρού αέρα
- L_w [dB] ένταση ήχου fan coil
- P_e [W] κατανάλωση ισχύς ρεύματος
- P_f [W] ψυκτική απόδοση μηχανήματος
- P_s [W] αισθητή ψυκτική απόδοση
- D_b [°C] θερμοκρασία ξηρού βολβού
- W_b [°C] θερμοκρασία υγρού βολβού
- R_h [%] σχετική υγρασία αέρα προσαγωγής
- Q_w [l/s] παροχή νερού της τροφοδοσίας του fan coil
- D_p [kpa] πτώση πίεσης του νερού



Αποθήκη

Πίνακας 6.18 : Υπολογισμός νωπού αέρα - Αποθήκη

Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα							
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	c_p (J/kg · K)	V_s (m ³ /s)	$\theta_{o,max}$ (C°)	θ_i (C°)	$Q_{A,A} = \rho_{da} \cdot c_p \cdot V_s \cdot \Delta\theta$ (W)
Άτομα	1	1,225	1005	0,0042	41,5	25,0	85,32
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα							
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	h_{fg} (kJ/kg)	V_s (m ³ /s)	W_o (kg/kg)	W_o (kg/kg)	$Q_{L,A} = \rho_{da} \cdot h_{fg} \cdot V_s \cdot \Delta w$ (W)
Άτομα	1	1,225	550	0,0042	0,211	0,109	0,29
Σύνολο						85,61	W

Πίνακας 6.19 : Διαστασιολόγηση Fan Coil - Αποθήκη

Δωμάτιο	Ψυκτικά Φορτία (W)	Φορτία Νωπού Αέρα (W)	ΣΥΝΟΛΟ (kW)
2.Αποθήκη	904	85,61	0,99
Συμβολισμός	Τύπος	Ψυκτική Ισχύς 7°C/12°C (kW)	
FCU 2	FCZ 150P	1,27	
			1,27>0,99

Πίνακας 6.20 : Τεχνικά χαρακτηριστικά Fan Coil Αποθήκης (Αποτελέσματα κατασκευαστή, εταιρίας AERMEC)

FCZ 150P										
Fs [n]	Qa [m ³ /s]	Lw [dB]	Pe [W]	Pf [W]	Ps [W]	Db [°C]	Wb [°C]	Rh [%]	Qw [l/s]	Dp [kpa]
V1	0,0306	31	19	808	511	10,8	10,8	100	0,0386	6
V2	0,0444	38	29	1066	718	11,9	11,9	100	0,0509	9
V3	0,0556	45	35	1277	870	12,2	12,2	100	0,0610	13

Στον κλιματιζόμενο χώρο της αποθήκης παρατηρείται ότι η μονάδα fan coil με τύπο « FCZ 150P » δεν είναι inverter. Η επιλογή αυτή οφείλεται στα μικρά ποσά των συνολικών ψυκτικών φορτιών του χώρου. Η κατασκευαστική εταιρεία δεν διαθέτει fan coil inverter με ψυκτική ισχύ κοντά στα 1 KW.



Καθιστικό & Hall

Πίνακας 6.21 : Υπολογισμός νωπού αέρα – Καθιστικό

Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα Νωπού Αέρα (Καθιστικό)							
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	c_p (J/kg · K)	V_s (m ³ /s)	$\theta_{o,max}$ (C°)	θ_i (C°)	$Q_{A,A} = \rho_{da} \cdot c_p \cdot V_s \cdot \Delta\theta$ (W)
Άτομα	8	1,225	1005	0,0042	41,5	25,0	682,54
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα Νωπού Αέρα (Καθιστικό)							
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	h_{fg} (kJ/kg)	V_s (m ³ /s)	W_o (kg/kg)	W_o (kg/kg)	$Q_{L,A} = \rho_{da} \cdot h_{fg} \cdot V_s \cdot \Delta w$ (W)
Άτομα	8	1,225	550	0,0042	0,211	0,109	2,31
Σύνολο							684,84
							W

Πίνακας 6.22 : Υπολογισμός νωπού αέρα – Hall

Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα (Hall)							
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	c_p (J/kg · K)	V_s (m ³ /s)	$\theta_{o,max}$ (C°)	θ_i (C°)	$Q_{A,A} = \rho_{da} \cdot c_p \cdot V_s \cdot \Delta\theta$ (W)
Άτομα	1	1,225	1005	0,0042	41,5	25,0	85,32
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα (Hall)							
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	h_{fg} (kJ/kg)	V_s (m ³ /s)	W_o (kg/kg)	W_o (kg/kg)	$Q_{L,A} = \rho_{da} \cdot h_{fg} \cdot V_s \cdot \Delta w$ (W)
Άτομα	1	1,225	550	0,0042	0,211	0,109	0,29
Σύνολο							85,61
							W

Πίνακας 6.23 : Διαστασιολόγηση Fan Coil – Καθιστικό & Hall

Δωμάτιο	Ψυκτικά Φορτία (W)	Φορτία Νωπού Αέρα (W)	ΣΥΝΟΛΟ (kW)
4.Καθιστικό	6477	684,84	7,16
6.Hall	411	86	0,50
		Σύνολο	7,66
Συμβολισμός	Τύπος	Ψυκτική Ισχύς 7°C/12°C (kW)	
FCU 3	FCZI 450P	4,06	
FCU 4	FCZI 450P	4,06	
	Σύνολο	8,12	8,12>7,66

Πίνακας 6.24: Τεχνικά χαρακτηριστικά Fan Coil Καθιστικό (Αποτελέσματα κατασκευαστή, εταιρίας AERMEC)

FCZI 450P										
V_i [V]	Q_a [m ³ /s]	L_w [dB]	P_e [W]	P_f [W]	P_s [W]	D_b [°C]	W_b [°C]	R_h [%]	Q_w [l/s]	D_p [kpa]
7,0	0,0595	40,7	19	1679	995	10,7	10,1	94	0,0802	5
7,4	0,0854	45,3	25	2281	1417	10,8	10,7	99	0,1090	8
7,8	0,1095	50,4	31	2825	1791	11,0	11,0	100	0,1350	12
8,2	0,1320	54,7	39	3321	2125	11,2	11,2	100	0,1587	16
8,6	0,1534	57,5	47	3779	2427	11,5	11,4	100	0,1806	20



Διάδρομος

Πίνακας 6.25 : Υπολογισμός νωπού αέρα – Διάδρομος

Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα (Βεστιάριο)									
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	c_p (J/kg · K)	V_s (m ³ /s)	$\theta_{o,max}$ (C°)	θ_i (C°)		$Q_{A,A} = \rho_{da} \cdot c_p \cdot V_s \cdot \Delta\theta$ (W)	
Άτομα	1	1,225	1005	0,0042	41,5	25,0		85,32	
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα (Βεστιάριο)									
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	h_{fg} (kJ/kg)	V_s (m ³ /s)	W_o (kg/kg)	W_i (kg/kg)		$Q_{L,A} = \rho_{da} \cdot h_{fg} \cdot V_s \cdot \Delta w$ (W)	
Άτομα	1	1,225	550	0,0042	0,211	0,109		0,29	
						Σύνολο	85,61	W	

Πίνακας 6.26 : Διαστασιολόγηση Fan Coil – Διάδρομος

Δωμάτιο	Ψυκτικά Φορτία (W)	Φορτία Νωπού Αέρα (W)	ΣΥΝΟΛΟ (kW)
10.Διάδρομος	2257	85,61	2,34
Συμβολισμός	Τύπος	Ψυκτική Ισχύς 7°C/12°C (kW)	
FCU 5	FCZI 300P	2,61	2,61>2,34

Πίνακας 6.27: Τεχνικά χαρακτηριστικά Fan Coil Διάδρομος (Αποτελέσματα κατασκευαστή, εταιρίας AERMEC)

FCZI 300P										
V_i [V]	Q_a [m ³ /s]	L_w [dB]	P_e [W]	P_f [W]	P_s [W]	Db [°C]	W_b [°C]	R_h [%]	Q_w [l/s]	D_p [kpa]
7,0	0,0478	37,9	14	1142	761	11,9	11,9	100	0,0546	4
7,4	0,0687	43,2	20	1615	1080	12,0	12,0	100	0,0772	7
7,8	0,0877	47,4	24	2005	1350	12,2	12,2	100	0,0958	11
8,2	0,1051	50,9	29	2330	1584	12,4	12,4	100	0,1114	14
8,6	0,1216	53,7	35	2611	1793	12,6	12,6	100	0,1248	18



Master & Βεστιάριο

Πίνακας 6.28 : Υπολογισμός νωπού αέρα – Master & Βεστιάριο

Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα (Master)								
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	c_p (J/kg · K)	V_s (m ³ /s)	$\theta_{o,max}$ (C°)	θ_i (C°)	$Q_{A,A} = \rho_{da} \cdot c_p \cdot V_s \cdot \Delta\theta$ (W)	
Άτομα	2	1,225	1005	0,0042	41,5	25,0	170,63	
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα (Master)								
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	h_{fg} (kJ/kg)	V_s (m ³ /s)	W_o (kg/kg)	W_o (kg/kg)	$Q_{L,A} = \rho_{da} \cdot h_{fg} \cdot V_s \cdot \Delta w$ (W)	
Άτομα	2	1,225	550	0,0042	0,211	0,109	0,58	
						Σύνολο	171,21	W
Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα (Βεστιάριο)								
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	c_p (J/kg · K)	V_s (m ³ /s)	$\theta_{o,max}$ (C°)	θ_i (C°)	$Q_{A,A} = \rho_{da} \cdot c_p \cdot V_s \cdot \Delta\theta$ (W)	
Άτομα	1	1,225	1005	0,0042	41,5	25,0	85,32	
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα (Βεστιάριο)								
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	h_{fg} (kJ/kg)	V_s (m ³ /s)	W_o (kg/kg)	W_o (kg/kg)	$Q_{L,A} = \rho_{da} \cdot h_{fg} \cdot V_s \cdot \Delta w$ (W)	
Άτομα	1	1,225	550	0,0042	0,211	0,109	0,29	
						Σύνολο	85,61	W

Πίνακας 6.29 : Διαστασιολόγηση Fan Coil – Master & Βεστιάριο

Δωμάτιο	Ψυκτικά Φορτία (W)	Φορτία Νωπού Αέρα (W)	ΣΥΝΟΛΟ (kW)
7.Master	1452	171,21	1,62
9.Βεστιάριο	237	86	0,32
		Σύνολο	1,94
Συμβολισμός	Τύπος	Ψυκτική Ισχύς 7°C/12°C (kW)	
FCU 6	FCZI 300P	2,61	2,61>1,94

Πίνακας 6.30: Τεχνικά χαρακτηριστικά Fan Coil Master & Βεστιάριο (Αποτελέσματα κατασκευαστή, AERMEC)

FCZI 300P										
V _i [V]	Q _a [m ³ /s]	L _w [dB]	P _e [W]	P _f [W]	P _s [W]	D _b [°C]	W _b [°C]	R _h [%]	Q _w [l/s]	D _p [kPa]
7,0	0,0478	37,9	14	1142	761	11,9	11,9	100	0,0546	4
7,4	0,0687	43,2	20	1615	1080	12,0	12,0	100	0,0772	7
7,8	0,0877	47,4	24	2005	1350	12,2	12,2	100	0,0958	11
8,2	0,1051	50,9	29	2330	1584	12,4	12,4	100	0,1114	14
8,6	0,1216	53,7	35	2611	1793	12,6	12,6	100	0,1248	18

Y/Δ₁₁**Πίνακας 6.31 :** Υπολογισμός νωπού αέρα – Υπνοδωμάτιο

Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα								
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	c_p (J/kg · K)	V_s (m ³ /s)	$\theta_{o,max}$ (C°)	θ_i (C°)	$Q_{A,A} = \rho_{da} \cdot c_p \cdot V_s \cdot \Delta\theta$ (W)	
Άτομα	1	1,225	1005	0,0042	41,5	25,0	85,32	
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα								
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	h_{fg} (kJ/kg)	V_s (m ³ /s)	W_o (kg/kg)	W_i (kg/kg)	$Q_{L,A} = \rho_{da} \cdot h_{fg} \cdot V_s \cdot \Delta w$ (W)	
Άτομα	1	1,225	550	0,0042	0,211	0,109	0,29	
						Σύνολο	85,61	W

Πίνακας 6.32 : Διαστασιολόγηση Fan Coil – Υπνοδωμάτιο

Δωμάτιο	Ψυκτικά Φορτία (W)	Φορτία Νωπού Αέρα (W)	ΣΥΝΟΛΟ (kW)
11. Υπνοδωμάτιο	1031	85,61	1,12
Συμβολισμός	Τύπος	Ψυκτική Ισχύς 7°C/12°C (kW)	
FCU 7	FCZI 200P	1,58	
			1,58>1,12

Πίνακας 6.33: Τεχνικά χαρακτηριστικά Fan Coil Y/Δ (Αποτελέσματα κατασκευαστή, εταιρίας AERMEC)

FCZI 200P										
V_i [V]	Q_a [m ³ /s]	L_w [dB]	P_e [W]	P_f [W]	P_s [W]	D_b [°C]	W_b [°C]	R_h [%]	Q_w [l/s]	D_p [kPa]
7,0	0,0277	42,2	14	684	477	11,9	11,9	100	0,0327	4
7,4	0,0399	48,7	17	916	652	12,5	12,5	100	0,0483	7
7,8	0,0509	53,5	21	1116	805	12,9	12,9	100	0,0533	9
8,2	0,0610	56,9	25	1291	941	13,1	13,1	100	0,0617	12
8,6	0,0707	59,2	29	1453	1068	13,3	13,3	100	0,0694	15
9,0	0,0789	60,6	33	1597	1184	13,5	13,5	100	0,0763	18

Υ/Δ₁₂

Πίνακας 6.34 : Υπολογισμός νωπού αέρα – Υπνοδωμάτιο

Αισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα							
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	c_p (J/kg · K)	V_s (m ³ /s)	$\theta_{o,max}$ (C°)	θ_i (C°)	$Q_{\lambda,A} = \rho_{da} \cdot c_p \cdot V_s \cdot \Delta\theta$ (W)
Άτομα	1	1,225	1005	0,0042	41,5	25,0	85,32
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα							
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	h_{fig} (kJ/kg)	V_s (m ³ /s)	W_o (kg/kg)	W_o (kg/kg)	$Q_{\lambda,A} = \rho_{da} \cdot h_{fig} \cdot V_s \cdot \Delta w$ (W)
Άτομα	1	1,225	550	0,0042	0,211	0,109	0,29
Σύνολο						85,61	W

Πίνακας 6.35 : Διαστασιολόγηση Fan Coil – Υπνοδωμάτιο

Δωμάτιο	Ψυκτικά Φορτία (W)	Φορτία Νωπού Αέρα (W)	ΣΥΝΟΛΟ (kW)
12. Υπνοδωμάτιο	1329	85,61	1,41
Συμβολισμός	Τύπος	Ψυκτική Ισχύς 7°C/12°C (kW)	
FCU 8	FCZI 200P	1,58	
			1,58 > 1,41

Πίνακας 6.36: Τεχνικά χαρακτηριστικά Fan Coil Υ/Δ (Αποτελέσματα κατασκευαστή, εταιρίας AERMEC)

FCZI 200P										
V _i [V]	Q _a [m ³ /s]	L _w [dB]	P _e [W]	P _f [W]	P _s [W]	D _b [°C]	W _b [°C]	R _h [%]	Q _w [l/s]	D _p [kPa]
7,0	0,0277	42,2	14	684	477	11,9	11,9	100	0,0327	4
7,4	0,0399	48,7	17	916	652	12,5	12,5	100	0,0483	7
7,8	0,0509	53,5	21	1116	805	12,9	12,9	100	0,0533	9
8,2	0,0610	56,9	25	1291	941	13,1	13,1	100	0,0617	12
8,6	0,0707	59,2	29	1453	1068	13,3	13,3	100	0,0694	15
9,0	0,0789	60,6	33	1597	1184	13,5	13,5	100	0,0763	18

Ξενώνας

Πίνακας 6.37 : Υπολογισμός νοπού αέρα – Ξενώνας

Λισθητά Φορτία Ανανέωσης Αέρα									
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	c_p (J/kg · K)	V_s (m ³ /s)	$\theta_{o,max}$ (C°)	θ_i (C°)		$Q_{L,A} = \rho_{da} \cdot c_p \cdot V_s \cdot \Delta\theta$ (W)	
Άτομα	1	1,225	1005	0,0042	41,5	25,0			85,32
Λανθάνων Φορτία Ανανέωσης Αέρα									
Στοιχεία	Αριθμός στοιχείων	ρ_{da} (kg/m ³)	h_{fg} (kJ/kg)	V_s (m ³ /s)	W_o (kg/kg)	W_o (kg/kg)		$Q_{L,A} = \rho_{da} \cdot h_{fg} \cdot V_s \cdot \Delta w$ (W)	
Άτομα	1	1,225	550	0,0042	0,211	0,109			0,29
						Σύνολο	85,61	W	

Πίνακας 6.38 : Υπολογισμός νοπού αέρα – Ξενώνας

Δωμάτιο	Ψυκτικά Φορτία (W)	Φορτία Νωπού Αέρα (W)	ΣΥΝΟΛΟ (kW)
14 Ξενώνας	1221	85,61	1,31
Συμβολισμός	Τύπος	Ψυκτική Ισχύς 7°C/12°C (kW)	
FCU 9	FCZI 200P	1,58	
			1,58 > 1,31

Πίνακας 6.39: Τεχνικά χαρακτηριστικά Fan Coil Ξενώνας (Αποτελέσματα κατασκευαστή, AERMEC)

FCZI 200P		Lw	Pe	Pf	Ps	Db	Wb	Rh	Qw	Dp
Vi [V]	Qa [m ³ /s]	[dB]	[W]	[W]	[W]	[°C]	[°C]	[%]	[l/s]	[kpa]
7,0	0,0277	42,2	14	684	477	11,9	11,9	100	0,0327	4
7,4	0,0399	48,7	17	916	652	12,5	12,5	100	0,0483	7
7,8	0,0509	53,5	21	1116	805	12,9	12,9	100	0,0533	9
8,2	0,0610	56,9	25	1291	941	13,1	13,1	100	0,0617	12
8,6	0,0707	59,2	29	1453	1068	13,3	13,3	100	0,0694	15
9,0	0,0789	60,6	33	1597	1184	13,5	13,5	100	0,0763	18



6.4.2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Παροχής Δικτύου

Για τη λειτουργία της ψύξης των μονάδων Fan Coil θα χρειαστεί ένα δίκτυο παροχής νερού για την ψύξη του εναλλάκτη του στοιχείου. Στην κατοικία που πραγματοποιείται η μελέτη ψύξης, σύμφωνα με τα ψυκτικά φορτία και τους παραπάνω πίνακες θα χρησιμοποιηθούν εννέα fan coil.

Για το δίκτυο της παροχής του νερού θα γίνει η εφαρμογή δύο συλλεκτών διανομής. Στο παραπάνω σχεδιάγραμμα (6.1) αναπαρίσταται αναλυτικά η συνδεσμολογία του εκάστοτε συλλέκτη με τις αντίστοιχες μονάδες ψύξης.

Με τη βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος *ADAPT/FCALC-Win* στους πίνακες 6.41 και 6.42 αναγράφονται, ανά τμήμα δικτύου, το μήκος και η διάμετρος του σωλήνα, η παροχή και η ταχύτητα του νερού και τέλος οι συνολικές τριβές.

Στοιχεία Δικτύου

Πίνακας 6.40: Στοιχεία δικτύου για τον υπολογισμό των *T.X*

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ	
Θερμοκρασία Νερού Προσαγωγής	7 °C
Θερμοκρασία Νερού Επιστροφής	12 °C
Τύπος Σωλήνα	Πολυπροπυλένιο
Συντελεστής Τραχύτητας	7,2 μm

Πίνακας 6.41: Αποτελέσματα τεχνικών χαρακτηριστικών 1^{ου} κυκλώματος (1^ο – 4^ο Fan Coil)

Τμ. Δικτ.	Μήκ. Σωλ. (m)	Φορτ. FC (KWatt)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Παρ. Νερού (m ³ /h)	Διάμ. Σωλ. (mm)	Ταχ. Νερ. (m/s)	Σζ Εξαρτ .	Τριβ. Εξ/FC (mΥΣ)	Τριβ. Σωλ. (mΥΣ)	Ολ. Τριβ. (mΥΣ)
1.2	23			1.927	Φ40	0.520			0.249	0.249
2.3	14	2.530	5	0.436	Φ25	0.357	8.800	0.768	0.159	0.927
2.4	3	0.990	5	0.171	Φ20	0.236	3.600	0.288	0.024	0.311
2.5	6	3.830	5	0.660	Φ25	0.540	6.200	1.928	0.140	2.068
2.6	26	3.830	5	0.660	Φ25	0.540	8.800	1.966	0.607	2.574

Πίνακας 6.42: Αποτελέσματα τεχνικών χαρακτηριστικών 2^{ου} κυκλώματος (5^ο – 9^ο Fan Coil)

Τμ. Δικτ.	Μήκ. Σωλ. (m)	Φορτ. FC (KWatt)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Παρ. Νερού (m ³ /h)	Διάμ. Σωλ. (mm)	Ταχ. Νερ. (m/s)	Σζ Εξαρτ .	Τριβ. Εξ/FC (mΥΣ)	Τριβ. Σωλ. (mΥΣ)	Ολ. Τριβ. (mΥΣ)
1.3	18			1.374	Φ40	0.371			0.108	0.108
3.4	14	2.347	5	0.405	Φ25	0.331	8.800	1.511	0.140	1.651
3.5	12	1.944	5	0.335	Φ20	0.463	8.800	1.148	0.300	1.448
3.6	5	1.063	5	0.183	Φ20	0.253	6.200	0.334	0.044	0.379
3.7	9	1.362	5	0.235	Φ20	0.324	6.200	0.518	0.122	0.640
3.8	13	1.254	5	0.216	Φ20	0.299	6.200	0.448	0.153	0.601

Υπολογισμός συλλεκτών διανομής στη κατοικία στον Βόλο

Για την κατοικία στον Βόλο θα χρησιμοποιηθούν οκτώ συλλέκτες διανομής. Πιο αναλυτικά, για το σύστημα της θέρμανσης δαπέδου θα χρειαστούν τέσσερις συλλέκτες όπου οι δύο θα αποτελούνται από έντεκα οπές και οι άλλοι δύο από δεκατρείς, σύμφωνα με τον αριθμό των κυκλωμάτων που διαστασιολογήθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο. Για το σύστημα της ψύξης μέσω των μονάδων fan coil, θα χρησιμοποιηθούν, για την τροφοδοσία τους, τέσσερις συλλέκτες. Οι δύο θα αποτελούνται από 4 οπές και οι άλλοι δύο από 5 οπές.

Πίνακας 6.43: Υπολογισμός των συλλεκτών διανομής της κατοικίας

α/α	Θέρμανση Δαπέδου		Fan Coil Unit	
VarioManifold	2	2	2	2
Οπές Συλλέκτη	11	13	4	5



7. Αντλία Θερμότητας - Ζεστά Νερά Χρήσης

7.1 Παραγωγή Νερού Χρήσης

Ζεστό νερό χρήσης ονομάζεται το νερό που χρησιμοποιείται για ανάγκες πλύσης, καθαρισμού, μαγειρέματος κ.τ.λ. Η παραγωγή του καθορίζεται από τη λειτουργία και τη ζήτηση του κτηρίου βάση του ανθρώπινου παράγοντα. Η κατανάλωση της ενέργειας για την παραγωγή του ζεστού νερού χρήσης ισοδυναμεί περίπου σε ποσοστό του 10-15 % [27] επί της συνολικής κατανάλωσης του συστήματος της εγκατάστασης του κτηρίου. Οι τρόποι παραγωγής διαιρούνται σε καταναλωτικές τεχνολογίες όπως, κλασικοί θερμοσίφωνες, ταχυθερμαντήρες και λέβητες καθώς και σε οικονομικές όπως, ηλιακοί θερμοσίφωνες και αντλίες θερμότητας.

Σύμφωνα με το πρότυπο της ΕΛΟΤ EN 15316.3.1:2008 μέσα από πολλαπλούς υπολογισμούς στον πίνακα 2.5 της ΤΟΤΕΕ αναγράφονται αναλυτικά οι ημερήσιες καταναλώσεις του ζεστού νερού χρήσης ανάλογα με το τύπο του κτηρίου. Η ποσότητα του νερού υπολογίζεται σε λίτρα ανά άτομο και η θερμοκρασία του νερού ανέρχεται στους 45 °C.

7.1.1 Θερμική Απαίτηση Ενέργειας Παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης

Για την παραγωγή του ζεστού νερού χρήσης για την κατοικία στον Βόλο θα χρησιμοποιηθεί μια αντλία θερμότητας, η οποία θα αξιοποιηθεί και για τις λειτουργίες της θέρμανσης και της ψύξης. Αρχικά, από τη σχέση 7.1 υπολογίζεται η θερμική απαίτηση της παραγωγής των ΖΝΧ. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια της σχέσης 7.2 διαστασιολογείται η θερμική ισχύς της αντλίας [24].

$$Q_{ZNΧ} = V \cdot (\text{Άτομα}) \cdot \rho_{\text{νερού}} \cdot C_p \cdot (\theta_v - \theta_{\phi,ν}) \quad (7.1)$$

Για τη σχέση 7.1 ισχύουν τα εξής :

- $Q_{ZNΧ}$ [kJ] θερμική απαίτηση ενέργειας της παραγωγής ΖΝΧ
- V [lt/ημέρα] ποσότητα νερού σε ημερήσια ζήτηση
- $\rho_{\text{νερού}}$ [kg/m³] πυκνότητα νερού (= 1000 kg/ m³ ή 1 kg/lt)
- C_p [kJ/kg] ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού (=4,1868 kJ/kg)
- θ_v [°C] θερμοκρασία του ζεστού νερού
- $\theta_{\phi,ν}$ [°C] θερμοκρασία του φρέσκου νερού δίκτυο

7.1.2 Θερμική Ισχύς Μονάδων Παραγωγής Ζεστού Νερού Χρήσης

Οι πιο συχνές μονάδες παραγωγής, σύμφωνα με τα παραπάνω, για την παραγωγή του ζεστού νερού χρήσης είναι ο λέβητας και η αντλία θερμότητας. Η θερμική ισχύς των μονάδων υπολογίζεται από την απαιτούμενη θερμότητα προς την απόδοση του μηχανήματος στη διάρκεια του χρόνου. Πιο συγκεκριμένα, από τη σχέση (7.2) υπολογίζεται η θερμική ισχύς του λέβητα ενώ για τον υπολογισμό της θερμικής ισχύος για μονάδα παραγωγής την αντλία θερμότητας χρησιμοποιείται η σχέση (7.3) [24].

$$P_{\text{ΛΕΒ}} = \frac{Q}{n \cdot h} \quad (7.2)$$

Για τη θερμική ισχύ του λέβητα ισχύουν τα εξής :

- $P_{\text{ΛΕΒ}}$ [kW] θερμική ισχύς του λέβητα
- Q [kW] θερμική απαίτηση ενέργειας (απόδοση θερμότητας)
- n [-] βαθμός απόδοσης του λέβητα



- h [h] χρόνος αναθέρμανσης

$$P_{A/\Theta} = \frac{Q}{COP \cdot h} \quad (7.3)$$

Για τη θερμική ισχύ της αντλίας θερμότητας ισχύουν τα εξής :

- $P_{A/\Theta}$ [kW] θερμική ισχύς της αντλίας
- Q [kW] θερμική απαίτηση ενέργειας (απόδοση θερμότητας)
- COP [-] βαθμός απόδοσης του αντλίας
- h [h] χρόνος αναθέρμανσης

7.2 Υπολογισμός Θερμικής Απαίτησης / Ισχύς κατοικίας Βόλου

Στην κατοικία στον Βόλο για μονάδα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης χρησιμοποιείται μια αντλία θερμότητας σε συνδυασμό με το ηλιακό πεδίο. Στον πίνακα 7.1 αναγράφονται τα στοιχεία της μελέτης των ZNX. Επιπλέον, για τον υπολογισμό της θερμικής απαίτησης καθώς και της θερμικής ισχύος χρησιμοποιούνται οι σχέσεις 7.1 και 7.3.

Πίνακας 7.1 : Στοιχεία κατοικίας για τον υπολογισμό των ζεστών νερών χρήσης

Δεδομένα			
Ποσότητα νερού / άτομο	30 lt	Θερμοκρασία νερού ZNX	45 °C
Αριθμός ατόμων	5	Θερμοκρασία νερού δικτύου	15 °C
Βαθμός απόδοσης αντλίας	2,17	Ειδική θερμοχωρητικότητα C_p	4,1868 kJ/kg·K
Πυκνότητα νερού ρ	1 kg/lt	Χρόνος αναθέρμανσης	45 λεπτά
Μετατροπές			
0,45 λεπτά = 0,75 h		1 kJ = 0,000277777 kWh	

Θερμική απαιτούμενη ενέργεια

$$Q_{ZNX} = V \cdot (\text{Άτομα}) \cdot \rho_{\text{νερού}} \cdot C_p \cdot (\theta_v - \theta_{\phi\rho,v}) \Rightarrow$$

$$Q_{ZNX} = 30 \text{ [lt]} \cdot 5 \cdot 1 \text{ [kg/lt]} \cdot 4,1868 \text{ [kJ/kg·K]} \cdot (45 - 15) \text{ [°C]} \Rightarrow$$

$$Q_{ZNX} = 18.840,60 \text{ KJ} \cdot 0,000277777 \Rightarrow 5,233 \text{ kWh}$$

$$Q_{ZNX} = 5,233 \text{ kWh} \quad (7.1)$$

Θερμική Ισχύς Αντλίας Θερμότητας

$$P_{A/\Theta} = \frac{Q}{COP \cdot h} = \frac{5,233 \text{ [kWh]}}{2,17 \cdot 0,75 \text{ [h]}} \Rightarrow P_{A/\Theta} = 3,216 \text{ kW} \quad (7.3)$$

7.3 Αντλία Θερμότητας

Η αντλία θερμότητας είναι μια συσκευή που μεταφέρει θερμική ή ψυκτική ενέργεια με αντίθετη κατεύθυνση από τη φυσική ροή. Πιο συγκεκριμένα, δαπανώντας μικρά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπει το θερμό μέσο ή χώρο σε ψυχρό και αντίστροφα. Με λίγα λόγια, η αντλία θερμότητας είναι μια κλιματιστική συσκευή με βασικό προτέρημα την αντιστροφή του ψυκτικού κύκλου [22].



7.3.1 Αρχές Λειτουργίας

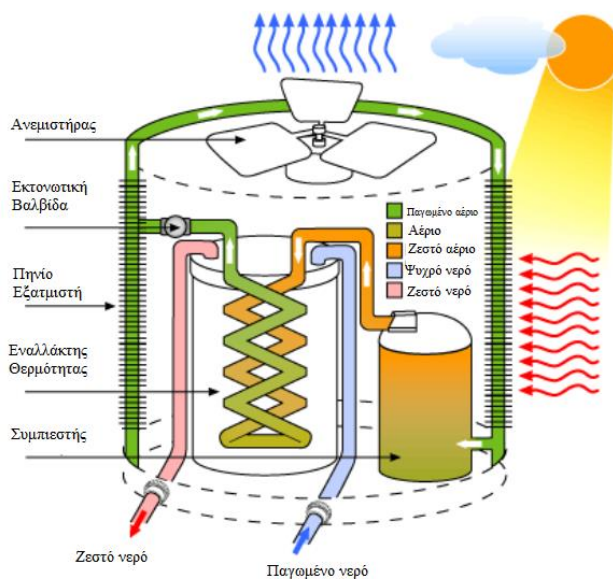
Η λειτουργία της αντλίας θερμότητας βασίζεται στον ψυκτικό κύκλο του Rankine που παριστάνει τις μεταβολές που πραγματοποιούνται στο ψυκτικό μέσο από τη στιγμή που συμπιέζεται μέχρις ότου ψυχθεί στο χώρο που βρίσκεται ο εξατμιστής. Τα τέσσερα βασικά στοιχεία του κύκλου είναι :

- Συμπιεστής (προσφέρει ενέργεια στο ψυκτικό μέσο)
- Συμπυκνωτής (απορροφά τη θερμότητα από το περιβάλλον)
- Εκτονωτική Βαλβίδα (έλεγχος ροής του ψυκτικού μέσου)
- Εξατμιστής (απορροφά / αποδίδει θερμότητα με βάση τη λειτουργεία της Α.Θ)

Λειτουργία Θέρμανσης

Η λειτουργία θέρμανσης σε μια αντλία θερμότητας περιγράφεται στο σχήμα 7.1. Ο κύκλος της θέρμανσης είναι ταυτόσημος με τον ψυκτικό κύκλο, με την διαφορά ότι η διαδικασία εκτελείται αντίστροφα. Πιο συγκεκριμένα, ο εξατμιστής (εναλλάκτης εσωτερικού χώρου) λειτουργεί ως συμπυκνωτής, απορρίπτοντας την εκμεταλλευόμενη θερμότητα στο θερμαινόμενο χώρο. Εν συνεχεία, ο συμπυκνωτής (εναλλάκτης εξωτερικού χώρου) εργάζεται ως εξατμιστής απορροφώντας θερμότητα από το περιβάλλον.

Πρακτικά για την επίτευξη της αντεστραμμένης λειτουργίας του ψυκτικού κύκλου το εξάρτημα που αλλάζει την φορά είναι μια τετράοδος βαλβίδα.



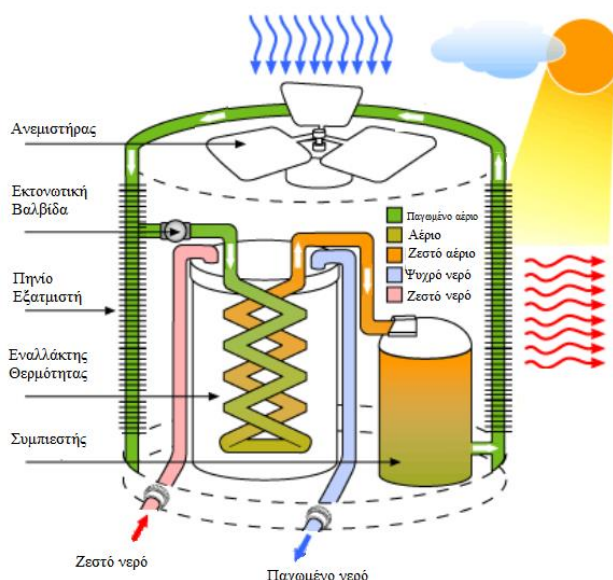
Σχήμα 7.1 : Αντλία θερμότητας (αέρος / νερού) λειτουργίας θέρμανσης

Λειτουργία ψύξης

Η λειτουργία ψύξης μιας αντλίας θερμότητας αναπαρίσταται στο σχήμα 7.1. Αρχικά, το ψυκτικό μέσο οδηγείται στο συμπιεστή ο οποίος αυξάνει, σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, την πίεση και τη θερμοκρασία του και το μετατρέπει σε μορφή αερίου υψηλής πίεσης (ισεντροπικά). Στη συνέχεια, κατευθύνεται στο συμπυκνωτή (εναλλάκτης εξωτερικού χώρου) για να αποδώσει τη θερμότητά του (ισοβαρώς). Έπειτα, το ψυκτικό μέσο κατά την έξοδό του από τον εναλλάκτη θερμότητας υγροποιείται και κατευθύνεται στην εκτονωτική βαλβίδα για την επαναφορά της χαμηλής πίεσης και θερμοκρασίας στις αρχικές συνθήκες. Για να ολοκληρωθεί η διαδικασία της λειτουργίας



ψύξης, το ψυκτικό μέσο εισέρχεται στον εξατμιστή (εναλλάκτης εσωτερικού χώρου) σε θερμοκρασία και πίεση περιβάλλοντος με αποτέλεσμα το ψυκτικό μέσο να εξατμίζεται απορροφώντας θερμότητα από τον ψυχόμενο χώρο.



Σχήμα 7.2 : Αντλία θερμότητας (αέρος / νερού) λειτουργίας ψύξης

7.3.2 Τύποι και Κατηγορίες

Οι αντλίες θερμότητας διαιρούνται σε τρεις κατηγορίες με βάση τον τύπο εναλλάκτη τους.

- Αντλίες θερμότητας αέρα / αέρα

Είναι οι αντλίες που χρησιμοποιούν ως μέσο θέρμανσης και ψύξης των αέρα. Πιο συγκεκριμένα, ο συμπυκνωτής και ο εξατμιστής αναλόγως τη λειτουργία της αντλίας (θέρμανση ή ψύξη) αποτελείται από ψυκτικό μέσο μετάδοσης της θερμότητας από αέρα. Μια ευρέως γνωστή κατηγορία είναι τα κλιματιστικά διαιρούμενου τύπου (split).

- Αντλίες θερμότητας αέρα / νερού

Είναι οι αντλίες που χρησιμοποιούν ως μέσο θέρμανσης και ψύξης το νερό. Πιο αναλυτικά, ο εναλλάκτης του ψυκτικού μέσου αποτελείται από νερό ενώ ο εναλλάκτης που βρίσκεται στο περιβάλλον χρησιμοποιεί τον αέρα, για την απορρόφηση ή άντληση θερμότητας ανάλογα τη λειτουργία (θέρμανση ή ψύξη).

- Αντλίες θερμότητας νερού / νερού

Είναι οι αντλίες που χρησιμοποιούν ως μέσο θέρμανσης και ψύξης το νερό. Σε αυτές τις περιπτώσεις ο πρώτος αλλά και ο δεύτερος εναλλάκτης της αντλίας θερμότητας χρησιμοποιεί το νερό για την απόρριψη ή την απορρόφηση θερμότητας σε σταθερή θερμοκρασία (θερμοκρασία του υπεδάφους). Αυτές οι αντλίες ονομάζονται υδρόψυκτες και χρησιμοποιούνται σε συστήματα γεωθερμίας.



7.3.3 Επιλογή Αντλίας Θερμότητας

Η αντλία θερμότητας σε ένα σύστημα θέρμανσης και ψύξης διαστασιολογείται με βάση τις συνολικές ανάγκες της εγκατάστασης. Πιο συγκεκριμένα, η ανώτατη θερμική ή ψυκτική απόδοση της αντλίας, συμπεριλαμβανομένων των συνθηκών λειτουργίας, επιβάλλεται να είναι μεγαλύτερη από τη ζήτηση ισχύος του συστήματος.

Μεγάλη προσοχή πρέπει να δοθεί στις αποδόσεις του μηχανήματος. Οι κατασκευαστικές εταιρίες παρέχουν τις ονομαστικές αποδόσεις των αντλιών. Για παράδειγμα, κατά τη λειτουργία της θέρμανσης το νερό της προσαγωγής ισούται με 45°C και της επιστροφής ισοδυναμεί με 40 °C τη στιγμή που η θερμοκρασία του περιβάλλοντος δεν ξεπερνά τους 6 °C. Η θερμική απόδοση του μηχανήματος θα είναι μικρότερη αν η εξωτερική θερμοκρασία ισούται με 0 °C ή η προσαγωγή του νερού αντιστοιχεί στους 55 °C [21].

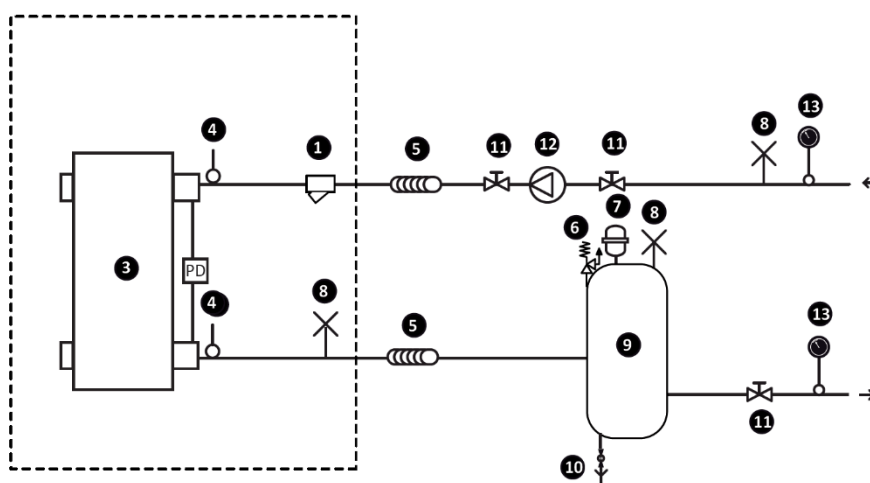
Η επιλογή της αντλίας θερμότητας δεν στηρίζεται μόνο στις αποδόσεις της αλλά και στα επιπρόσθετα τεχνικά χαρακτηριστικά που εξασφαλίζουν την άρτια λειτουργία του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, αν η αντλία βρίσκεται κοντά στη θάλασσα, για την ασφάλεια του στοιχείου από την οξείδωση, οι σωλήνες του εναλλάκτη αποτελούνται από χαλκό και όχι από αλουμίνιο. Επιπρόσθετα, αν η αντλία τοποθετηθεί σε μεγάλη απόσταση από το αντλιοστάσιο (που βρίσκονται οι κεντρικοί συλλέκτες) τότε κρίνεται απαραίτητη η ενσωμάτωση της εσωτερικής αντλίας νερού για την επίτευξη της μεταφοράς του υγρού μέσου.

7.3.4 Συνδεσμολογία Δικτύου – Εφαρμογές Αντλιών Θερμότητας

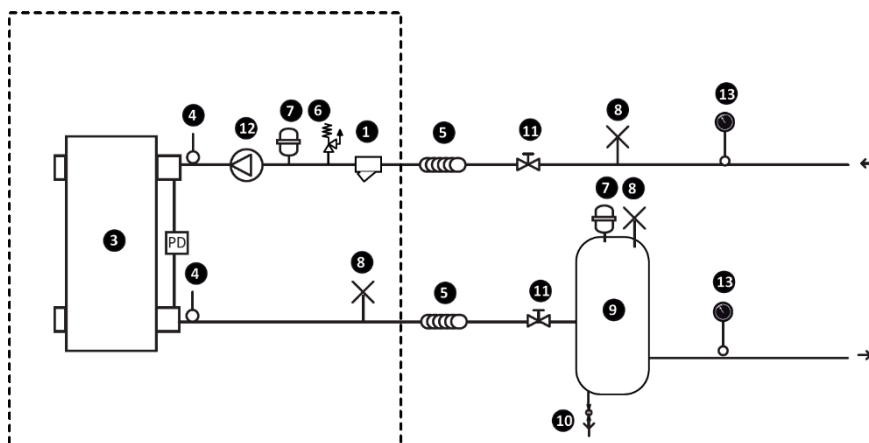
Η υδραυλική σύνδεση καθώς και τα επιμέρους εξαρτήματα χωρίζονται σε δύο στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι απαραίτητο και κοινό σε κάθε εγκατάσταση δικτύου, ανεξαρτήτως της λειτουργίας και την ζήτησης του συστήματος. Το δεύτερο στάδιο καθορίζει τη χρήση και τις συνθήκες μιας εγκατάστασης θέρμανσης και ψύξης σε συνδυασμό και με άλλες εναλλακτικές πηγές ενέργειας όπως ηλιακή και γεωθερμική ενέργεια.

Πρώτο Στάδιο

Το πρώτο στάδιο, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι απαραίτητο και κοινό για κάθε εγκατάσταση δικτύου. Για την ακρίβεια, διαφοροποιείται ελαφρώς ανάλογα με τα περεταίρω τεχνικά χαρακτηριστικά της αντλίας θερμότητας. Για παράδειγμα, στο σχήμα 7.3α περιγράφεται μια υδραυλική συνδεσμολογία για τις πρότυπες (standard) αντλίες. Από την άλλη, το σχήμα 7.3β απεικονίζει μια σύνδεση αντλίας θερμότητας με εσωτερική αντλία νερού και δοχείου διαστολής.



Σχήμα 7.3α : Σχηματική αναπαράσταση της υδραυλικής σύνδεσης και των εξαρτημάτων στην «standard» έκδοση μιας αντλίας θερμότητας [21]



Σχήμα 7.3β : Σχηματική αναπαράσταση της υδραυλικής σύνδεσης και των εξαρτημάτων μιας αντλίας θερμότητας σε «premium» έκδοση [21]

1. Φίλτρο νερού
2. Διακόπτης διαφορικής πίεσης (PD)
3. Πλακοειδής εναλλάκτης θερμότητας
4. Αισθητήρας θερμοκρασίας νερού (in/out)
5. Αντιστηριωτικές αρθρώσεις (αποφύγει κραδασμών)
6. Βαλβίδα ασφαλείας
7. Δοχείο διαστολής
8. Εξαεριστικό
9. Δοχείο αποθήκευσης νερού (buffer tank)
10. Βαλβίδα αποστράγγισης
11. Βάνα αποκοπής
12. Αντλία νερού
13. Μανόμετρο

* Σημείωση : Τα εξαρτήματα που βρίσκονται εσωτερικά του πλαισίου (διακεκομμένες γραμμές) είναι εγκατεστημένα από την κατασκευαστική εταιρεία εσωτερικά της αντλίας θερμότητας. Για τα εξαρτήματα που βρίσκονται εκτός του πλαισίου, ο αρμόδιος τεχνικός είναι υπεύθυνος για την άρτια σύνδεσή τους στο εκάστοτε δίκτυο. Στην «premium» έκδοση η αντλία θερμότητας παρέχει από εργοστάσιο δοχείο διαστολής και αντλία νερού.

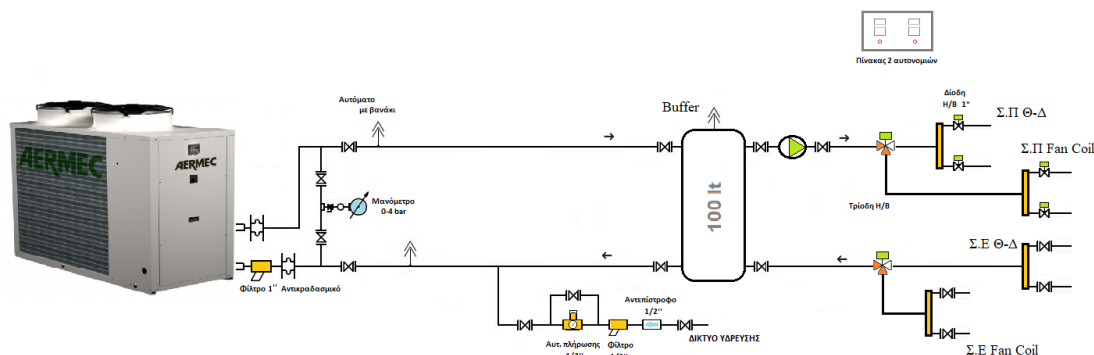
Δεύτερο Στάδιο

Το δεύτερο στάδιο της υδραυλικής σύνδεσης καθορίζει τη λειτουργία του συστήματος της θέρμανσης και ψύξης. Μια ακόμη παράμετρος είναι η εν δυνάμει δυνατότητα για συνδυαστικές μορφές ενέργειας, όπως για παράδειγμα την κάλυψη των ζεστών νερών χρήσης μέσω του ηλιακού πεδίου.

Αρχικά, στο σχέδιο 7.4 περιγράφεται η σύνδεση της αντλίας θερμότητας για τη θέρμανση και ψύξη μιας κατοικίας (standard σύνδεση). Πιο αναλυτικά, παρατηρείται η σύνδεση της αντλίας θερμότητας με ένα «buffer» πριν από τη σύνδεσή της με τους συλλέκτες διανομής . Η χρήση του buffer είναι προαιρετική καθώς αποσκοπεί στην αποθήκευση του νερού για τον περιορισμό των εκκινήσεων της αντλίας θερμότητας για μικρά ποσά ζήτησης ισχύος. Αυτή η λειτουργία καθιστά το σύστημα πιο οικονομικό. Στη συνέχεια, ακολουθεί η τρίοδη βάνα η οποία καθορίζει την ροή του νερού στον αντίστοιχο συλλέκτη με βάση τη λειτουργία του συστήματος (θέρμανσης ή ψύξης).

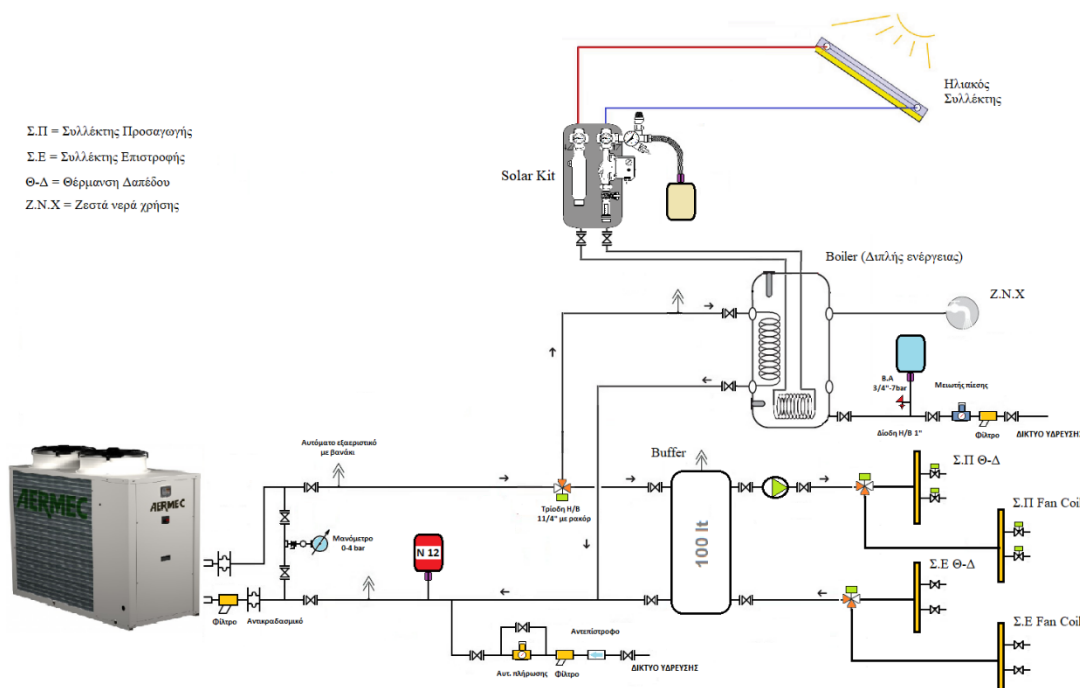


Σ.Π = Συλλέκτης Προσαγωγής
 Σ.Ε = Συλλέκτης Επιστροφής
 Θ-Δ = Θέρμανση Δαπέδου



Σχήμα 7.4 : Σχηματική αναπαράσταση σύνδεσης της αντλίας θερμότητας με το σύστημα της θέρμανσης δαπέδου. [26]

Σ.Π = Συλλέκτης Προσαγωγής
 Σ.Ε = Συλλέκτης Επιστροφής
 Θ-Δ = Θέρμανση Δαπέδου
 Ζ.Ν.Χ = Ζεστά νερά χρήσης



Σχήμα 7.5 : Σχηματική αναπαράσταση σύνδεσης της αντλίας θερμότητας με το σύστημα της θέρμανσης δαπέδου και του ηλιακού πεδίου για την υποβοήθηση της παραγωγής των ΖΝΧ [26]

Οι αντλίες θερμότητας και γενικά τα συστήματα παραγωγής θέρμανσης, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στηρίζονται κυρίως στο συνδυασμό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στο σχεδιάγραμμα 7.5 αναπαρίσταται η σύνδεση μιας αντλίας θερμότητας με ηλιακό συλλέκτη για θέρμανση και ψύξη μιας κατοικίας αλλά και για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Για το συνδυασμό των δύο πηγών ενέργειας παρατηρείται ότι η συνδεσμολογία του συστήματος θέρμανσης και ψύξης καθώς και τα εκάστοτε εξαρτήματά του, παραμένουν ίδια με το σχέδιο 7.4. Για την παραγωγή του Ζ.Ν.Χ προστίθεται ένα boiler με διπλό εναλλάκτη για τη σύνδεση των ηλιακών συλλεκτών με την αντλία θερμότητας. Η παρακάτω σύνδεση έχει ως αποτέλεσμα η αντλία θερμότητας, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, να παράγει μόνο ψύξη. Το σύστημα των ηλιακών με τη βοήθεια μιας θερμικής αντίστασης (για παρατεταμένες μέρες με συννεφιά) παράγει ζεστό νερό χρήσης. Τους χειμερινούς μήνες η αντλία θερμότητας λειτουργεί για τη θέρμανση της κατοικίας και



παράλληλα βοηθάει το σύστημα των ηλιακών στην παραγωγή του ζεστού νερού χρήσης. Η συμβολή του είναι απαραίτητη καθώς το χειμώνα οι μέρες με ηλιοφάνεια είναι λιγότερες και η απόδοση του ηλιακού συστήματος είναι αμελητέα.

7.4 Επιλογή - Εφαρμογή Αντλίας Θερμότητας για την κατοικία στον Βόλο

Για την επιλογή της αντλίας θερμότητας, όπως προειπώθηκε, η θερμική και ψυκτική απόδοση του μηχανήματος επιβάλλεται να είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη ζήτηση ισχύος του συστήματος της εκάστοτε λειτουργίας.

Οι συνολικές ανάγκες θερμότητας, σύμφωνα με τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών (κεφάλαιο 4) της κατοικίας στον Βόλο, ανέρχονται στα **13.297 W**. Επομένως, η θερμική ισχύς της αντλίας θερμότητας αρμόζει να είναι ισοδύναμη ή μεγαλύτερη από τη συνολική απόδοση του συστήματος της θέρμανσης δαπέδου για την επίτευξη της άρτιας λειτουργίας του. Η εγκατεστημένη θερμική απόδοση της θέρμανσης δαπέδου ισοδυναμεί με **13.833 W**. Να υπογραμμιστεί πως στη θερμική απόδοση της αντλίας θερμότητας εκτός από τις συνολικές ανάγκες θερμικής ισχύος της θέρμανσης δαπέδου θα πρέπει να καταμετρηθούν και οι θερμικές απαιτήσεις των ζεστών νερών χρήσης που (ενότητα 7.1.2) ανέρχονται στα 3,216 kW.

Στη συνέχεια, οι συνολικές ανάγκες ψύξης, κατά τη μελέτη των ψυκτικών φορτίων της κατοικίας (κεφάλαιο 6), ισούται με **17.162 W**. Πιο συγκεκριμένα, η συνολική ψυκτική απόδοση των Fan Coil, συμπεριλαμβανομένης και της θερμικής ισχύος του νωπού αέρα, αγγίζει τα **21.940 W**.

Οπότε η επιλογή της αντλίας θερμότητας, ως πηγή ενέργειας για τη λειτουργία της θέρμανσης δαπέδου και την κάλυψη των ζεστών νερών χρήσης, επιβάλλεται να είναι μεγαλύτερη από **16,24 kW** και για τη λειτουργία των Fan Coil πρέπει να υπερβαίνει τα **21,94 kW**.

Η εφαρμογή και η χρήση της λειτουργίας του συστήματος για την κατοικία στον Βόλο θα αποτελέσει μια αντλία θερμότητας και ένα ηλιακό σύστημα με τη βοήθεια ενός buffer και ενός boiler συνδεδεμένα μεταξύ τους. Η συνδεσμολογία της θέρμανσης και ψύξης της κατοικίας καθώς και της παραγωγής του ζεστού νερού χρήσης αποτυπώνεται στο σχεδιάγραμμα 7.5. Προκύπτει το εύλογο συμπέρασμα ότι η κάλυψη της θέρμανσης και της ψύξης της κατοικίας του Βόλου αλλά και η παραγωγή των ζεστών νερών χρήσης θα πραγματοποιηθεί μέσω ενός κοινού μηχανήματος, την αντλία θερμότητας. Αυτό έχει σαν άμεσο επακόλουθο την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος σε αντίθεση με άλλα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και παραγωγής Ζ.Ν.Χ. τα οποία συνδέονται με ξεχωριστή πηγή ενέργειας.



7.4.1 Τεχνικά Δεδομένα – Αποδόσεις Ονομαστικών Συνθηκών

Πίνακας 7.2 : Τεχνικές ονομαστικές αποδόσεις των αντλιών θερμότητας ANL [21]

ANL - H		020	025	030	040	050	070	080	090	102	152	202	
V/ph/Hz		230V-400V	230V-400V	230V-400V	230V-400V	400V	400V	400V	400V	400V	400V	400V	
12°C / 7°C	Cooling capacity (1)	kW	5,64	6,14	7,43	9,52	13,29	16,37	20,32	22,06	25,75	31,71	40,58
	Total input power (1)	kW	1,89	2,06	2,53	3,33	4,14	5,01	6,51	6,87	8,82	10,48	14,28
	EER (1)		2,98	2,98	2,94	2,86	3,21	3,27	3,12	3,21	2,92	3,03	2,84
	ESEER (1)		3,43	3,43	3,40	3,33	3,74	3,82	3,12	3,21	3,85	3,99	3,94
12°C / 45°C	Water flow rate (1)	l/h	979	1065	1288	1649	2301	2839	3521	3830	4465	5496	7031
	Pressure drop (1)	kPa	30	31	32	30	34	35	44	60	55	57	62
40°C / 45°C	Heating capacity (2)	kW	6,26	7,07	8,49	10,70	14,12	17,44	22,4	24,46	29,31	35,35	45,78
	Total input power (2)	kW	1,97	2,19	2,71	3,28	4,42	5,04	6,5	7,12	8,88	10,45	13,76
	COP (2)		3,18	3,23	3,13	3,26	3,19	3,46	3,45	3,44	3,30	3,38	3,33
	Water flow rate (2)	l/h	1078	1217	1460	1843	2434	3007	3859	4207	5041	6084	7878
40°C / 18°C	Pressure drop (2)	kPa	33	37	37	34	34	36	48	65	69	68	78
	Cooling capacity (3)	kW	6,81	7,39	8,94	11,46	16,05	19,71	24,5	26,46	31,48	38,64	49,08
23°C / 18°C	Total input power (3)	kW	1,99	2,16	2,65	3,48	4,34	5,24	6,82	7,2	9,24	10,98	14,94
	EER (3)		3,42	3,42	3,37	3,29	3,70	3,76	3,59	3,68	3,41	3,52	3,29
	Water flow rate (3)	l/h	1188	1289	1560	1996	2796	3431	4270	4622	5492	6737	8556
	Pressure drop (3)	kPa	43	44	46	43	49	50	63	85	81	83	89
30°C / 35°C	Heating capacity (4)	kW	6,54	7,39	8,86	11,17	14,74	18,21	23,89	25,54	30,6	36,91	47,8
	Total input power (4)	kW	1,71	1,90	2,34	2,92	3,81	4,5	5,82	6,37	8,04	9,52	12,58
	COP (4)		3,82	3,89	3,79	3,83	3,87	4,05	4,10	4,01	3,81	3,88	3,80
	Water flow rate (4)	l/h	1121	1265	1518	1916	2530	3127	4012	4374	5241	6326	8191
30°C / 35°C	Pressure drop (4)	kPa	36	41	41	37	37	40	53	72	76	75	86
	Performance under average climatic conditions (Average) UE n°811/2013 Pdesignh ≤ 70kW												
Pdesignh (5)			6	7	8	10	13	16	21	23	28	33	43
SCOP (5)			3,33	3,38	3,30	3,33	3,43	3,55	3,55	3,53	3,65	3,88	3,83
ηs (5)			130	132	129	130	134	139	139	138	143	152	150
Efficiency Energy Class			A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A++	A++
Cooling mode for low temperature													
ηsc		%	117,3	119,3	122,4	124,9	148,2	153,3	148,5	149,0	139,5	146,8	140,5
SEER			3,01	3,06	3,14	3,20	3,78	3,91	3,79	3,80	3,56	3,75	3,59

Ο πίνακας 7.2 της Ιταλικής εταιρίας AERMEC, αναγράφει τις αποδόσεις των αντλιών θερμότητας σε ονομαστικές συνθήκες. Σύμφωνα με τις θερμικές και ψυκτικές ανάγκες της κατοικίας στον Βόλο η επιλογή της αντλίας θα ήταν η ANL 090 διότι τη ψυκτική της απόδοση ισούται με 22,06 kW και η θερμική απόδοση ισοδυναμεί με 24,46 kW αποδόσεις που καλύπτουν τις θερμικές και ψυκτικές ανάγκες των συστημάτων της κατοικίας. Οι παραπάνω αποδόσεις αντιστοιχούν σε θερμοκρασία του ψυχρού νερού για την λειτουργία της ψύξης με 7°C στην προσαγωγή και 12°C στην επιστροφή, όταν η εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος ανέρχεται στους 35°C. Στην λειτουργία της θέρμανσης η θερμοκρασία του θερμού νερού είναι ίση με 45°C στην προσαγωγή και 40°C στην επιστροφή όταν η εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος αγγίζει τους 7 °C.

Επομένως, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και οι αποδόσεις της ANL 090 (οι οποίες αποτυπώνονται στους Πίνακες 7.3 και 7.4, λόγω των καιρικών συνθηκών του Βόλου θα είναι μικρότερες από τις αποδόσεις των ονομαστικές συνθηκών με αποτέλεσμα το εν λόγω μηχάνημα να μην μπορεί να καλύψει τις ανάγκες της κατοικίας.

Magellano software

Το «Magellano» είναι ένα πρόγραμμα της Ιταλικής εταιρίας Aermec, στο οποίο ο χρήστης έχει την δυνατότητα να γνωρίζει τις τεχνικές αποδόσεις των μηχανημάτων της συγκεκριμένης εταιρίας. Τα πιο σύνηθες προϊόντα υπολογισμού είναι οι αντλίες θερμότητας και τα fan coil.

Οι πίνακες με τα αποτελέσματα των αποδόσεων της αντλίας θερμότητας καθώς και των μονάδων fan coil της προμελέτης κατοικίας έχουν βασιστεί στο πρόγραμμα «Magellano».



Σχήμα 7.6 : Magellano Software



7.4.2 Τεχνικά Δεδομένα – Αποδόσεις συνθηκών Βόλου

Πίνακας 7.3 : Θερμικές αποδόσεις αντλίας θερμότητας ANL 090 στις καιρικές συνθήκες λειτουργίας στον Βόλο

Heating		ANL 090
Selection data		
Capacity	kW	15.6
Input power	kW	6.9
Input current	A	14
COP	W/W	2.25
Dry bulb ambient air temperature	°C	-6.1
Wet bulb ambient air temperature	°C	-7.1
Inlet water temperature	°C	40.0
Outlet water temperature	°C	45.0
Temperature difference	°C	5.0
Ethylene glycol	%	0
Water flow rate	l/s	0.7522
Pressure drops	kPa	30
Fouling factor	(m ² K)/W	0

Πίνακας 7.4 : Ψυκτικές αποδόσεις αντλίας θερμότητας ANL 090 στις καιρικές συνθήκες λειτουργίας στον Βόλο

Cooling		ANL 090
Selection data		
Capacity	kW	20.3
Input power	kW	7.4
Input current	A	14
EER	W/W	2.74
Dry bulb air inlet temperature	°C	41.5
Inlet water temperature	°C	12.0
Outlet water temperature	°C	7.0
Temperature difference	°C	5.0
Ethylene glycol	%	0
Water flow rate	l/s	0.9708
Pressure drops	kPa	50
Fouling factor	(m ² K)/W	0

Για την επιλογή της αντλίας θερμότητας θα πραγματοποιηθεί έρευνα ενός μεγαλύτερου μηχανήματος από την ANL 090 για την κάλυψη των θερμικών και ψυκτικών αναγκών της κατοικίας με βάση τις δυσμενέστερες συνθήκες λειτουργίας της εκάστοτε εποχής.

Ύστερα από την διαδικασία της διαστασιολόγησης της αντλίας θερμότητας για την κατοικία, κρίθηκε κατάλληλη η ANL 102 με τα τεχνικά χαρακτηριστικά να αναγράφονται στους πίνακες 7.6 και 7.7.

Πίνακας 7.5 : Αποτελέσματα επιλογής της Α-Θ σύμφωνα με την θερμική και ψυκτική ζήτηση της κατοικίας

Δεδομένα Κατοικίας	
Ψυκτικά Φορτία	21,94 kW
Θερμικά Φορτία	13,83 kW
Θερμικά Φορτία (z.n.x)	3,22 kW
Δεδομένα Αντλίας Θερμότητας	
Ψυκτική Απόδοση (7°C/12°C)	23,60 kW
Θερμική Απόδοση (40°C/45°C)	18,70 kW



Σχήμα 7.7 : Αντλία θερμότητας ANL 102 [21]



Πίνακας 7.6 : Ψυκτικές αποδόσεις αντλίας θερμότητας ANL 102 στις καιρικές συνθήκες λειτουργίας στον Βόλο
Cooling

Selection data		ANL 102
Capacity	kW	23.6
Input power	kW	9.5
Input current	A	17
EER	W/W	2.48
Dry bulb air inlet temperature	°C	41.5
Inlet water temperature	°C	12.0
Outlet water temperature	°C	7.0
Temperature difference	°C	5.0
Ethylene glycol	%	0
Water flow rate	l/s	1.1319
Pressure drops	kPa	46
Fouling factor	(m ² K)/W	0

Πίνακας 7.7 : Θερμικές αποδόσεις αντλίας θερμότητας ANL 102 στις καιρικές συνθήκες λειτουργίας στον Βόλο

Heating		ANL 102
Selection data		
Capacity	kW	18.7
Input power	kW	8.6
Input current	A	17
COP	W/W	2.17
Dry bulb ambient air temperature	°C	-6.1
Wet bulb ambient air temperature	°C	-7.1
Inlet water temperature	°C	40.0
Outlet water temperature	°C	45.0
Temperature difference	°C	5.0
Ethylene glycol	%	0
Water flow rate	l/s	0.9017
Pressure drops	kPa	29
Fouling factor	(m ² K)/W	0

Πίνακας 7.8 : Τεχνικά χαρακτηριστικά ANL 102 [21]

Τεχνικά Χαρακτηριστικά			
Διαστάσεις	0,75 x 1,75 x 1,45 m	Ανεμιστήρας	Αξονικός
Βάρος	270 kg	Αριθμός Ανεμιστήρων	2
Συμπιεστής	Scroll	Ένταση Ήχου	76 Db
Εναλλάκτης	Πλακοειδής	Διαστάσεις Εξόδων Σωλήνων	1 1/4 "
Ψυκτικό Μέσο	R410A	Πιστοποίηση	Eurovent
Ενεργειακή Κλάση	A+	Pdesignh	28

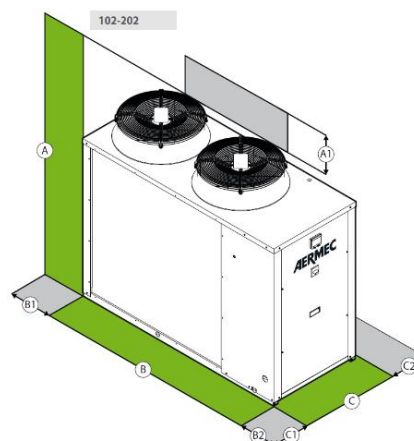


7.4.2 Απαιτούμενος διαθέσιμος χώρος λειτουργίας

Για την άρτια λειτουργία της αντλίας θερμότητας, κυρίως στη λειτουργία της ψύξης ώστε να αερίζεται το μηχάνημα, η κατασκευαστική εταιρεία καθορίζει τον απαιτούμενο διαθέσιμο χώρο. Για την αντλία θερμότητας ANL 102 οι διαστάσεις περιγράφονται στο παρακάτω διάγραμμα.

Πίνακας 7.9: Απαιτούμενες διαστάσεις

Διαστάσεις	
A	1,45 m
A ₁	3 m
B	0,75 m
B ₁	0,8 m
B ₂	1,1 m
C	1,75 m
C ₁	0,8 m
C ₂	0,8 m



Σχήμα 7.8 : Απαιτούμενες διαστάσεις αερισμού για την αντλία θερμότητας ANL 102 [21]

Συμπέρασμα

Όπως προειπώθηκε, στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η αναλυτική περιγραφή και ανάδειξη των καινοτόμων συνδυαστικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης στον κτηριακό τομέα. Για την εφαρμογή των συστημάτων αυτών επιλέχθηκε μια μονοκατοικία στον Βόλο. Η συγκεκριμένη περιοχή κλονίζεται από αντίξοες καιρικές συνθήκες και επομένως η μελέτη και η διαστασιολόγηση των κατάλληλων συστημάτων ήταν κομβικής σημασίας.

Πιο συγκεκριμένα, στον τομέα της θέρμανσης, τοποθετήθηκαν συστήματα ξηράς δόμησης για δάπεδο και τοίχο και της ψύξης, επιλέχθηκαν μονάδες Inverter Fan Coil. Τα παραπάνω συστήματα υπερτερούν στην εργονομία, την αποδοτικότητα και την εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να επιφέρουν, επίσης, περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη. Τέλος, για βέλτιστα αποτελέσματα και ακόμα μεγαλύτερη οικονομία και συνάμα περιβαλλοντική προστασία, επιλέγεται ως κοινή πηγή ενέργειας αλλά και για την παραγωγή των ζεστών νερών χρήσης, μια αντλία θερμότητας. Η συμβολή των συστημάτων αυτών στο χώρο της κοινωνικής ευαισθητοποίησης είναι σημαντική και η ευρεία χρήση τους θα οδηγήσει σε μια αναβαθμισμένη οπτική της θέρμανσης και την ψύξης με γνώμονα το περιβάλλον.



Βιβλιογραφία

- [1] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ). *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε οικιστικά σύνολα*. Διαθέσιμο από : <http://www.cres.gr/kape/publications/download.htm> [Αναρτήθηκε 10 Οκτωβρίου 2018]
- [2] ASHRAE , *History of Radiant Heating & Cooling Systems*, (2010). Διαθέσιμο από : https://www.researchgate.net/publication/293488137_Part_1_History_of_Radiant_Heating_Cooling_Systems [Αναρτήθηκε 11 Οκτωβρίου 2018]
- [3] Αρχαία Ελλάδα Αρχιτεκτονική και Βιοκλιματισμός. Διαθέσιμο από : <http://www.e-history.gr/> [Αναρτήθηκε 10 Οκτωβρίου 2018]
- [4] Underfloor Heating Expert, *The History of Underfloor Heating Systems*, (2016). Διαθέσιμο από : <https://underfloorheatingexpert.com/underfloor-heating-systems-history/> [Αναρτήθηκε 10 Οκτωβρίου 2018]
- [5] Rehau Company. (2015) *Τεχνικές Πληροφορίες : Θέρμανση/Ψύξη Επιφανειών*, 1 (2), 8-195.
- [6] Variotherm Company. (2014) *Dry Heating : Modular Floor Heating*, 1 (1), 1-28
- [7] Interplast Company. *Τεχνικό Εγχειρίδιο : Ενδοδαπέδια Θέρμανση*, (16), 53-73.
- [8] Γύψος, *Τεχνικά χαρακτηριστικά*. Διαθέσιμο από : <https://el.wikipedia.org/wiki/>
- [9] Κόνιας, Γ., *Θέρμανση επιφανειών ξηράς δόμησης σε κτήρια* , στο συνέδριο που διοργανώθηκε για την Calda Energy , Σπάτα ,Αθήνα, Ελλάδα, 26 Φεβρουάριος 2016.
- [10] Variotherm Company. (2014) *Dry Heating : Modular Wall Heating and Cooling*, 1 (2), 1-32
- [11] Variotherm Company. (2014) *Dry Heating : Modular Ceiling Cooling . Modular Ceiling Heating*, 1 (3), 1-36
- [12] Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Μετεωρολογικός σταθμός Βόλου, *Μετρήσεις προηγούμενου έτους*,(2018). Διαθέσιμο από: <http://penteli.meteo.gr/stations/volos/NOAAPRYR.TXT> [Αναρτήθηκε 1 Ιανουαρίου 2018].
- [13] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701 - 3/2010, «Κλιματιστικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών» Έκδοση Γ' (ΦΕΚ Β' 2945) . .
- [14] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701 - 1/2017, «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης» Έκδοση Α'
- [15] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτιριακών χώρων» Έκδοση Ε'
- [16] DIN EN 1264 – 1, (2011). *Water based surface embedded heating and cooling systems-Part 1: Definitions and symbols*, Version German.



- [17] Jianlei, N & Santamouris, M. (2010). *Energy and Buildings: A calculation method for the floor surface temperature in radiant floor system* (42), 1753 – 1758
- [18] Air Conditioning, *History*. Διαθέσιμο από: https://en.wikipedia.org/wiki/Air_conditioning
- [19] History Of Air Conditioner. Διαθέσιμο από : <https://www.airconditioning-systems.com>
- [20] Home Heating & Cooling company. Διαθέσιμο από : <http://www.heatingcoolinghome.com>
- [21] Aermec Company. (2018) Technical Information : *Technical manual Fan Coils Air-cooled and Water-cooled*, 1 (1), 1-750
- [22] Κατσαπρακάκης, Δ & Μονιάκης, Μ. (2015). Θέρμανση – Ψύξη – Κλιματισμός. Αναρτήθηκε από : <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/6167> [14/1/2017].
- [23] The CLTD/SCL/CLF Cooling Load Calculation Method by ASHRAE (1993), Διαθέσιμο από : <https://www.techstreet.com/ashrae/>
- [24] Galleti Air Conditioning Company, Tsitsos Κλίμα. Διαθέσιμο από : <https://www.tsitsos.gr>
- [25] Σελλούντος, Β (2002). *Θέρμανση Κλιματισμός*. Αθήνα : Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ - 4Μ ΕΠΕ
- [26] Calda Energy AEBE., *Ξενοδοχειακός Κλιματισμός*, στο συνέδριο που διοργανώθηκε από το περιοδικό *Ψυκτικός*, Κηφισιά, Αθήνα, Ελλάδα, 23 Φεβρουαρίου 2019.
- [27] Κόνιας, Γ., *Ηλιοθερμικά συστήματα για θέρμανση κτηρίων κατοικίας*, στο συνέδριο που διοργανώθηκε ASHRAE, Μεταξουργείο, Αθήνα, Ελλάδα, 7 Μαρτίου 2015.
- [28] Καλογιαννάκης, Μ (2009). Οδηγίες σύνταξης και παρουσίασης της βιβλιογραφίας. Ανακτήθηκε από: <http://math-301.pbworks.com> [13/3/2019]



Προγράμματα

1. AutoCAD 2018
2. Microsoft Office Word 2016
3. Microsoft Office Excel 2016
4. Maggelano Software (Aermec Company)
5. Variotherm Software Heating System
6. 4M ADAPT/FCALC-Win 2000
7. Gimp – Image Manipulation Program