



**Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο
(ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ.)**

Σχολή Μηχανικών

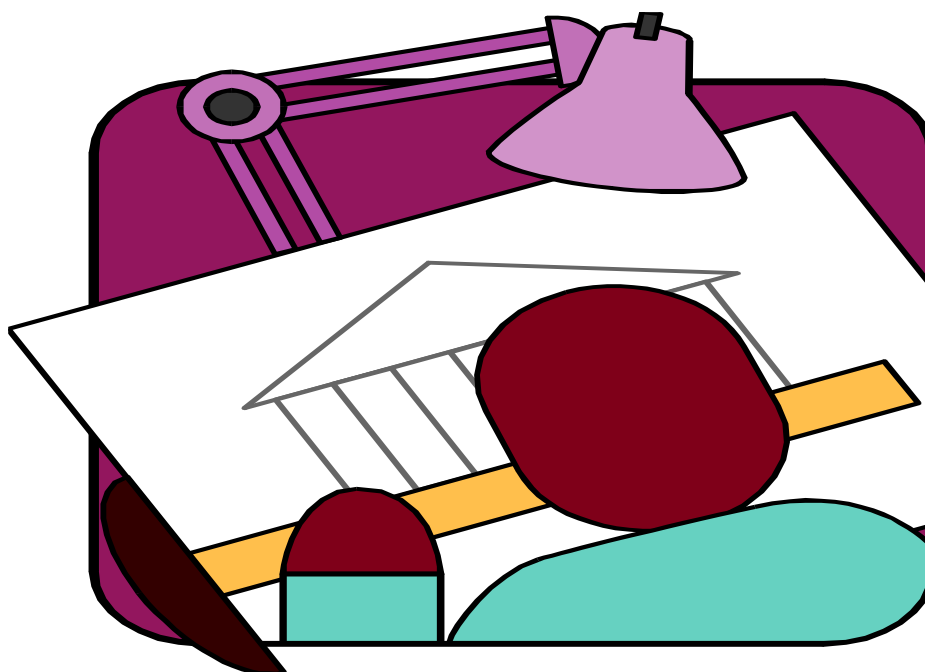
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Εσταυρωμένος, Ηράκλειο Κρήτης. Τ.Κ. 71410

Τηλ: (2810) 379720-Fax: 379859 email: myrmo@hmu.gr

Σημειώσεις Μαθήματος

ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ – ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ 1 (ΘΨΚ-1)



Μύρων Εμμ. Μονιάκης

Δπλ/χος Μηχ/γος Μηχανικός, MSc

Λέκτορας ΕΛ.ΜΕ.ΠΑ.

Μέρος Α!

***Θερμομονώσεις – Θερμικές Απώλειες - Μονοσωλήνιο &
Δισωλήνιο σύστημα – Υπολογισμοί***

Οι σημειώσεις αυτές έχουν στηριχτεί σε μεγάλο βαθμό, στις αντίστοιχες σημειώσεις που διένειμε στους σπουδαστές του μαθήματος ο αγαπητός συνάδελφος κος Κουρούκλης Βασίλειος (Τ), για το διάστημα που δίδασκε το μάθημα αυτό και τις οποίες μου παραχώρησε και τον ευχαριστώ γι αυτό. Εννοείτε ότι συν τω χρόνω, (θα) καταβάλλεται προσπάθεια για να αναδιαμορφώνονται, ανανεώνονται και εμπλουτίζονται, παρακολουθώντας και τις τρέχουσες τεχνικές εξελίξεις στο αντικείμενο του μαθήματος (πχ ΚΕΝΑΚ, νέα Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης κ.λπ.).

Αυτονόητο είναι επίσης ότι οι όποιες Σημειώσεις του μαθήματος δεν υποκαθιστούν καθ' οιονδήποτε τρόπο τις παρακολουθήσεις και εργασίες που γίνονται στα πλαίσια του μαθήματος, ούτε μπορούν να «καλύψουν» σε πλήρη βαθμό όλα τα αντικείμενα του τομέα της Θέρμανσης, για τα οποία i) και πολύ πιο ολοκληρωμένα συγγράμματα υπάρχουν (δεξ βιβλιογραφία, σύστημα Εύδοξος κλπ.), αλλά και ii) πρέπει να υπάρχει συνεχής ενημέρωση των σημερινών φοιτητών / αυριανών αποφοίτων μας, μέσα από τον Τεχνικό τύπο, από διαλέξεις, ημερίδες, συνέδρια, και φυσικά από τις πολλές και σοβαρές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον συγκεκριμένο τομέα.

Ηράκλειο, Μάϊος 2020

Ο διδάσκων

Μύρων Μονιάκης

Κεφάλαιο 1.

Μετάδοση της θερμότητας

1.1. Τρόποι μετάδοσης της θερμότητας

1.2. Θερμομόνωση

1.2.1. Γενικά

1.2.2. Στοιχεία θερμομόνωσης

1.2.3. Βασικές προδιαγραφές μονωτικών υλικών

1.2.4. Πάχος μονωτικού υλικού

1.2.8. Επιλογή θερμοκρασίας χώρων διαμονής

1.2.6. Μονωτικά Υλικά

1.2.7. Υπολογισμοί

1.2.5. Εργασίες Θερμομόνωσης

Κεφάλαιο 2.

Παραδείγματα Οροφών, Δαπέδων και τοίχων από το Φ.Ε.Κ. του διατάγματος περί Θερμομόνωσης κτιρίων*

2.1. Οροφή οπλισμένου σκυροδέματος. (Μόνωση πάνω από την πλάκα σκυροδέματος)

2.3. Οροφή οπλισμένου σκυροδέματος. (Πλάκα τύπου Zollner.)

2.4. Δάπεδο επάνω από Pilotis με ορατό σκυρόδεμα

2.5. Δάπεδο ξύλινο , κολλητό , επάνω από κλειστό υπόγειο χώρο. Ζώνη Α (*)

2.6. Δάπεδο ξύλινο επάνω από κλειστό υπόγειο χώρο. (Ζώνη Β)

2.7. Δάπεδο ξύλινο επάνω από κλειστό υπόγειο χώρο. (Ζώνη Γ)

2. 8. Δάπεδο σε φυσικό έδαφος. (Ζώνη Α)

2.9. Δάπεδο σε φυσικό έδαφος . (Ζώνη Β)

2.10. Δάπεδο σε φυσικό έδαφος . (Ζώνη Γ) .

Κεφάλαιο 3.

Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

3.1. Θερμικές Απώλειες εσωτερικών χώρων

3.2. Απώλειες Αγωγιμότητας

3.3. Προσανυξήσεις Προσανατολισμού Z_H

3.4. Προσανυξήσεις λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας Z_D

3.5. Προσανυξήσεις λόγω Ύψους

3.6. Απώλειες Αερισμού

3.7. Υπολογισμός του συντελεστή διεισδύσεως αέρα (α)

3.8. Υπολογισμός του Χαρακτηριστικού αριθμού χώρου ή συντελεστή διεισδυτικότητας (R).

3.9. Προσεγγιστικός Υπολογισμός των Απωλειών Αερισμού για συνήθη Κτίρια .

- 3.10.Υπολογισμός του Συντελεστή προσβολής Ανέμου (H) .
- 3.11. Υπολογισμός Θερμικών απωλειών στην Πράξη.
- 3.12.Υπολογισμός του Συντελεστή Γωνιακών Παραθύρων (Z_E) .

Κεφάλαιο 4

ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

- 4.1.Γενικά :
- 4.2.Τύποι Θερμαντικών Σωμάτων
- 4.3. Χαλύβδινα Θερμαντικά σώματα με φέτες (τύπου ΑΚΑΝ)
- 4.4. Σώματα Αλουμινίου
- 4.5. Σώματα τύπου RUNTAL

Κεφάλαιο 5

Στοιχεία Σωληνώσεων δικτύων Κεντρικής Θέρμανσης

- 5.1. Χαλυβδοσωλήνες
- 5.2. Χαλκοσωλήνες

Κεφάλαιο 6

Υπολογισμός Μονοσωληνίου Συστήματος

- 6.1.Υπολογισμός της κατακόρυφης στήλης
- 6.2.Υπολογισμός των σωληνώσεων του επιδαπέδιου (μονοσωληνίου) συστήματος κεντρικής θέρμανσης
- 6.3. Υπολογισμός των Θερμοκρασιακών διαφορών και των Θερμαντικών Σωμάτων σε μονοσωληνίο σύστημα Κεντρικής Θέρμανσης.

Κεφάλαιο 1.

Μετάδοση της θερμότητας

1.1. Τρόποι μετάδοσης της θερμότητας

Η μετάδοση της θερμότητας είναι μια σύνθεση διαδικασία που επιτελείται (εφ' όσον υπάρχει κάποια θερμοκρασιακή διαφορά) με τρεις βασικούς τρόπους :

- Με αγωγή (φαινόμενο της αγωγιμότητας), που συνίσταται στη διάδοση (μεταφορά) θερμότητας από μόριο σε μόριο μέσα σε στερεό σώμα ή μεταξύ δυο στερεών που βρίσκονται σε απόλυτη επαφή μεταξύ τους ή σε ακίνητα υγρά και αέρια. Η μετάδοση θερμότητας με αγωγή προθέτει ότι τα μόρια δεν μετακινούνται.
- Με συναγωγή (ή επαφή-μεταφορά), κατά την οποία η θερμότητα μεταδίδεται από την επιφάνεια στερεού σώματος στη μάζα ενός ρευστού ή αντίστροφα και συνοδεύεται πάντα από τη σχετική κίνηση των μορίων του ρευστού ως προς το στερεό. Αν η κίνηση προέρχεται μόνο από δυνάμεις που δημιουργούνται από τη διαφορά πυκνότητας της μάζας του ρευστού εξ αιτίας θερμοκρασιακών διαφορών τότε έχουμε φυσική ή ελεύθερη συναγωγή. Αν αντίθετα, η κίνηση του ρευστού επιβάλλεται μηχανικά από τα «έξω», τότε έχουμε βεβιασμένη ή εξαναγκασμένη συναγωγή.
- Με ακτινοβολία, οπότε η θερμότητα (μεταφέρεται) με ηλεκτρομαγνητικά κύματα, σχετικά μεγάλου μήκους κύματος, χωρίς τη μεσολάβηση μάζας. Η φύση του φαινομένου της διάδοσης της θερμότητας με ακτινοβολία είναι σημαντικά διαφορετική από τα προηγούμενα και χαρακτηρίζεται από διπλή μετατροπή ενέργειας -η θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρομαγνητική και η ηλεκτρομαγνητική σε θερμική.

Οι θεμελιώδεις μορφές – τρόποι μετάδοσης της θερμότητας που αναφερθήκαν , δεν είναι ξεκομμένες μεταξύ τους και σπάνια συναντάται η μια ανεξάρτητα της άλλης. Αντίθετα, στις περισσότερες περιπτώσεις οι μορφές αυτές συναντούνται σε διάφορους συνδυασμούς κατά τη ροή της θερμότητας , και μάλιστα αλληλοεπηρεαζόμενες, και είναι πολλή δύσκολο να της ξεχωρίσουμε.

Μονάδα μέτρησης της θερμότητας

Η μονάδα μέτρησης της θερμότητας είναι η χιλιοθερμίδα (kcal). Αυτή πρακτικά ανταποκρίνεται σε εκείνη την ποσότητα θερμότητας, που είναι αναγκαία για να θερμανθεί 1 kg νερού υπό ατμοσφαιρική πίεση , από τους +14,5°C στους +15,5°C

Μετά την ενοποίηση των συστημάτων μονάδων κατά το διεθνή Οργανισμό Πιστοποίησης ISO η μονάδα ενέργειας είναι πλέον το JOULE (J) και η αντιστοιχία είναι

$$1 \text{ kcal} = 4.186,6 \text{ J} = 1,163 \text{ Wh.}$$

1.2. Θερμομόνωση

1.2.1.Γενικά

Η θερμομόνωση μιας μηχανολογικής εγκατάστασης έχει προορισμό να περιορίζει τις απώλειες ενέργειας προς το περιβάλλοντα χώρο.

Αυτή η μείωση των απωλειών μπορεί να ξεπεράσει και το 50%, σε σύγκριση με μια εγκατάσταση χωρίς μόνωση.

Ενδεικτικά αναφέρουμε τις παρακάτω μηχανολογικές εγκαταστάσεις όπου απαιτείται θερμομόνωση:

- Δίκτυα ζεστού και ψυχρού νερού.
- Δεξαμενές boilers.
- Λέβητες.

Ειδικά στις εγκαταστάσεις υψηλών θερμοκρασιών (π.χ. δίκτυα ατμού) η θερμομόνωση μας προφυλάσσει από εγκαύματα, ενώ στις ψυκτικές εγκαταστάσεις από κρυοπαγήματα και σπατάλη ηλεκτρικής ενέργειας.

Στα μικρά έργα οι απώλειες ενέργειας, λόγω έλλειψης θερμομόνωσης, ίσως να μην εντυπωσιάζουν και να μην δίνουμε ιδιαίτερη σημασία.

Όμως μια σοβαρότερη εξέταση του θέματος είναι σίγουρο ότι θα μας οδηγήσει σε διαφορετική θέση. Και αυτό για δύο σημαντικούς λόγους:

- Ανεξάρτητα από το μέγεθος, μια καλή θερμομόνωση αποσβένεται συνήθως σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα (π.χ. μέσα σε δύο χρόνια). Ενώ ένα έργο κατασκευάζεται και λειτουργεί για πολύ περισσότερα χρόνια.
- Στον τόπο μας υπάρχουν περίπου 4.500.000 κτίρια (νοικοκυριά, γραφεία, εκπαιδευτήρια κ.α.). Σημαντικό ποσοστό από τις κατοικίες μας διαθέτει εγκατάσταση θέρμανσης χωρίς θερμομόνωση. Επομένως η συνολική ζημία που προκύπτει στην Εθνική μας οικονομία είναι τεράστια.

Ειδικά οι κάτοικοι της Αθήνας ας μην ξεχνούν και την συμβολή των κεντρικών Θερμάνσεων στη δημιουργία του νέφους. Γιατί απώλειες θερμότητας σημαίνουν, τελικά, κατανάλωση περισσότερων καυσίμων.

Στα μεγάλα κτιριακά ή βιομηχανικά έργα επιβάλλεται, από τη φάση της κατασκευής, η πλήρης θερμομόνωση όλων των μηχανολογικών εγκαταστάσεων που μεταφέρουν ή αποθηκεύουν ρευστά σε υψηλές θερμοκρασίες.

1.2.2.Στοιχεία θερμομόνωσης

Τα στοιχεία μιας θερμομόνωσης είναι τα κάτωθι:

- Το μονωτικό υλικού.
- Η στήριξη του μονωτικού υλικού.
- Η μηχανική προστασία του μονωτικού υλικού.

1.2.3. Βασικές προδιαγραφές μονωτικών υλικών

Οι βασικές προδιαγραφές μονωτικών υλικών είναι οι κάτωθι:

- Να είναι κατάλληλα για την συγκεκριμένη εφαρμογή.
- Να αντέχουν στη θερμοκρασία λειτουργίας της εγκατάστασης.
- Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας να είναι χαμηλός.
- Να έχουν μηχανική αντοχή, να μη τρίβονται εύκολα ή να μεταβάλλουν το σχήμα τους κλπ.
- Να μην αποσυντίθενται με την πάροδο του χρόνου ή να μειώνεται η θερμομονωτική ικανότητα τους (γήρανση υλικού).
- Να μη παγιδεύουν υγρασία.
- Να μην είναι διαβρωτικά ή τοξικά.
- Να μην εύφλεκτα και να σβήνουν μόνα τους αν αναφλεγούν.
- Να κατεργάζονται εύκολα.

1.2.4. Πάχος μονωτικού υλικού

Γενικά, όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του μονωτικού υλικού τόσο καλύτερη θερμομόνωση έχουμε. Όμως λόγοι κόστους επιβάλλουν την αναζήτηση του (βέλτιστου) οικονομικού πάχους μόνωσης.

Το πάχος εξαρτάται από:

- Τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της προς μόνωση επιφάνειας και του Περιβάλλοντος.
- Το είδος του μονωτικού υλικού.
- Το είδος της προς μόνωση επιφάνειας (σωλήνας, επίπεδη κλπ.).
- Τη διάρκεια λειτουργίας της εγκατάστασης μέσα σε ένα χρόνο.
- Το κόστος των καυσίμων.

Σε μεγάλες εγκαταστάσεις το πάχος αυτό υπολογίζεται και αναφέρεται στην Μελέτη. Για συνήθεις εγκαταστάσεις θέρμανσης το συνιστώμενο από τις ΤΟΤΕΕ ελάχιστο πάχος μόνωσης και πάπλωμα δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Διάμετρος σωλήνας	Θερμοκρασία νερού	Πάχος Μονωτικού
mm	°C	Mm
<40	<80 <100	15 20
40-60	<80 100	25 30
60-125	<80 100	30 40
125 - 250	<80 100	40 50
>250	<80 100	50 60
Επιφάνειες επίπεδες κλπ.	<80 100	50 60

Πίνακας 1.1. Ελάχιστο πάχος θερμομονωτικού υλικού

1.2.5. Εργασίες Θερμομόνωσης

Οι εργασίες για την θερμομόνωση είναι οι κάτωθι:

- Ενημέρωση επί των απαιτήσεων της μελέτης ,εφ' όσον αυτή υπάρχει.
- Επιλογή και προετοιμασία του υλικού (μέτρημα, κοπή κλπ).
- Τοποθέτηση του μονωτικού με προσοχή, με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή και χωρίς να το καταστρέψουμε.
- Στερέωση του μονωτικού, ειδικά των κατακόρυφων τμημάτων.
- Μηχανική προστασία του μονωτικού, εφ' όσον υπάρχει κίνδυνος καταστροφής ή είναι εκτεθειμένο στις ηλιακές ή τη βροχή.

Η προστασία του μονωτικού μπορεί να γίνει με:

- Μανδύα από γαλβανισμένη λαμαρίνα πάχους 0,5 έως 1,0 mm.
- Φύλλο αλουμινίου πάχους 0,5 έως 1,2 mm.
- Επικάλυψη με πλαστικό σωλήνα.
- Βαφή.

1.2.6. Μονωτικά Υλικά

Τα συνήθη υλικά που χρησιμοποιούμε στις εγκαταστάσεις θέρμανσης είναι :

Διογκωμένο πολυαιθυλένιο, κλειστής κυψέλης

Πωλείται σε κοχύλια για τη μόνωση σωλήνων θέρμανσης, ζεστού νερού χρήσης κ.λπ. καθώς και σε παπλώματα για τη μόνωση δεξαμενών, επίπεδων, επιφανειών και σωλήνων μεγάλης διαμέτρου, με τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Στερεώνεται με κόλλα, κλιπς, φερμουάρ κλπ.
- Πυκνότητα, περίπου 30 kg/m³
- Αντοχή στη θερμοκρασία από -45 έως 105 C.
- Είναι άοσμο, δεν προκαλεί αναθυμιάσεις, δεν παραμορφώνεται, είναι εύκαμπτο.
- Προσφέρεται σε σωλήνες από ¼" έως 6" σε πάχος 6 mm, 9 mm, 13 mm, 19 mm και 32 mm, καθώς και σε πλάκες πάχους 10 mm, 15 mm και 20 mm.

Καουτσούκ συνθετικό, κλειστής κυψέλης

Πωλείται σε σωλήνες και παπλώματα. Η στερέωση τους όπως ανωτέρω.

- Θερμοκρασία εφαρμογής από - 40 έως 105 °C
- Είναι εύκαμπτο, ανθεκτικό στις καιρικές και στα οξέα.
- Προσφέρεται σε σωλήνες από ¼" έως 6" σε πάχος 6 mm, 9 mm, 13 mm, 19 mm και 32 mm καθώς και σε πλάκες πάχους 10 mm, 15 mm και 20 mm.

Υαλοβάμβακας

Παράγεται από ανόργανα υλικά. Είναι υλικό άκαυστο, δεν διαβρώνει, δεν διαβρώνεται και είναι εύκαμπτο. Αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες (άνω των 600 °C). Πωλείται σε πάπλωμα με ή χωρίς αλουμινόφυλλο σε πάχη από 4 μέχρι και 10 mm. Χρειάζεται μηχανική στερέωση.

Πετροβάμβακας

Χρησιμοποιείται, σε μορφή ινών ή κοχυλιών, σε σημεία πολύ υψηλών θερμοκρασιών (μέχρι 1100 °C). Είναι υλικό, χημικά ουδέτερο, δεν διαβρώνει, δεν διαβρώνεται και είναι εύκαμπτο. Διατίθεται σε πάχη από 20 έως 180 mm.

1.2.7. Υπολογισμοί

Για τον υπολογισμό της μεταβιβαζόμενης θερμότητας μεταξύ των τοίχων, Ορόφων, δαπέδων χρησιμοποιούνται οι εξής ορισμοί:

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ) ενός υλικού ονομάζεται η Ποσότητα θερμότητα σε kcal η οποία διέρχεται ανά ώρα κάθετα δια Μέσου της στρώσης του υλικού αυτού επιφάνειας $1m^2$ και για πάχος $1m$ όταν η διαφορά θερμοκρασίας είναι $1^\circ C$. Ο συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας

εκφράζεται σε

$$\lambda = kcal/(m * h * ^\circ C \text{ ή στο S.I. σε } \lambda = W/(m * K)$$

- Συντελεστής θερμικής μετάβασης (a) από την επιφάνεια στοιχείου κατασκευής προς τον εν επαφή αέρα και αντίστροφα ονομάζεται η ποσότητα θερμότητα σε kcal η οποία μεταδίδεται σε σταθερή θερμική κατάσταση και του εν επαφή αέρα, όταν μεταξύ τους υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας $1^\circ C$. Η μονάδα θερμικής μετάβασης είναι

$$a = Kcal/h * ^\circ C * m^2 \text{ ή στο S.I. } a = Kcal/h * ^\circ C * m^2$$

Συντελεστής θερμοπερατότητας (U) όπου (η θερμοπερατότητα) χαρακτηρίζει τη μετάδοση θερμότητας διαμέσου ενός στοιχείου κατασκευής λαμβάνοντας υπόψη τη θερμοδιαφυγή διά των διαφόρων υλικών του στοιχείου όπως και τη θερμική μετάβαση από τις δύο πλευρές αυτού. Αυτή καθορίζεται από τη ποσότητα θερμότητα η οποία μεταδίδεται μεταξύ των δύο χώρων εκατέρωθεν του στοιχείου κατασκευής λαμβάνοντας υπόψη τον εν επαφή αέρα (π.χ αέρας εσωτερικού χώρου και αέρας εξωτερικού χώρου).

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U) ισούται με την ποσότητα θερμότητας σε Kcal (ή σε W) η οποία μεταδίδεται σε σταθερή θερμοκρασιακή κατάσταση ανά ώρα δια μέσου επιφάνειας $1 m^2$ του στοιχείου κατασκευής όταν η διαφορά θερμοκρασίας προς τις δύο πλευρές του εν επαφή αέρα είναι $1^\circ C$. Εκφράζεται σε $K = \frac{kcal}{m^2 * h * ^\circ C}$. Ή σε $\frac{W}{m^2 * K}$

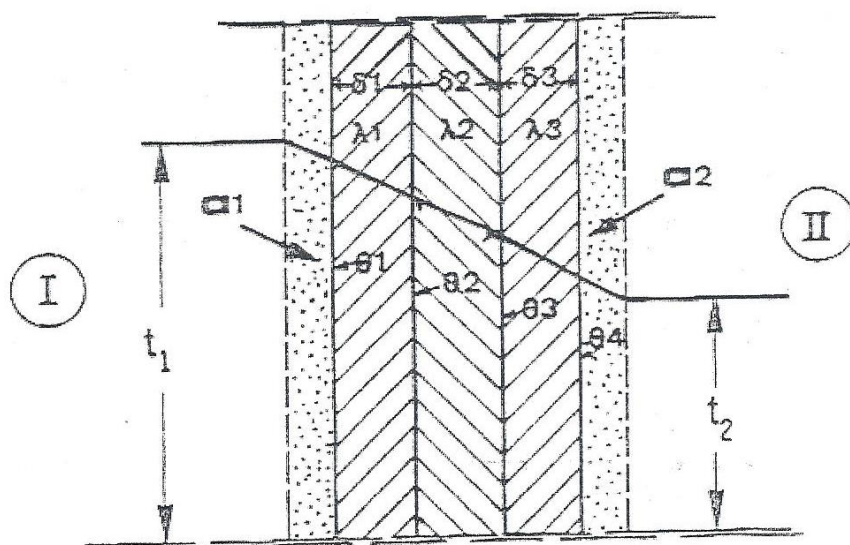
Παράδειγμα :

Έστω στην συνέχεια μικτή μετάδοση θερμότητα μεταξύ δύο χώρων που διαχωρίζονται από επίπεδο τοίχωμα.

Ας ονομάσουμε Q την ανά ώρα διερχόμενη θερμότητα μέσω της επιφάνειας F του τοιχώματος από τον χώρο I θερμότητας t_1 προς τον χώρο II θερμοκρασίας t_2 .

Το επίπεδο τοίχωμα θεωρούμε ότι αποτελείται από τρία π.χ. διαφορετικά υλικά που έχουν συντελεστές αγωγιμότητας $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ και πάχη αντίστοιχα δ_1, δ_2 και δ_3 .

Έστω α_1 ο συντελεστής μετάβασης του αέρα στον χώρο I και α_2 ο αντίστοιχος συντελεστής στον χώρο II. Αν είναι επίσης $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ οι θερμοκρασίες της επιφάνειας του τοιχώματος σε επαφή προς τα στρώματα του αέρα στους χώρους I και II.



Αν U είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας του όλου δομικού στοιχείου θα δείξουμε τη σχέση

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (3.1).$$

Απόδειξη : Από τον ορισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας θα έχουμε τη σχέση :

$$Q = U * F * (t_1 - t_2) \quad (3.2)$$

Όπου F η επιφάνεια σε (m^2) .

Από τον ορισμό των συντελεστών θερμικής μεταφοράς θα έχουμε επίσης :

$$Q = \alpha_1 F * (t_1 - \theta_1) \quad \text{και}$$

$$Q = \alpha_2 F * (\theta_4 - t_2)$$

Επίσης από τον ορισμό του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και θεωρώντας τη διέλευση της ωριαίας θερμότητας Q μέσω των υλικών 1, 2, 3 θα ισχύει :

$$Q = \frac{\lambda_1}{\delta_1} * F * (\theta_1 - \theta_2)$$

$$Q = \frac{\lambda_2}{\delta_2} * F * (\theta_2 - \theta_3)$$

$$Q = \frac{\lambda_3}{\delta_3} * F * (\theta_3 - \theta_4)$$

Από τις παραπάνω σχέσεις παίρνουμε :

$$t_1 - \theta_1 = \frac{Q}{\alpha_1 * F}$$

$$\theta_1 - \theta_2 = \frac{Q * \delta_1}{\lambda_1 * F}$$

$$\theta_2 - \theta_3 = \frac{Q * \delta_2}{\lambda_2 * F}$$

$$\theta_3 - \theta_4 = \frac{Q * \delta_3}{\lambda_3 * F}$$

Στη συνέχεια αθροίζοντας έχουμε :

$$t_1 - t_2 = \frac{Q}{F} * \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2} \right)$$

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2}} * F * (t_1 - t_2) \quad (3.3)$$

Συγκρίνοντας την σχέση αυτή με την (3.2) προκύπτει η έκφραση του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) δηλαδή :

$$U = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2} \right)}$$

Η σχέση αυτή είναι γενική και ισχύει για οποιαδήποτε υλικά με πάχη $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ και με συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$.

Στον επόμενο πίνακα (Πιν. 1.2.) αναφέρονται οι συντελεστές αγωγιμότητας των διαφόρων υλικών όπως περιέχονται στον πρόσφατα ψηφισθέντα Κ.Ε.Ν.Α.Κ. και τις σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. .

Επίσης στους πίνακες (Πιν. 1.3.α. & 1.3.β.) αναφέρονται για τις διάφορες περιπτώσεις οι συντελεστές θερμικής μετάβασης του αέρα εσωτερικού χώρου α_i και εξωτερικού χώρου α_a όπως και οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης $R_i = \frac{1}{\alpha_i}$ και $R_a = \frac{1}{\alpha_a}$.

Πίνακας 2. Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών για διάφορα δομικά υλικά

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμοχωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	ср	μ	
	kg/m ³	W/(mK)	J/(kgK)	ξηρό	υγρό
1. Ανόργανα δομικά υλικά					
1.1. Φυσικοί λίθοι και γαίες					
1.1.1. Συμπαγείς λίθοι					
1.1.1.1 Ιζηματογενή πετρώματα (σκληρά)	2600	2,300 3,500	1 000	250	200
1.1.1.2 Ομογενής βράχος		3,500			
1.1.1.3 Βασάλτης	2700 - 3000	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.4 Γνεύσιος	2400 - 2700	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.5 Γρανίτης	2500 - 2700	2,800	1 000	10 000	10 000
1.1.1.6 Μάρμαρο	2800	3,500	1 000	10 000	10 000
1.1.1.7 Σχιστόλιθος	2000 - 2800	2,200	1 000	1 000	800
1.1.1.8 Ασβεστόλιθος πολύ σκληρός	2600	2,300	1 000	250	200
σκληρός	2200	1,700	1 000	200	150
ημίσκληρος	2000	1,400	1 000	50	40
1.1.2. Πορώδεις λίθοι					
1.1.2.1 Ασβεστόλιθος μαλακός	1800	1,100	1 000	40	25
πολύ μαλακός	1600	0,850	1 000	30	20
1.1.2.2 Ψαμμίτης	2600	2,300	1 000	40	30
1.1.2.3 Ιζηματογενή πετρώματα (μαλακά)	1500	0,850	1 000	30	20
1.1.2.4 Κίσηρη υπ ό μορφή πέτρας, λάβα, πορώδης λάβα	1600	0,550	800	20	15
1.1.2.5 Ελαφρόπετρα, θηραϊκή γη	400	0,120	1 000	8	6
1.1.2.6 Πλάκες τύπου Μάλτας (μαλτεζόπλακες)		1,050			
1.2. Γαιώδη υλικά και υλικά πλήρωσης διακένων δαπέδων, οροφών, τοίχων κ.τ.λ.					
1.2.1. Χώμα συμπαγές	1800	2,000			
1.2.2. Άργιλος / ιλύς	1200 - 1800	1,500	1 670 - 2 500	50	50
1.2.3. Ιλυώδης άμμος (υγρή)	1700	1,500	1 800	—	
1.2.4. Τύρφη (σε ξηρή κατάσταση)	400	0,200	1 000		
(σε υγρή κατάσταση)	900	0,500	1 500		
1.2.5. Άμμος διαμέτρου κόκκου < 5 mm	1520	0,350	800		
1.2.6. Αμμοχάλικο	2200	2,000	910 - 1180	50	50
1.2.7 Χονδρόκοκκη κίσηρη		0,190		40 180	
1.2.8 Διογκωμένος περλίτης	50 - 130	0,070	900	1 - 2	
1.2.9 Ψηφίδες διαμέτρου κόκκου 50-10 mm, συλλεκτές και θραυστές		0,810			
1.2.10. Θραύσματα οπτόπλινθων και κεραμιδιών	1400	0,410			
1.3. Κατεργασμένη άργιλος (πηλός)					
1.3.1. Ελαφρός πηλός (κίσηρη + πηλός)	760	0,230	1 000	6	
1.3.2. Πηλός μπαγατί		0,47			
1.3.3. Πηλός λάσπη	1200 - 1800	1,5	1670 - 2500	50	50
1.3.4. Ωμόπλινθοι συμπαγείς	1990	0,800	1 000	10	
1.3.5. Ωμόπλινθοι με πρόσμειξη άχυρου	300	0,100	1 500	5	
	660	0,19	1 500	5	
	1400	0,7			
1.4. Επιχρίσματα, κονιάματα στρώσεων και συνδετικά κονιάματα αρμών					
1.4.1. Ασβεστοκονίαμα	1800	0,870	1 000	15	
1.4.2. Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,870	1 000	25 - 35	
	1900	1,000	1 100	35	
1.4.3. Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	1,400	1 100	25 - 35	

1.4.4. Ασβεστογυψοκονίαμα	1400	0,700	1 000	10	
1.4.5. Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	1200	0,350	900	10	6
με συμπλήρωμα άμμου	1600	0,800	900	10	6
1.4.6. Θερμομονωτικό επίχρισμα (εξωτερικά)	250	0,080	1 100	10	
	350	0,100	1 100	10	
	500	0,140	1 100	10	
1.4.7. Συνθετικά κονιάματα	1800	0,870	1 100	80 - 250	
1.4.8. Επίστρωση χυτής ασφάλτου	2300	0,900		∞	
1.5. Σκυροδέματα και ελαφρά σκυροδέματα (σε κατασκευαστικά στοιχεία χωρίς αρμούς και σε πλάκες μεγάλου μεγέθους)					
1.5.1. Σκυρόδεμα άσπλο ή ελαφρώς οπλισμένο μέσης πυκνότητας	1800	1,150	1 000	10	60
	2000	1,350	1 000	0	10
	2200	1,650	1 000	0	12
υψηλής πυκνότητα	2400	2,000	1 000	0	13
1.5.2. Οπλισμένο σκυρόδεμα χαμηλής ποιότητας (παλαιού τύπου B120)		1,510			
1.5.3. Οπλισμένο σκυρόδεμα(1% σίδηρος)	2300	2,300	1 000	0	13
(>2% σίδηρος)	2400	2,500	1 000	0	13
1.5.4. Γαρμπιλοσκυρόδεμα, γαρμπιλόδεμα	1500	0,640			20
	1700	0,810			25
	1900	1,100			35
1.5.5. Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0,200			5
	600	0,220			- 20
	800	0,280			5
	1000	0,350			- 20
	1200	0,460			5
1.5.6. Σύμμεκτα Ελαφροσκυρόδεμα με διογκωμένη πολυστερίνη	200	0,065			- 20
	250	0,070			11
	300	0,080			12
	350	0,110			12
1.5.7. Κυψελωτό σκυρόδεμα σκληρυμένο με ατμό	400	0,140	1 000		22
	500	0,190	1 000		3
	600	0,230	1 000		4
	800	0,290	1 000		4
	1000	0,350	1 000		5
1.5.8. Περιπτόδεμα (το ειδικό βάρος εξετάται από την κατ' όγκον αναλογία τσιμέντου:περίλη)					6
1.5.8.1 Περιπτόδεμα χωρίς τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	350	0,130			
	450	0,140			
	500	0,160			
	600	0,200			
1.5.8.2 Περιπτόδεμα με τη χρήση αφροποιητικού παράγοντα	350	0,094			
	450	0,110			
	500	0,116			
	600	0,140			
1.5.9. Ελαφροβαρείς πλάκες					
1.5.9.1. Πλάκες από κισηρόδεμα	800	0,280			5
1.5.9.2. Πλάκες από ελαφρό σκυρόδεμα με ανάμεικτα αδρανή	1400	0,580			- 10
1.5.10. Πλάκες μικρού πάχους, σανίδες					10 - 25
1.5.10.1 Γυψοσανίδες	700	0,210	1 000		
	900	0,250	1 000		10
	1150	0,360	1 000		4
1.5.10.2 Τσιμεντοσανίδες 1200 - 1300		0,28 - 0,32			10
1.5.10.3 Ινοπλισμένες τσιμεντόπλεκες	2000	0,480	1 100		20 - 30
1.6. Λιθοσώματα					60

1.6.1. Τεχνητοί λίθοι	1750	1,300	1 000	50	40
1.7. Τοιχοποιίες από λιθοσώματα, συμπεριλαμβανομένου του συνδετικού κονιάματος των αρμών ⁽¹⁾					
1.7.1. Τοιχοποιία από πλίνθους τσιμεντοειδούς βάσης					
1.7.1.1. Τσιμεντόλιθοι από ασβεστολιθικά αδρανή (ασβέστη - άμ	1200	0,560	1 000	8 - 10	
	1400	0,700	1 000	8 - 10	
	1600	0,790	1 000	15 - 25	
	1800	0,990	1 000	15 - 25	
	2000	1,100	1 100	15 - 25	
	2200	1,300	1 100	15 - 25	
1.7.1.2. Ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθοι (ελαφροτσιμεντόλιθοι)	400	0,110	1 000	3 - 5	
	500	0,130	1 000	4 - 6	
	600	0,160	1 000	5 - 7	
	700	0,190	1 000	6 - 8	
	800	0,220	1 000	8 - 10	
1.7.1.3. Διάτρητες πλίνθοι από κυψελωτό σκυρόδεμα	600	0,350	1 000	5 - 10	
	800	0,470	1 000	5 - 10	
	1000	0,650	1 000	5 - 10	
	1200	0,770	1 000	5 - 10	
	1400	0,910	1 000	5 - 10	
	1600	1	1 000	5 - 10	
1.7.1.4 Κισηρόλιθοι (πλίνθοι από φυσική ελαφρόπετρα)	500	0,17	1 000	5 - 10	
	600	0,2	1 000	5 - 10	
	700	0,22	1 000	5 - 10	
	800	0,26	1 000	5 - 10	
1.7.2 Οπτοπλινθοδομή, ανεπίχριση, συμπεριλαμβανομένου και του κονιάματος των αρμών πάχους 12 mm					
1.7.2.1 Οπτοπλινθοδομή με πλήρεις οπτοπλίνθους	1200	0,490	1 000	10 - 25	
	1500	0,600	1 000	10 - 25	
	1700	0,680	1 000	10 - 25	
	1900	0,78	1 000	10 - 25	
1.7.2.2 Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	1200 (2)	0,45	1 000	5 - 10	
	1500 (2)	0,510	1 000	5 - 10	
	1700 (2)	0,580	1 000	5 - 10	
	1900 ⁽²⁾	0,640	1 000	5 - 10	
1.7.2.3 Πορώδεις αργιλικές οπτοπλίνθοι (πορώδη τούβλα)	940	0,260	1 000	10	
1.7.2.4 Οξύμαχες οπτοπλίνθοι (κλίνκερ)	1800	1,800	900	100	
1.8. Γαλότουβλα	2500	1,400	840	∞	
1.9. Κεραμίδια					
1.9.1 Κεραμίδια		0,400			
1.9.2. Αργιλικά πλακίδια επιστέγασης	2000	1,000	800	40	30
2. Ξύλα					
2.1. Συμπαγής ξυλεία					
2.1.1. Κατεργασμένη και ακατέργαστη ξυλεία, γενικώς	450	0,120	1 600	50	20
	500	0,130	1 600	50	20
	700	0,180	1 600	200	50
2.1.2. Κωνοφόρα (πεύκο, έλαιο κ.λ.λ.)	600	0,140	1 600	50	20
2.1.3. Οξιά	800	0,170	1 600	200	50
2 1 4 Δρυς (βελανιδιά)	800	0,210	1 600	200	50
215 Ξύλινα τεμάχια παρκέτου		0,210	1 600		
2.2. Προϊόντα ξύλου					
2 2 1 Μορισσανίδες	300	0,100	1 700	50	10
	600	0,140	1 700	50	15
	900	0,180	1 700	50	20

2 2 2 Ανικολλητά φύλλα ξυλείας (κόνιρα πλακέ)	300	0,090	1 600	150	50
	500	0,130	1 600	200	70
	700	0,170	1 600	220	90
	1000	0,240	1 600	250	110
2 2 3 Σκληρές πλάκες ινώδους ξύλου, ινοσανίδες (MDF)	250	0,070	1 700	5	3
	400	0,100	1 700	10	5
	800	0,14	1 700	30	12
	800	0,18	1 700	30	20
3. Μέταλλα και γυαλί					
3.1. Γυαλί					
3 11 Γυαλί, υαλοπίνακας	2 500	1,00	750	00	00
3 12 Ψηφιδωτό γυαλί, υαλογράφημα	2 000	1,20	750	00	00
3.2. Μέταλλα					
3 2 1 Σίδηρος, χυτός	7 500	50,00	450	00	00
3.2.2. Χάλυβας (αισάλι)	7 800	50,00	450	00	00
3.2.3. Ανοιξείδιωτος χάλυβας	7 900	17,00	500	00	00
3 2 4 Χαλκός	8 900	380,00	380	00	00
3 2 5 Ορείχαλκος (κράμα χαλκού και ψευδάργυρου)	8 400	120,00	380	00	00
3 2 6 Μπρούντζος (κράμα χαλκού και κασσίτερου)	8 700	65,00	380	00	00
3 2 7 Μόλυβδος	11 300	35,00	130	00	00
3 2 8 Ψευδάργυρος	7 200	110,00	380	00	00
329 Αλουμίνιο, κράμα αλουμινίου	2 800	160,00	880	00	00
3 2 10 Φύλλο αλουμινίου ιων 125 kg/m (ως φράγμα υδραιμών)	2 500	54,00		00	00
3 2 11 Φύλλο λαμαρίνας		58,00		00	00
4. Υλικά υποστρώματων και επιστρώσεων					
4.1. Λινέλαιο	1 200	0.170	1 400	1 000	800
4.2. Υποστρώματα					
42 1 Υπόστρωμα από ισόχα. πέλημα	120	0.050	1 300	20	15
4 2 2 Υπόστρωμα από κυτταρίνη. καουτσούκ ή πλαστικό	270	0.100	1 400	10 000	10 000
42 3 Υπόστρωμα από λινάτσα	200	0.060	1 300	20	15
424 Υπόστρωμα φελλού	< 200	0.050	1 500	20	10
4 2 5 Υαλοφασμα. υαλόνημα. γεωύφασμα	60 - 140	0.040	1 030	2	2
	> 140	0.045	1 030	2	2
42 6 Πετρεσμένες ορυκτές ίνες	200 - 400	0.060	1 030	10	10
4.3. Πλακίδια φελλού					
43 1 Απλά πλακίδια φελλού	100 - 150	0.042	1 560	10 - 30	
	> 400	0.065	1 500	40	20
4 3 2 Πλακίδια φελλού, οπλισμένα με ψαθωτή ύφανση	100 - 150	0.046	1 560	10 - 30	
4.4. Μοκέτα	200	0.060	1 300	5	5
45 1 Φυσικό καουτσούκ	910	0.130	1 100	10 000	10 000
4 5 2 Νεοπρένιο (συνθετικό καουτσούκ)	1 240	0.230	2 140	10 000	10 000
453 Βουτυλικό καουτσούκ	1 200	0.240	1 400	200 000	200 000
4 5 4 Διογκωμένο καουτσούκ (αφρώδες. σπογγώδες. λατέξ)	60 - 80	0.060	1 500	7 000	7 000
4 5 5 Σκληρυμμένο (σκληρό) καουτσούκ (εβονίτης)	1 200	0.170	1 400	00	00
4 5 6 Μονομερές αιθυλένιο-προπυλένιο-διένιο (ERDM)	1 150	0.250	1 000	6 000	6 000
4 5 7 Πολυισοβουτυλένιο	930	0.200	1 100	10 000	10 000
4 5 8 Πολυσουλφιδία	1 700	0.400	1 000	10 000	10 000
4 59 Βουταδιένιο	980	0.250	1 000	100 000	100 000
4.6. Ασφαλτικά υλικά					
4.6.1. Καθαρή άσφαλτος. μαστίχη ασφάλτου. πίσσα	1 050	0.170	1 700	50 000	50 000
4.6.2. Ασφαλτικά μείγματα με αδρανή. ασφαλτικό σκυρόδεμα	2 100	0.700	1 000	50 000	50 000
463 Επιστρωση χυτής ασφάλτου	2 300	0.900	920	50 000	50 000

464 Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόχαρτα)	1 100	0.190	1 000	50 000	50 000
46 5 Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόπανα)	1 100	0.230	1 000	50 000	50 000
4.7. Κεραμικά υλικά και υλικά με βάση το τσιμέντο					
4.7.1. Πλακίδια επίστρωσης τοίχων	2 000	1.050		250	
4.7.2. Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2 000	1.840	840	250	
4 7 3 Κεραμικά πλακίδια με εφυάλωση / πορσελάνες	2 300	1.300	840	οο	οο
4 7 4 Μωσαϊκό	1 900	1.200			
4.8. Συνθετικά (πλαστικά) πλακίδια	1 000	0.200	1 000	10 000	10 000
4.9. Πλάκες πεζοδρομίου	2 100	1.500	1 000	100	60
5. Συνθετικά υλικά, ρητίνες, σιλικόνες					
5.1. Πλαστικά					
5.1.1. Πολυκαρβονικά φύλλα	1 200	0.200	1 200	5 000	5 000
512 Φύλλο πολυαιθυλενίου (υψηλής πυκνότητας)	980	0.500	1 800	100 000	100 000
(χαμηλής πυκνότητας)	920	0.330	2 200	100 000	100 000
5.1.3. Φύλλο χλωριούχου πολυβινυλίου (PVC)	1 390	0.170	900	50 000	50 000
514 Πολυπροπυλένιο (PP)	910	0.220	1 800	10 000	10 000
5.1.5. Πολυστυρένιο (PS)	1 050	0.160	1 300	100 000	100 000
5.1.6. Ακρυλικά	1 050	0.200	1 500	10 000	10 000
517 Πολυτετραφθοροαιθυλένιο (PTFE)	2 200	0.250	1 000	10 000	10 000
518 Πολυακετόνη	1 410	0.300	1 400	100 000	100 000
5.1.9. Πολυαμίδιο	1 150	0.250	1 600	50 000	5 000
5 110 Πολυουρεθάνη	1 200	0.250	1 800	6 000	6 000
5 1 11 Αφρός πολυουρεθάνης (ως σφραγιστικό υλικό)	70	0.050	1 500	60	60
5.2. Ρητίνες					
5.2.1 Εποξεική (εποξειδική) ρητίνη	1 200	0.200	1 400	10 000	10 000
5.2.2 Φενολική ρητίνη	1 300	0.300	1 700	100 000	100 000
5.2.3. Πολυεστερική ρητίνη	1 400	0.190	1 200	10 000	10 000
5.3. Σιλικόνες					
5.3.1. Καθαρή σιλικόνη	1 200	0.350	1 000	5 000	5 000
5.3.1. Γέμισμα σιλικόνης	1 450	0.5	1 000	5 000	5 000
5 3 3 Σιλικονόχουχος αφρός	750	0.120	1 000	10 000	10 000
5 3 4 Κάκκοι οξειδίου του πυριτίου. πηκτή πυριτίου (silica gel)	720	0.130	1 000	οο	οο
6. Θερμομονωτικά υλικά					
6.1. Ινώδη ανόργανα υλικά					
6.1.1. Υαλοβάμβακας					
6.1.1.1 Υαλοβάμβακας σε μορφή παπλώματος	13 - 50	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.1.2 Υαλοβάμβακας σε μορφή πλακών	20 - 110	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.2. Πετροβάμβακας					
6.1.2.1 Πετροβάμβακας σε μορφή παπλώματος	40 - 100	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.2.2 Πετροβάμβακας σε μορφή πλακών	50 - 180	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.3. Ορυκτοβάμβακας					
6.1.3.1 Ορυκτοβάμβακας σε μορφή παπλώματος		0,039 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.3.2 Ορυκτοβάμβακας σε μορφή πλακών		0,037 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.2. Ανόργανα υλικά κυψελωτής δομής					
6.2.1. Αφρώδες γυαλί	125 - 140	0,040 - 0,052	1 000	100 000	100 000
6.2.2. Τρίμματα θηραϊκής γης	150 - 230	0,060 - 0,080	1 000		
6.3. Συνθετικά οργανικά υλικά κυψελωτής δομής					
6.3.1. Πλάκες ξυλόμαλου με ανόργανο συνδετικό d < 25 mm	570	0,150	1 470	2 - 5	
d > 25 mm	360 - 480	0,090 - 0,100	1 470	2 - 5	
6.3.2. Φελλός					
6.3.2.1 Σκληρά πλακίδια από φελλό	> 400	0,065	1 500	40	20
6.3.2.2 Φύλλα και πλάκες από φελλό	100 - 150	0,042 - 0,046	1 560	10 - 30	
6.3.3. Διογκωμένη πολυστερίνη	12 - 35				

6.3.3.1 Διογκωμένη πολυστερίνη σε κόκκους		0,033 - 0,038	1 450		
6.3.3.2 Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες		0,033 - 0,038	1 500	20 - 100	
6.3.3.3 Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες		0,030 - 0,032	1 550	30 - 80	
6.3.4. Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη	30-40				
6.3.4.1 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες		0,031 - 0,038	1 450	80 - 250	
6.3.4.2 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη με άνθρακα, σε πλάκες		0,030 - 0,032	1 451	80 - 250	
6.3.5. Πολυουρεθάνη με κλειστές κυψελίδες (σε αφρό ή πλάκες)	30 - 80	0,023 - 0,030 ⁽³⁾	1400 - 1500	50 - 100	
6.3.6. Φαινολικός αφρός	40 - 50	0,026 - 0,038	1 400	50	50
6.4. Υλικά φυτικής και ζωικής προέλευσης					
6.4.1. Πλάκες ή μπάλες πεπιεσμένου άχυρου	200	0,040 - 0,070		2	
6.4.2. Φύκια θαλάσσης	75 - 80	0,045 - 0, 050		2	
6.4.3. Πλάκες από καλάμια	120 - 230	0,065 - 0,090	1 200		
6.4.4. Κυτταρίνη (κολλώδης)	120 - 220	0,040 - 0,060	800 - 1100		
(ινώδης)	30 - 80	0,040 - 0,45	1700 - 2100		
6.4.5. Λινάρι	20 - 80	0,038 - 0,045	1300 - 1600		
6.4.6. Βαμβάκι	20 - 60	0,040	840 - 1300		
6.4.7. Μαλλί προβάτου	25 - 30	0,040 - 0,050	960 - 1300		
7.1. Ξηρός αέρας (στους 20°C)	1,23	0,025	1 008	1	
7.2. Διοξειδίο του άνθρακα	1,95	0,014	820	1	
7.3. Αργό	1,70	0,017	519	1	
7.4. Κρυπτό	3,56	0,009	245	1	
7.5. Ξένο	5,68	0,0054	160	1	
8. Νερό					
8.1. Νερό σε υγρή φάση					
8.1.1. Νερό στους 10°C	1000	0,600	4 187	—	—
8.1.2. Νερό στους 40°C	990	0,630	4 190	—	—
8.1.3. Νερό στους 80°C	970	0,670	4 190	—	—
8.2. Νερό σε στερεά φάση					
8.2.1. Πάγος στους -10°C	920	2,300	2 000	—	—
8.2.2. Πάγος στους 0°C	900	2,200	2 000	—	—
8.2.3. Φρέσκο χιόνι (πάχος στρώσης < 30 mm)	100	0,050	2 000	—	—
8.2.4. Χιόνι, μαλακό (πάχος στρώσης 30 έως 70 mm)	200	0,120	2 000	—	—
8.2.5. Χιόνι, ελαφρώς συμπιεσμένο (πάχος στρώσης 70 έως 100 mm)	300	0,230	2 000	—	—
8.2.6. Χιόνι, συμπιεσμένο (πάχος στρώσης < 200 mm)	500	0,600	2 000	—	—
11) Οι πυκνότητες που αναγράφονται σ' αυτήν την κατηγορία, εφόσον δεν ορίζονται αλλιώς αναφέρονται στα στοιχεία (λίθους, πλίνθους) και όχι στον το (2) Η πυκνότητα αναφέρεται στο υλικό κατασκευής του στοιχείου και όχι σε ολόκληρο το στοιχείο (πλίνθο). (3) Η αναγραφόμενη τιμή του λ της πολυουρεθάνης αντιστοιχεί σε πολυουρεθάνη 40 kg/m³. Όμως με την πάροδο του χρόνου αυτή η τιμή αυξάνεται και τότε σταδιακά μπορεί να πλησιάσει την τιμή των συνηθισμένων αφρωδών θερμομονωτικών υλικών αντίστοιχης πυκνότητας.					

Πίνακας 1.2. Συντελεστές αγωγιμότητας των διαφόρων υλικών όπως περιέχονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701)2 σύμφωνα με τον πρόσφατα ψηφισθέντα Κ.Ε.Ν.Α.Κ.

Πίνακας 3α. της ΤΟΤΕΕ 20701)2 : Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης

επιφανειακού στρώματος αέρα κατά ISO 6946 (πηγή: ISO 6946).

Α/Α	Κατεύθυνση θερμικής ροής	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		1/R _i	1/R _a	R _i	R _a
		W/(m ² K)	W/(m ² K)	(m ² K)/W	(m ² K)/W
1	Οριζόντια θερμική ροή	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα άνω	10,00	25,00	0,10	0,04
3	Κατακόρυφη θερμική ροή προς τα κάτω	5,88	25,00	0,17	0,04

Πίνακας.1.3.α. Συντελεστές θερμικής μετάβασης του αέρα εσωτερικού χώρου α_i και εξωτερικού χώρου α_a

όπως και οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης $R_i = \frac{1}{\alpha_i}$ και $R_a = \frac{1}{\alpha_a}$.

Πίνακας 3β. της TOTEE 20701)2 : Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης κατά το ISO 6946, εξειδικευμένες ανά δομικό στοιχείο (πηγή: πρωτότυπος πίνακας, επεξεργασμένος βάσει του ISO 6946).

Α/Α	Δομικό στοιχείο	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		1/R _i	1/R _a	R _i	R _a
		W/(m ² K)	W/(m ² K)	(m ² K)/W	(m ² K)/W
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7,70	7,70	0,13	0,13
3	Τοίχος σε επαφή με έδαφος	7,70	-	0,13	0,00
4	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	25,00	0,10	0,04
5	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	10,00	0,10	0,10
6	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	25,00	0,17	0,04
7	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	5,88	0,17	0,17
8	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	5,88	-	0,17	0,00

Παρατηρήσεις

- Οι τιμές για την αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού χώρου έχουν υπολογισθεί κατά παραδοχή για θερμοκρασία εσωτερικού χώρου $\theta_i = 20^\circ\text{C}$.
- Οι τιμές για την αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού χώρου έχουν υπολογισθεί κατά παραδοχή για θερμοκρασία εξωτερικού χώρου $\theta_a = 0^\circ\text{C}$ και ταχύτητα ανέμου $u = 4 \text{ m/s}$.

Πίνακας.1.3.β. Συντελεστές θερμικής μετάβασης του αέρα εσωτερικού χώρου α_i και εξωτερικού χώρου α_a

όπως και οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης $R_i = \frac{1}{\alpha_i}$ και $R_a = \frac{1}{\alpha_a}$.

Με βάση τα παραπάνω, η θερμική απώλεια ανά ώρα λόγω αγωγιμότητας Q_0 δια της επιφάνειας F (ενός τοίχου ή ανοίγματος ή οροφής ή δαπέδου) υπολογίζεται από την αποδειχθείσα σχέση :

$$Q_0 = U * F * (t_i - t_a)$$

Όπου U ο συντελεστής θερμοπερατότητας της επιφάνειας σε $\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$ ή στο S.I. σε $\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

και F το εμβαδόν της επιφάνειας σε m^2

t_i : η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου σε $^\circ\text{C}$ (K)

t_a : η εξωτερική θερμοκρασία ή αντίστοιχα η θερμοκρασία ή αντίστοιχα η θερμοκρασία των γειτονικών χώρων σε $^\circ\text{C}$ (K)

Τέλος, η συνολική θερμική και κατανάλωση ενός χώρου Q_k υπολογίζεται από την σχέση :

$$Q_k = Q_A + Q_a$$

Όπου Q_A : η συνολική θερμική κατανάλωση λόγω αγωγιμότητας.

Q_a : η θερμική κατανάλωση λόγω διείσδυσης του αέρα.

1.2.8. Επιλογή θερμοκρασίας χώρων διαμονής

Για τον καθορισμό της επιθυμητής θερμοκρασίας t_i ενός χώρου χρησιμοποιείται ο παρακάτω Πίνακας 1.4. ο οποίος περιλαμβάνει τις τιμές οι οποίες συνιστώνται με βάση τον ισχύοντα κανονισμό θερμομόνωσης.

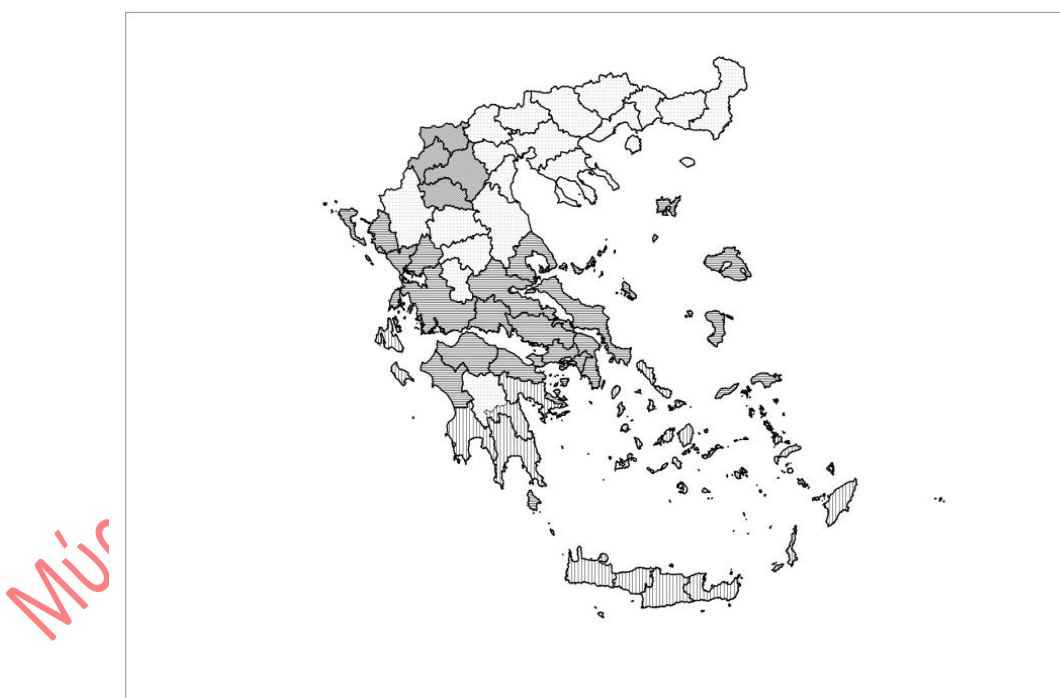
Χώροι	Θερμοκρασία ($^\circ\text{C}$)
Κατοικίες	
Καθημερινά, υπνοδωμάτια, κουζίνες.	+20
Προθάλαμοι, διάδρομοι, WC.	+15
Κλιμακοστάσια.	+10
Λουτρά	+22
Καταστήματα και γραφεία.	+20
Καταστήματα, γραφεία, εστιατόρια, δωμάτια ξενοδοχείων.	+15
Κλιμακοστάσια, διάδρομοι, WC.	+20
Εκπαιδευτικά και γραφεία.	
Αίθουσες διδασκαλίας.	+20
Χώροι εργαστηρίων.	+15 έως +18
Αμφιθέατρα.	+18
Κλειστά γυμναστήρια.	+15
Αίθουσες λουτρών, αποδυτήρια.	+22
Διάδρομοι, κλιμακοστάσια, κλειστές αίθουσες διαλεξιμάτων, WC.	+5 έως +10
Διάδρομοι, κλιμακοστάσια και WC νηπιαγωγείων.	+15
Ιατρείο.	+24
Χώροι διαφυλάξεως οργάνων και βεστιάρια.	+15

Πίνακας 1.4. Θερμοκρασίες Χωρών διαμονής

Ο (νέος) Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.) προβλέπει τη διαίρεση της χώρας σε τέσσερις (4) βασικές ζώνες θερμαντικών απαιτήσεων Α , Β , Γ και Δ με κριτήριο τόσο τη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα κατά την διάρκεια του χειμώνα όσο και την διάρκεια της περιόδου θέρμανσης.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιθί, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη
ΖΩΝΗ Β	Κορινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνησία, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα

Πίνακας 1.5. Κλιματικές Ζώνες και Νομοί της Ελλάδας



Στον επόμενο πίνακα 1.6. δίνονται για πόλεις όπου υπάρχουν μετεωρολογικοί σταθμοί , η μέση εξωτερική θερμοκρασία t_a (που λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών) το υψόμετρο του σταθμού και οι άνεμοι που επικρατούν κατά τους χειμερινούς μήνες (Ιανουάριο – Φεβρουάριο) . Επίσης αναγράφεται και η Ζώνη στην οποία ανήκει η πόλη .

Όνομα πόλεως	Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία °C	Υψόμετρο σταθμού	Επικρατούντες άνεμοι κατά τους μήνες Ιανουάριο-Φεβρουάριο	Ζώνη
Αγρίνιο	-3	45.8	A.	B
Αθήνα (Αστεροσκοπείο)	+1	107.0	B. και N.	B
Αίγιο	0	64.0	B.Δ.	B
Αλεξανδρούπολη	-7	2.5	B.A	Γ
Αλίαρτος	-2	110.0	B.Δ.	B
Ανάβρυτα	-2	290.0	B. και N.Δ.	B
Αργοστόλι	+1	1.7	B.A. και N.Δ	A
Άρτα	-2	42.0	B.A. και N.	B
Βόλος	-3	2.7	B.	B
Δράμα	-8	74.0	N.Δ.	Γ
Έδεσσα	-7	237.0	B.	Γ
Ελευσίνα	0	29.5	B.	B
Ελληνικό Αττικής	+2	10.2	B.	B
Ζάκυνθος	+2	6.6	B.A.	A
Ηράκλειο	+3	38.5	N.	A
Θάσος	-6	2.0	B.A.	Γ
Θεσσαλονίκη (Μίκρα)	-5	2.8	B.Δ.	Γ
Θήρα	+3	208.0	B.	A
Ιεράπετρα	+4	13.0	B.	A
Ιωάννινα	-6	483.0	N.A.	Γ
Καβάλα	-8	62.8	N.A.	Γ
Καλάβρυτα	-6	731.0	B. και N.	Γ
Καλαμάτα	+1	4.6	B.	A
Καλαμπάκα	-6	226.5	Δ.	Γ
Κάρπαθος	+5	9.0	Δ.	A
Κάρυστος	+1	10.0	B.	B
Κατερίνη	-5	31.5	B.	Γ
Κέρκυρα	0	1.0	N.A.	B
Κοζάνη	-10	625.0	B.	Δ
Κομοτηνή	-7	30.0	B.A.	Γ
Κόνιτσα	-6	542.0	B.	Γ
Κόρινθος	+1	14.4	N.	B
Κύθηρα	+4	166.0	B.A.	A
Κύμη	0	221.1	B.	B
Κώς	+3	10.0	N.	A
Λαμία	-4	143.0	Δ.	B
Λάρισα	-7	72.7	B. και A.	Γ
Λευκάδα	0	2.4	N.A.	A
Λήμνος	0	12.3	B.A.	B
Μέγαρα	0	36.0	B.Δ.	B
Μεθώνη	+1	33.0	B.A. και Δ.	A
Μεσολόγγι	-2	1.0	Δ. και B.Δ.	B
Μήλος	+3	182.0	N.Δ.	A
Μυτιλήνη	+2	3.2	N.	B

Όνομα πόλεως	Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία °C	Υψόμετρο σταθμού	Επικρατούντες ανέμοι κατά τους μήνες Ιανουάριο-Φεβρουάριο	Ζώνη
Νάξος	+4	9.0	B	A
Ναύπλιο	0	1.5	B.	B
Νέα Φιλαδέλφεια	0	136.0	B.A.	B
Αττικής				
Ξάνθη	-8	82.0	B.	Γ
Ορεστιάδα	-9	43.0	B.Δ	Γ
Παλαιόχωρα - Κρήτης	+5	8.0	B.	A
Πάτρα	-1	1.0	N.Δ.	B
Πειραιάς	+2	2.0	B.A.	B
Πολύγυρος	-8	550.0	B.A. και B.	Γ
Πρέβεζα	0	11.8	B.A.	B
Πτολεμαΐδα	-12	601.0	B.Δ.	Γ
Πύργος	-1	132.0	B.Δ.	B
Ρέθυμνο	+3	16.0	N. και B.	A
Ρόδος	+3	34.7	N. και Δ.	A
Σάμος	+3	48.4	N.A. και B.Δ.	A
Σέρρες	-9	32.5	A.	Γ
Σητεία	+4	25.2	B.Δ.	A
Σκύρος	+2	4.0	B.A.	A
Σουφλί	-10	15.0	B.	Γ
Σπάρτη	0	212.0	B.	B
Σταυρός Χαλκιδικής	-7	10.0	Δ.	Γ
Σύρος	+3	25.0	B.	A
Τανάγρα	-2	138.8	Δ.	B
Τρίκαλα	-6	116.0	B.Δ.	Γ
Τρίπολη	-5	661.4	B. και N.Δ.	Γ
Φλώρινα	-11	661.0	Δ.B.	Δ
Χαλκίδα	+2	4.0	B.	B
Χανιά	+3	62.5	N.Δ.	A
Χίος	+3	60.0	B.	A

Πίνακας 1.6. Θερμοκρασία και άλλα Στοιχεία Πόλεων

Παρατήρηση 1: Ως μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία περιοχών ή πόλεων δεν αναγράφονται στον πίνακα , θα λαμβάνεται εκείνη του πλησιέστερου σταθμού διορθωμένη με την ανάγωση λόγω διαφοράς υψομέτρου. Η αναγωγή αυτή , ισχύει για τους μήνες Ιανουάριο – Φεβρουάριο , θα γίνεται με την πρόσθεση ή αφαίρεση 0,7 οC για κάθε 100 μέτρα μείωση ή αύξηση του υψομέτρου του σταθμού που παίρνεται ως σημείο αναφοράς.

Παρατήρηση 2: Τοποθεσίες που βρίσκονται σε υψόμετρο πάνω από 500 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη ζώνη από αυτή που ανήκει η γενικότερη περιοχή .

Ως μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία για κάθε πόλη δίνεται η μετά από υπολογισμό * μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία η οποία εμφανίζεται μια φορά κατά τυπικό έτος και για περισσότερες από δυο συνεχόμενες ημέρες.

Από τα θερμοκρασιακά στοιχεία παρατηρούμε ότι η μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία κυμαίνεται σε ευρύτατα όρια από +5 °C για την νότια Κρήτη μέχρι -12 °C για την περιοχή της Πτολεμαΐδας.

Για την εκτίμηση της διάρκειας της περιόδου θερμάνσεως κριτήριο αποτέλεσε ο αριθμός ημερών για τις οποίες η μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρα κατέρχεται κάτω από τους 10 °C.

Η διάρκεια της περιόδου θέρμανσης κυμαίνεται από 60 ημέρες για την νότια Κρήτη, μέχρι και 210 ημέρες για την Μακεδονία και Θράκη.

* Οι υπολογισμοί αυτοί βασίστηκαν σε στοιχεία που δόθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία και σε εργασίες της έδρας Θεωρητικής Μηχανολογίας του Ε.Μ.Π.

** Τα στοιχεία αυτά δημοσιεύτηκαν στη μελέτη αριθμ. 3 της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας το 1975 .

Ο (νέος) **Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.)** καθορίζει ακόμη τον **μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή θερμοπερατότητας** για τις διάφορες επιφάνειες (τοίχοι , δάπεδα , οροφές κ.λπ.) σε συνάρτηση με την αντίστοιχη ζώνη θερμομόνωσης που εντάσσεται ο τόπος στον οποίο γίνεται ο υπολογισμός (Πίνακας 1.7) .

Πίνακας 3.3α. της ΤΟΤΕΕ 20701)1. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.					
Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m².K)]			
		Κλιματική ζώνη			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές).	Uv_d	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	Uv-w	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή).	Uv_dI	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	Uv_g	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους.	Uv_WE	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες κ.ά.)	Uv-f	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες.	Uv_gf	2,20	2,00	1,80	1,80

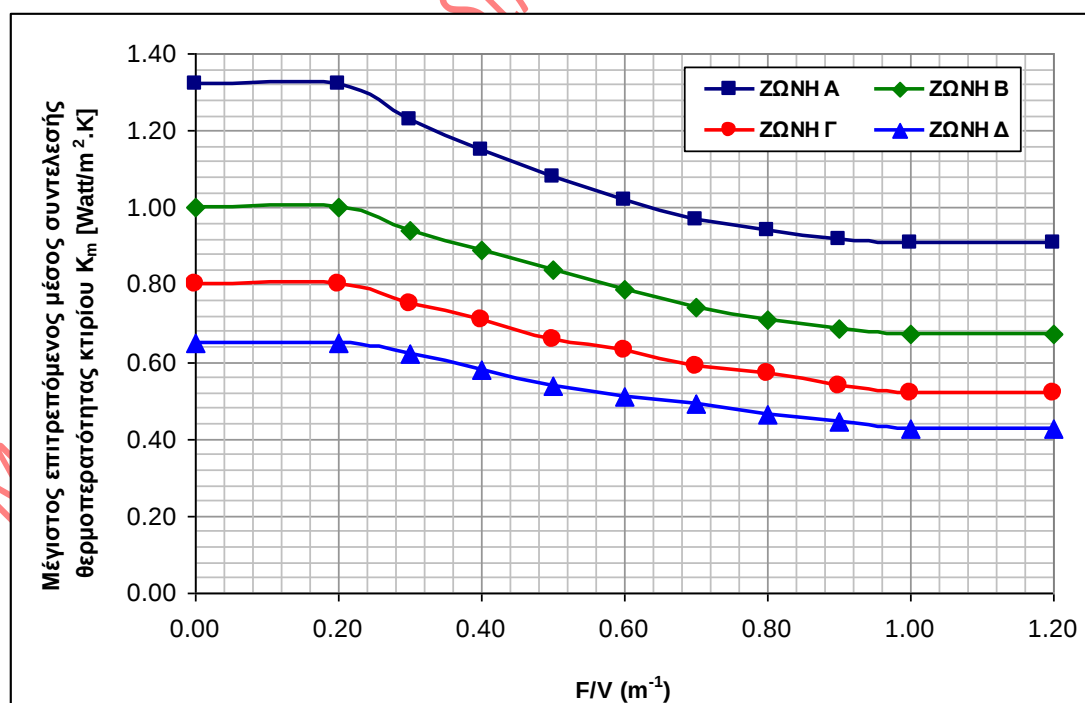
Πίνακας 1.7. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.

Στον πίνακα αυτό, (1.7.) περιλαμβάνονται και οι **μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές** (κατά ΚΕΝΑΚ) του **συντελεστή θερμοπερατότητας U** για **παράθυρα και πόρτες** σε συνάρτηση με το υλικό κατασκευής του πλαισίου και του τύπου του υαλοπίνακα. Τις τιμές αυτές θα χρησιμοποιούμε για τους υπολογισμούς μας , εκτός και αν διαθέτουμε άλλες πιστοποιημένες τιμές από διάφορους κατασκευαστές θυρών και ανοιγμάτων .

Επίσης ο ΚΕΝΑΚ καθορίζει και τον **μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή θερμοπερατότητας ολοκλήρου του κτιρίου** σε συνάρτηση με την αντίστοιχη ζώνη θερμομόνωσης που εντάσσεται ο τόπος στον οποίο γίνεται ο υπολογισμός καθώς και με τον λόγο F / V (Θερμαινόμενης επιφάνειας / θερμαινόμενο όγκο , όπως αυτά ορίζονται στην ΤΟΤΕΕ 20701)2) που φαίνονται στον Πίνακα 1.8.

F/V (m ⁻¹)	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (k _m) σε [W/m ² .K]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,32	1,00	0,80	0,65
0,3	1,23	0,94	0,75	0,62
0,4	1,15	0,89	0,71	0,58
0,5	1,08	0,84	0,66	0,55
0,6	1,02	0,79	0,63	0,51
0,7	0,97	0,74	0,59	0,49
0,8	0,94	0,71	0,57	0,47
0,9	0,92	0,69	0,54	0,45
≥ 1,0	0,91	0,67	0,52	0,43

Πίνακας 1.8.. Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας ολοκλήρου του κτιρίου σε συνάρτηση με την αντίστοιχη ζώνη θερμομόνωσης που καθώς και με τον λόγο F / V



Διάγραμμα : Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας U_m κατά κλιματική ζώνη

Ενώ τέλος στον παρακάτω πίνακα 1.9. καθορίζονται επίσης οι θερμοκρασίες γειτονικών χώρων (θερμαινόμενων ή μη) οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό της θερμοκρασιακής διαφοράς και των θερμικών απωλειών.

Θερμοκρασία κτιρίου που θερμαίνεται και βρίσκεται σε επαφή με το υπό μελέτη κτίριο , σε συνεχές σύστημα δομήσεως.	15°C
Θερμοκρασία χώρου που δεν θερμαίνεται και βρίσκεται σε επαφή με το υπό μελέτη κτίριο , σε συνεχές σύστημα δομήσεως.	
Ζώνη Α	10°C
Ζώνη Β	7°C
Ζώνη Γ	3°C
Θερμοκρασία χώρου που δεν θερμαίνεται αλλά βρίσκεται μέσα στη θερμαινόμενη οικοδομή	
Ζώνη Α	10°C
Ζώνη Β	7°C
Ζώνη Γ	3°C
Θερμοκρασία χώρου που βρίσκεται κάτω από επικλινή μη μονωμένη στέγη (κεραμοσκεπή) , είναι ίση με τη μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία αυξημένη κατά 3oC	$t_{M.E.E}+15^{\circ}C$
Θερμοκρασία ημιυπόγειων ή υπογείων χώρων που δεν θερμαίνονται και έχουν πόρτες και παράθυρα προς το εξωτερικό περιβάλλον.	
Ζώνη Α	10°C
Ζώνη Β	7°C
Ζώνη Γ	3°C
Ως διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού χώρου σε επαφή με το έδαφος και θερμοκρασίας εδάφους λαμβάνεται το μισό της διαφοράς της θερμοκρασίας του υπό μελέτη χώρου και της μέσης ελάχιστης εξωτερικής θερμοκρασίας	$\Delta t = \frac{t_{εσ} - t_{M.E.E}}{2}$

Πίνακας 1.9. Θερμοκρασίες θερμαινόμενων ή μη Θερμαινόμενων Χώρων που βρίσκονται σε επαφή με προς Θέρμανση Χώρους

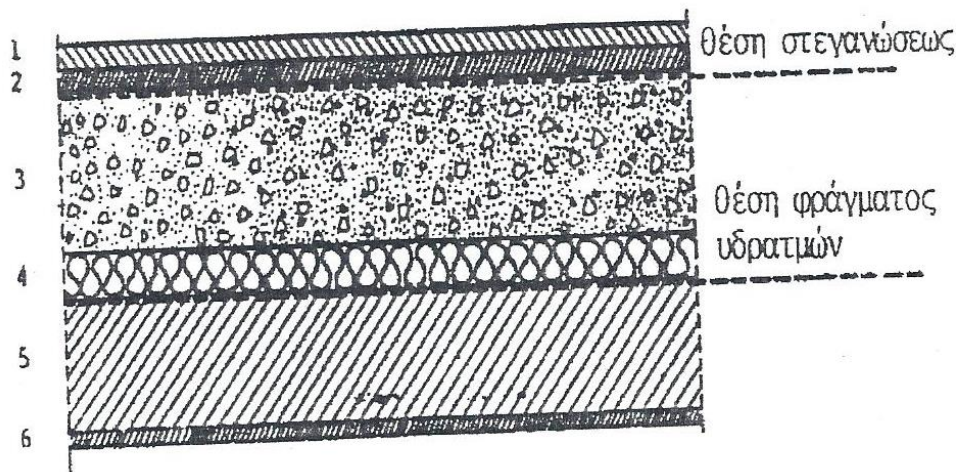
Κεφάλαιο 2.

Παραδείγματα Οροφών, Δαπέδων και τοίχων από το Φ.Ε.Κ. του διατάγματος περί Θερμομόνωσης κτιρίων*

ΠΡΟΣΟΧΗ . Οι παρακάτω υπολογισμοί στηρίζονται στο «παλιό» Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων και άρα δεν ισχύουν σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ. Γι αυτό θα πρέπει να προσαρμοστούν αντίστοιχα.

2.1 Οροφή οπλισμένου σκυροδέματος.(Μόνωση πάνω από την πλάκα σκυροδέματος)

$$\alpha_{\text{εξ}} = \alpha_{\text{α}} = 20$$



$$\alpha_{\text{εσ}} = \alpha_{\text{ι}} = 7$$

Στρώσεις	d m	λ kcal/mh°C
1. πλάκες από μάρμαρο	0.03	3.00
2. ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0.02	0.75
3. κισσηρόδεμα 1000 kg/m ³	0.20	0.30
4. μονωτικό υλικό	0.06	0.035
5. πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος	0.16	1.75
6. ασβεστοκονίαμα	0.02	0.75

* Στα παραδείγματα που ακολουθούν τα πάχη της στεγανώσεως και του φράγματος υδρατμών, επειδή είναι ελάχιστα, δεν εξήφθησαν υπόψη στους υπολογισμούς.

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_a} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{d_6}{\lambda_6} + \frac{1}{\alpha_i}$$

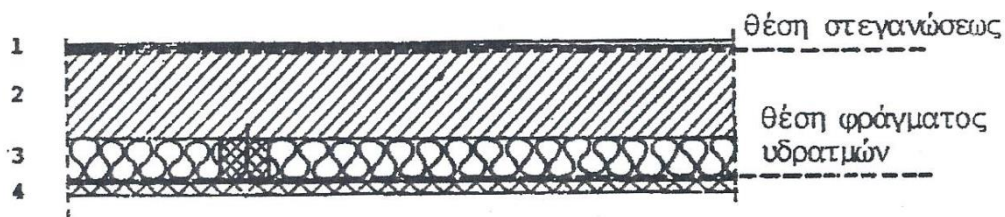
$$\frac{1}{k} = \frac{1}{20} + \frac{0.03}{3.00} + \frac{0.02}{0.75} + \frac{0.20}{0.30} + \frac{0.06}{0.035} + \frac{0.16}{1.75} + \frac{0.02}{0.75} + \frac{1}{7}$$

$$\frac{1}{k} = 2.729$$

$$k = 0.366 < 0.4$$

2.2 Οροφή οπλισμένου σκυροδέματος. (Μόνωση κάτω από την πλάκα σκυροδέματος).

$$\alpha_{\alpha} = 20$$



$$\alpha_i = 7$$

Στρώσεις	d m	λ kcal/mh°C
1. ασφαλική επίστωση	0.002	0.15
2. πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος	0.15	1.75
3. μονωτικό υλικό	0.075	0.035
4. μορισανίδες	0.02	0.15

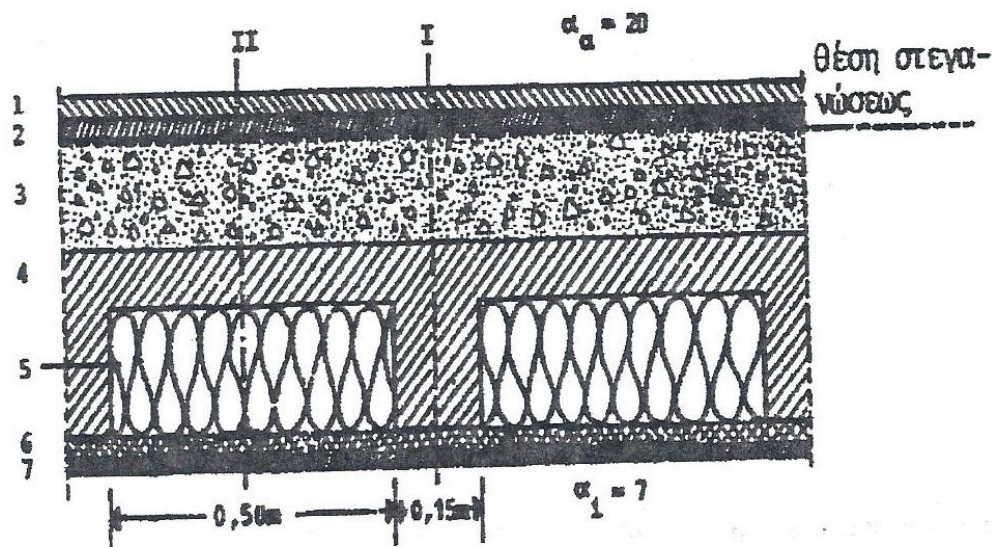
$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_{\alpha}} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{20} + \frac{0.002}{0.15} + \frac{0.15}{1.75} + \frac{0.075}{0.035} + \frac{0.02}{0.15} + \frac{1}{7}$$

$$\frac{1}{k} = 2.568$$

$$k = 0.389 < 0.4$$

2.3. Οροφή οπλισμένου σκυροδέματος. (Πλάκα τύπου Zollner.)



Στρώσεις	I_m^d	II_m^d	λ kcal/mh°C
1. μαλτεζόπλακες	0.03	0.03	0.90
2. ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0.025	0.025	0.75
3. κισσηρόδεμα 1000 kg/m ³	0.15	0.15	0.30
4. πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος	0.25	0.08	1.75
5. διωγκωμένο συνθετικό υλικό	-	0.17	0.035
6. πλάκες π.χ. από φυτικές ίνες	0.03	0.03	0.08
7. ασβεστοκονίαμα	0.02	0.02	0.75

$$I \quad \frac{1}{k} = \frac{1}{a_a} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{d_7}{\lambda_7} + \frac{1}{\alpha_i}$$

$$I \quad \frac{1}{k} = \frac{1}{20} + \frac{0.03}{0.90} + \frac{0.025}{0.75} + \frac{0.15}{0.30} + \frac{0.25}{1.75} + \frac{0.03}{0.08} + \frac{0.02}{0.75} + \frac{1}{7}$$

$$I \quad \frac{1}{k} = 1.304$$

$$I \quad k = 0.767$$

$$II \quad \frac{1}{k} = \frac{1}{20} + \frac{0.03}{0.90} + \frac{0.025}{0.75} + \frac{0.15}{0.30} + \frac{0.08}{1.75} + \frac{0.17}{0.035} + \frac{0.03}{0.08} + \frac{0.02}{0.75} + \frac{1}{7}$$

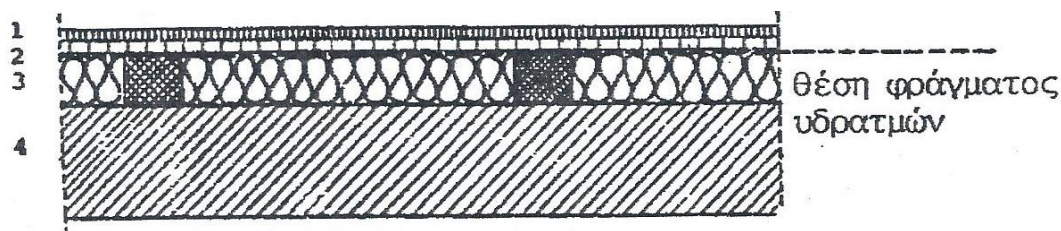
$$II \quad \frac{1}{k} = 6.064$$

$$II \quad k = 0.165$$

$$I, II \quad k = \frac{15}{65}k_I + \frac{50}{65}k_{II} = \frac{15}{65} \times 0.767 + \frac{50}{65} \times 0.165$$

$$I, II \quad k = 0.304 < 0.4$$

2.4. Δάπεδο επάνω από Pilotis με ορατό σκυροδέμα



Στρώσεις	d m	λ kcal/mh°C
1. ξύλινο δάπεδο δρύινο	0.015	0.18
2. ξύλινο υπόστρωμα ελάτης	0.02	0.12
3. μονωτικό υλικό	0.07	0.035
4. πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος	0.18	1.75

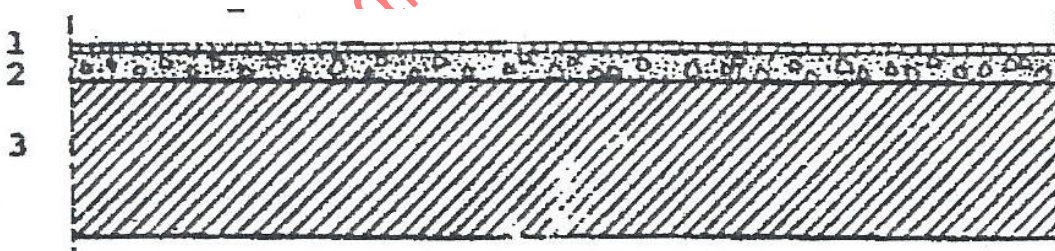
$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_a}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{5} + \frac{0.015}{0.18} + \frac{0.02}{0.12} + \frac{0.07}{0.035} + \frac{0.18}{1.75} + \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{k} = 2.603$$

$$k = 0.384 < 0.4$$

2.5. Δάπεδο ξύλινο, κολλητό, επάνω από κλειστό υπόγειο χώρο. Ζώνη Α (*)



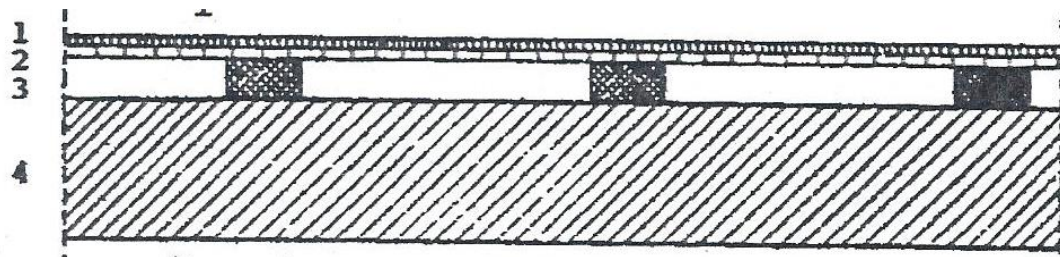
Στρώσεις	d m	λ kcal/mh°C
1. ξύλινο δάπεδο κολλητό	0.01	0.18
2. γαρμπιλοσκυρόδεμα 1900 kg/m³	0.03	0.95
3. πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος	0.16	1.75

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_a}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{5} + \frac{0.01}{0.18} + \frac{0.03}{0.95} + \frac{0.16}{1.75} + \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{k} = 0.579 \text{ οπότε } k = 1.727 < 2.6$$

2.6. Δάπεδο ξύλινο επάνω από κλειστό υπόγειο χώρο. (Ζώνη Β)



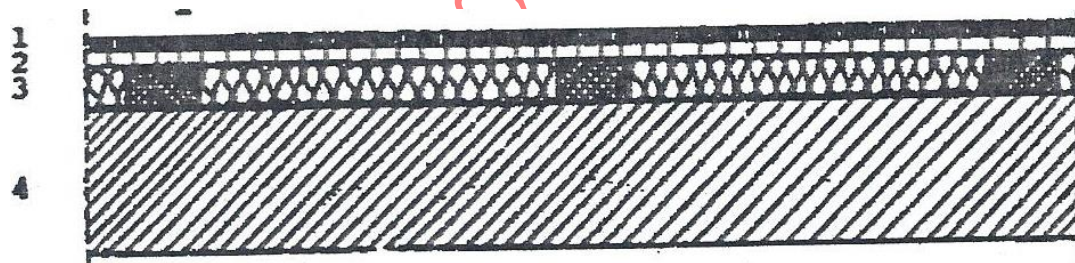
Στρώσεις	d m	λ kcal/mh°C
1. ξύλινο δάπεδο δρύινο	0.015	0.18
2. ξύλινο υπόστρωμα ελάτης	0.02	0.12
3. διάκενο αέρα ≥ 5 cm (d/λ=0,24)	διάκενο	αέρα
4. πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος	0.16	1.75

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_a}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{5} + \frac{0.015}{0.18} + \frac{0.02}{0.12} + 0.24 + \frac{0.16}{1.75} + \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{k} = 0.981 \text{ άρα } k = 1.099 < 1.6$$

2.7. Δάπεδο ξύλινο επάνω από κλειστό υπόγειο χώρο. (Ζώνη Γ)



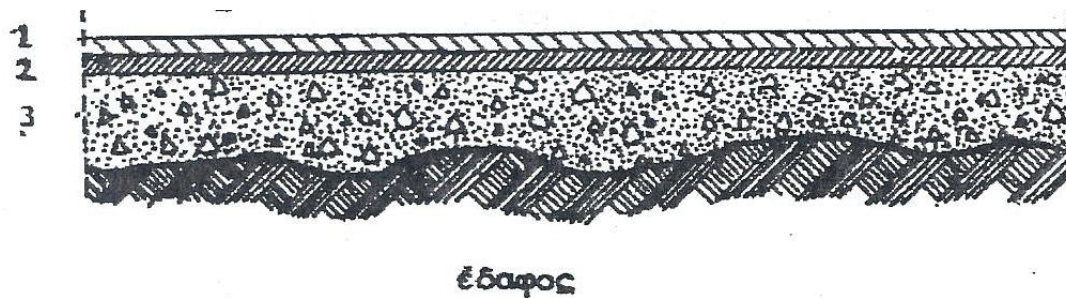
Στρώσεις	d m	λ kcal/mh°C
1. ξύλινο δάπεδο δρύινο	0.015	0.18
2. ξύλινο υπόστρωμα ελάτης	0.02	0.12
3. μονωτικό υλικό	0.05	0.035
4. πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος	0.16	1.75

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_a}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{5} + \frac{0.015}{0.18} + \frac{0.02}{0.12} + \frac{0.05}{0.035} + \frac{0.16}{1.75} + \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{k} = 2.169 \text{ άρα } k = 0.461 < 0.6$$

2. 8. Δάπεδο σε φυσικό έδαφος. (Ζώνη Α)

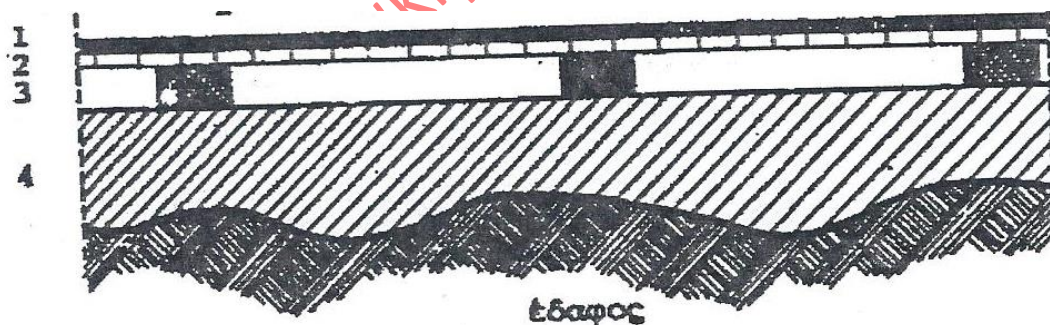


Στρώσεις	d m	λ kcal/mh°C
1. πλάκες από μάρμαρο	0.025	3.00
2. ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0.025	0.75
3. γαρμπιλοσκυρόδεμα 1700 kg/m³ φυσικό έδαφος	0.10	0.70

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} \text{ οπότε } \frac{1}{k} = \frac{1}{5} + \frac{0.025}{3.00} + \frac{0.025}{0.75} + \frac{0.10}{0.70}$$

$$\frac{1}{k} = 0.384 \text{ άρα } k = 2.6 \leq 2.6$$

2.9 Δάπεδο σε φυσικό έδαφος. (Ζώνη Β)

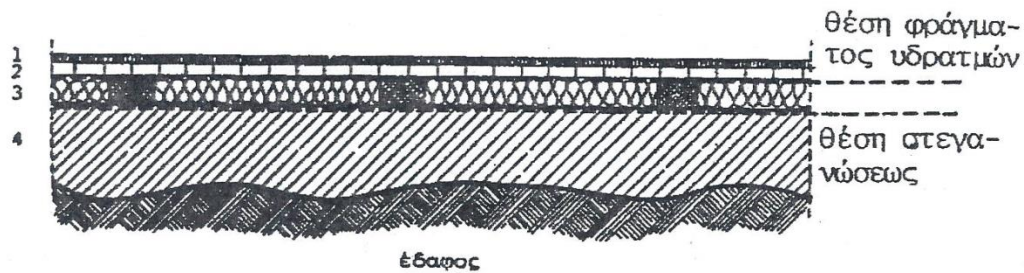


Στρώσεις	d m	λ kcal/mh°C
1. ξύλινο δάπεδο δρύινο	0.015	0.18
2. ξύλινο υπόστρωμα ελάτης	0.02	0.12
3. διάκενο αέρα ≥ 5 cm (d/λ = 0.24)	διάκενο	αέρα
4. σκυρόδεμα B < 120 (γκρο μπετό) φυσικό έδαφος	0.10	1.30

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{d_4}{\lambda_4} \quad \text{οπότε} \quad \frac{1}{k} = \frac{1}{5} + \frac{0.015}{0.18} + \frac{0.02}{0.12} + 0.24 + \frac{0.10}{1.30}$$

$$\frac{1}{k} = 0.767 \quad \text{άρα} \quad k = 1.304 < 1.6$$

2.10. Δάπεδο σε φυσικό έδαφος. (Ζώνη Γ).



Στρώσεις	d m	λ kcal/mh°C
1. ξύλινο δάπεδο δρύινο	0,015	0,18
2. ξύλινο υπόστρωμα ελάτης	0,02	0,12
3. μονωτικό υλικό	0,05	0,035
4. σκυρόδεμα B<120 (γκρο μετό)	0,10	1,30

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{d_4}{\lambda_4} \quad \text{οπότε} \quad \frac{1}{k} = \frac{1}{5} + \frac{0.015}{0.18} + \frac{0.02}{0.12} + \frac{0.05}{0.035} + \frac{0.10}{1.30}$$

$$\frac{1}{k} = 1.995 \quad \text{άρα} \quad k = 0.511 < 0.6$$

ΠΡΟΣΟΧΗ: Οι παρακάτω υπολογισμοί στηρίζονται στο «παλιό» Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων και άρα δεν ισχύουν σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ. Γι αυτό θα πρέπει να προσαρμοστούν αντίστοιχα.

Κεφάλαιο 3. Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

3.1. Θερμικές Απώλειες εσωτερικών χώρων

Όταν σ έναν χώρο έχει επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία, παρατηρούνται απώλειες θερμότητας από τον χώρο αυτό προς κάθε γειτονικό, χαμηλότερης θερμοκρασίας και βέβαια προς το (εξωτερικό) ψυχρό περιβάλλον. Οι σχετικές απώλειες θα εξαρτώνται από τη διαφορά θερμοκρασίας, την θερμοπερατότητα των παρεμβαλλομένων εμποδίων και τις μετακινήσεις ποσοτήτων αέρα διαμέσου των χαραμάδων των ανοιγμάτων

Αν με Q_h παρασταθούν οι συνολικές ωριαίες θερμικές απώλειες (σε $kcal/h$ ή W/h) ενός θερμαινόμενου χώρου, θα υπάρχουν απώλειες μέσω στερεών τοιχωμάτων (Q_T), απώλειες αγωγιμότητας και ακόμη, σαν (Q_L), οι απώλειες για τη θέρμανση ψυχρού αέρα (απώλειες αερισμού), ο οποίος εισέρχεται στον χώρο, διώχνοντας αντίστοιχη ποσότητα θερμού αέρα στο περιβάλλον, άρα θα είναι:

$$Q_h = Q_T + Q_L \text{ σε } Kcal/h \text{ ή } W$$

3.2. Απώλειες Αγωγιμότητας

Η απώλεια λόγο αγωγιμότητας (Q_T) ενός χώρου, είναι το άθροισμα των επιμέρους απωλειών θερμότητας (Σq_v), οι οποίες εμφανίζονται σε κάθε διαχωριστική επιφάνεια (F_v) του χώρου. Η (q_v) εξαρτάται από την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου (t_i), τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (k_v) του στερεού τοιχώματος στο οποίο αναφέρεται και από τη θερμοκρασία η οποία επικρατεί στην άλλη πλευρά του τοιχώματος (t_o).

$$q_v = K_v * F_v * (t_i - t_o)$$

Επειδή κάθε χώρος διαθέτει αρκετά περισσότερα του ενός, διακεκριμένα χωρίσματα, προκύπτουν θερμικές απώλειες $q_1, q_2 \dots q_n$, εάν η είναι το σύνολο τους. Αθροιζόμενες οι παραπάνω τιμές δίνουν το σύνολο των θερμικών απωλειών του χώρου προς το περιβάλλον και τους γειτονικούς μη επαρκώς θερμαινόμενους χώρους, λόγω αγωγιμότητας.

$$Q_T = \Sigma q_v = K_v * F_v * (t_i - t_o)$$

Οι τιμές των θερμικών απωλειών που προκύπτουν από τους παραπάνω υπολογισμούς, αναφέρονται σε κατασκευές και όψεις κτιρίων που δεν υφίστανται την επίδραση κάποιου ειδικού παράγοντα. Όπως θα δούμε στη συνέχεια, στην πράξη υπάρχουν παράγοντες που εξαρτώνται από τη θέση, τη λειτουργία και την κατασκευή, που επιβάλλουν τη διορθωτική αύξηση ή μείωση της τιμής των θερμικών απωλειών, που προέκυψαν από ένα πρώτο αναλυτικό υπολογισμό.

Οι αιτίες που επιβάλλουν διορθωτικές προσαυξήσεις (ή μειώσεις), είναι συνήθως ο προσανατολισμός, το ύψος, και η περιοδικότητα λειτουργίας της εγκαταστάσεως.

3.3. Προσαυξήσεις Προσανατολισμού Z_H

Από την πείρα είναι γνωστό, ότι ο προσανατολισμός ενός χώρου σχετίζεται άμεσα με την επίδραση των ψυχρών βόρειων ανέμων στην τελική θερμοκρασία αυτού. Οι βόρειοι τοίχοι π.χ., θεωρούνται περιοχές ψύχους και γι' αυτό άλλωστε στις περισσότερες κατοικίες, τα ανοίγματα αποφεύγεται να τοποθετηθούν στη βόρεια πλευρά τους.

Αντίθετα, στους χώρους με μεσημβρινό προσανατολισμό (N, NA, ΝΔ), έχει διαπιστωθεί ότι οι θερμικές απώλειες είναι μικρότερες από τις αναμενόμενες βάσεις των γνωστών υπολογισμών, λόγω της ευμενούς επίδρασης του προσανατολισμού.

Οι Γερμανικοί κανονισμοί (που κυρίως ακολουθούνται στη χώρα μας), δίνουν προσαυξήσεις (και μειώσεις) λόγω προσανατολισμού, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1. Οι προσαυξήσεις αυτές δίδονται σαν ποσοστά (%) και χαρακτηρίζονται με τον συμβολισμό Z_H .

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΗ (%)
B, BA, ΒΔ	+5
A, Δ	0
N, NA, ΝΔ	-5

Πίνακας 3.1. Προσαυξήσεις (%) των Θερμικών Απωλειών χώρου, λόγω Προσανατολισμού Z_H

Η απόκλιση από - 5 έως + 5% είναι εξαιρετικά μεγάλη και κάνει φανερό ότι δεν νοείται διαδικασία υπολογισμού θερμικών απωλειών χωρίς να είναι γνωστός ο προσανατολισμός, ο οποίος σημειώνεται στα σχέδια κατόψεως ή το τοπογραφικό της οικοδομής με ένα βέλος (ή άλλο σύμβολο) που δείχνει το Βορρά.

Για όσους χώρους μόνο ένας τοίχος έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, ο τοίχος αυτός καθορίζει και τον προσανατολισμό του χώρου. Εάν υπάρχουν περισσότεροι τοίχοι το ίδιου χώρου που βρίσκονται σε επαφή με το περιβάλλον, τον προσανατολισμό καθορίζει η ακμή, εκτός των περιπτώσεων κατά τις οποίες ο μελετητής, αιτιολογημένα, κρίνει διαφορετικά. Για τους εσωτερικούς χώρους δεν λαμβάνονται προσαυξήσεις (ή μειώσεις) προσανατολισμού.

3.4. Προσανζήσεις λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας Z_D

Σε όλες σχεδόν τις εγκαταστάσεις, η λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης δεν είναι συνεχής, αλλά διακοπτόμενη. Οι διακοπές αυτές μπορεί να είναι ολιγόωρες και προγραμματισμένες χρονικά (π. χ. πρωινή απουσία των ενοίκων του κτιρίου στην εργασία τους), ή μπορεί να σχετίζονται με τις μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας (αντιστάθμιση), ή και να πραγματοποιούνται για σχετικά μακρά χρονικά διαστήματα (π.χ. εξοχικές κατοικίες που χρησιμοποιούνται τα Σαββατοκύριακα ή και σπανιότερα).

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, κατά την εκάστοτε έναρξη της διαδικασίας θερμάνσεως, απαιτούνται πρόσθετα ποσά θερμικής ενέργειας, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για να "ανεβάσουν" τη θερμοκρασία του χώρου μέχρι τα επιθυμητά όρια. Επομένως, κάθε εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης πρέπει να επαρκεί, τόσο για την κάλυψη των θερμικών απωλειών, όταν ήδη στους χώρους επικρατεί η "επιθυμητή" θερμοκρασία, όσο και για την αντιμετώπιση ενός (πρόσκαιρα) περισσότερο ψυχρού εσωτερικού περιβάλλοντος, θα πρέπει μάλιστα η βελτίωση της εσωτερικής θερμοκρασίας του χώρου και των στερεών αντικειμένων που περιέχονται (μέχρι την "επιθυμητή" τιμή), να επιτυγχάνονται σε εύλογο (αρκετά μικρό) χρονικό διάστημα.

Στους Γερμανικούς κανονισμούς, αλλά και στην Ελληνική βιβλιογραφία, με:

- (I) χαρακτηρίζεται μια εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης όταν έχει μόνο μικρής χρονικής διάρκειας διακοπές (συνήθως μόνο τη νύκτα) ή εργάζεται συνεχώς.
- (II) χαρακτηρίζεται μια εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης όταν λειτουργεί 12 έως 15 ώρες ημερησίως.
- (III) χαρακτηρίζεται μια εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης όταν λειτουργεί 8 έως 12 ώρες ημερησίως.

Λειτουργία ανά 24ωρο	Τιμές του D			
	0.1-0.3	0.3-0.7	0.7-1.5	> 1.5
I	7	7	7	7
II	20	15	15	15
III	30	25	20	15

Πίνακας 3.2. Προσανζήσεις (%) των Θερμικών Απωλειών χώρου(Q_o), λόγω Διακοπτόμενης Λειτουργίας (Z_D)

Στον Πίνακα 2 υπεισέρχεται η τιμή της "μέσης θερμοπερατότητας D " ενός χώρου. Η τιμή αυτή υπολογίζεται από τη σχέση:

$$D = \frac{Q_o}{F * (t_i - t_o)} \sigma \epsilon \frac{Kcal}{h * m^2 * C_{E*}}$$

Όπου F : είναι το εμβαδόν (σε m^2) των επιφανειών οι οποίες περιορίζουν τον χώρο, ασχέτως αν είναι τοίχοι, δάπεδα, θύρες, παράθυρα ή οροφές.

3.5. Προσαυξήσεις λόγω Ύψους

Στα υψηλά κτίρια υπάρχουν αρκετοί λόγοι που οδηγούν στην προσαύξηση των θερμικών απωλειών.

Χώροι που βρίσκονται υψηλότερα, είναι λογικό να αναμένεται ότι θα εμφανίσουν αυξημένες θερμικές απώλειες. Ακόμη το ζεστό νερό το οποίο αναχωρεί από τον λέβητα με κάποια υψηλή θερμοκρασία, για να φθάσει σε υψηλούς ορόφους, όπως και σε απομακρυσμένους χώρους, έχει αυξημένες απώλειες και τροφοδοτεί τα θερμαντικά σώματα με νερό χαμηλότερης θερμοκρασίας. Έτσι για τους χώρους αυτούς πρέπει να "προβλεφθεί" αυξημένη ποσότητα θερμικής ενέργειας, ανάλογη των πρόσθετων απωλειών και της ποσότητας η οποία χάνεται στη διαδρομή.

Για τις προσαυξήσεις λόγω ύψους ισχύουν οι εξής κανόνες :

- Η συνολική προσαύξηση λόγω ύψους δεν επιτρέπεται να υπερβεί το 20%.
- Τα πρώτα 4 m ύψους έχουν μηδενική προσαύξηση
- Μετά από τα πρώτα 4 m ύψους έχουν 2% προσαύξηση για κάθε μέτρο ύψους.

Σαν ύψος ορίζω την απόσταση από το μέσο του ορόφου ως την επιφάνεια του εδάφους.

3.6. Απώλειες Αερισμού

Αναφέρθηκε ήδη ότι οι θερμικές απώλειες ενός χώρου Q_h , διακρίνονται σε απώλειες αγωγιμότητας Q_T και απώλειες αερισμού Q_L :

$$Q_h = Q_T + Q_L \text{ σε } Kcal/h \text{ ή } W$$

Οι απώλειες αερισμού Q_L προκύπτουν από τη συναλλαγή αέρα μεταξύ χώρου και περιβάλλοντος, η οποία οφείλεται στη μικρή υπερπίεση που παρατηρείται στους θερμαινόμενους χώρους και τη διαφορά θερμοκρασίας με γειτονικούς χώρους και το περιβάλλον. Η μικρή υπερπίεση που αναπτύσσεται στους θερμαινόμενους χώρους, ωθεί προς τα έξω αέρα του χώρου διαμέσου των χαραμάδων των κουφωμάτων ή περισσότερο έντονα, όταν ανοίγουν πόρτες ή παράθυρα. Την ποσότητα αυτή του θερμού αέρα αντικαθιστούν ρεύματα ψυχρού αέρα, τα οποία εισέρχονται στα χαμηλότερα επίπεδα (κοντά στο δάπεδο) και προέρχονται άμεσα ή έμμεσα από το εξωτερικό περιβάλλον.

Οι ποσότητες αυτές του νωπού αέρα, όταν είναι μικρές, είναι απόλυτα αναγκαίες για την ανανέωση του αέρα των χώρων και η θερμική επιβάρυνση που δημιουργούν είναι μικρή. Όταν όμως οι χαραμάδες θυρών και παραθύρων είναι μεγάλες (λόγω παλαιάς ή κακής ποιότητας κατασκευής των σκουφωμάτων), ή οι χρήστες του χώρου αφήνουν ανοικτά παράθυρα ή πόρτες, οι δαπάνες σε ενέργεια γίνονται πολύ σημαντικές.

Οι δαπάνες ενέργεια για τη θέρμανση των ποσοτήτων αέρα που εισέρχονται σ'ένα θερμαινόμενο χώρο, αποτελούν το δεύτερο σκέλος της ενεργειακής εξισώσεως που προσδιορίζει το σύνολο των θερμικών απωλειών για ένα χώρο.

Η θερμότητα Q_L εξαρτάται από τη "διαπερατότητα" των ανοιγμάτων και τη ροή (κατεύθυνση και ταχύτητα) του πνέοντος ανέμου, ο οποίος δημιουργεί μεταβαλλόμενες (χρονικά και τοπικά) καταστάσεις της πιέσεως. Για τον θεωρητικό υπολογισμό του Q_L χρησιμοποιείται η σχέση:

$$Q_L = \Sigma(a * l) * R * H * Z_{E*} * (t_i - t_o)$$

όπου:

α : ο συντελεστής διαπερατότητας, δηλαδή η διαπερατότητα ανά m σχισμής (χαραμάδας). Ο συντελεστής διαπερατότητας ή διεισδύσεως αέρα είναι ο λόγος του όγκου αέρα (m^3) ο οποίος εισέρχεται στον χώρο ανά m σχισμής και ανά ώρα (h), για διαφορά πιέσεως 1 kp/m^2 , (Πίνακας 4.3.).

l : είναι το συνολικό μήκος (σε m) των σχισμών ή χαραμάδων στη διαχωριστική επιφάνεια χώρων και περιβάλλοντος.

R : είναι ειδικός συντελεστής, γνωστός ως "αριθμός χώρου" ή "συντελεστής διεισδυτικότητας του χώρου", (Πίνακα 4.4.).

H : ειδικός συντελεστής προσβολής ανέμου (πίνακα 4.55) .

Z_E : συντελεστής γωνιακών παραθύρων.

3.7.Υπολογισμός του συντελεστή διεισδύσεως αέρα (α)

Η τιμή του α για συνηθισμένες πόρτες και παράθυρα δίδεται στον Πίνακα 4.3, σε $kcal/m$ ή K . Για κάθε ανοιγμα η τιμή αυτή πολλαπλασιάζεται επί το μήκος των χαραμάδων και στη συνέχεια διαμορφώνεται το άθροισμα $\Sigma (\alpha l)$, το οποίο αναφέρεται στο σύνολο των ανοιγμάτων (η) του χώρου:

$$\Sigma(\alpha * l) = \alpha_1 * l_1 + \alpha_2 * l_2 + \dots \alpha_n * l_n)$$

Για κοινό π.χ. δίφυλλο ξύλινο παράθυρο χωρίς εξώφυλλο, διαστάσεως 0,80 m (ύψος) και 0,50 m (πλάτος κάθε φύλλου) από τον Πίνακα 4.3. προκύπτει $\alpha = 3$ και

$$l = (4 * 0,50) + (3 * 0,80) = 4,4 \text{ m,}$$
$$\text{άρα: } \alpha * l = 13,2 \text{ kcal/h K}$$

	ΥΛΙΚΟ ΘΥΡΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ	
	Ξύλο ή πλαστικό	Μέταλλο
	a(kcal/m h K)	
Απλά παράθυρα και θύρες χωρίς εξώφυλλα	3,0	1,5
Απλά παράθυρα με εξώφυλλα	2,5	1,5
Διπλά παράθυρα και θύρες	2	1,2
Εσωτερικές θύρες: Συνεχώς ανοικτές Συνήθως ανοικτές	40 15	

Πίνακας 3.3. Τιμές του Συντελεστή Διεισδύσεως αέρα (α) μέσω Θυρών και Παραθύρων

3.8.Υπολογισμός του Χαρακτηριστικού αριθμού χώρου ή συντελεστή διεισδυτικότητας (R).

Η τιμή του R προκύπτει από τη σχέση:

$$R = \frac{1}{\frac{\sum(a * l)_A}{\sum(a * l)_N} + 1}$$

όπου:

(α * l)_A : είναι οι διαφυγές αέρα προς το εξωτερικό περιβάλλον, και

(α * l)_N: είναι οι διαφυγές αέρα προς εσωτερικούς χώρους από σχισμές, ανοίγματα και χαραμάδες εσωτερικών ανοιγμάτων.

Ο υπολογισμός του R από την προαναφερθείσα σχέση δεν συνηθίζεται και προτιμάται η εκλογή του R από τον Πίνακα 4.4. Ο υπολογισμός του R με τη βοήθεια του Πίνακα 4.4. βασίζεται στον λόγο **F_a / F_n**. όπου:

F_a : είναι το συνολικό εμβαδόν των εξωτερικών ανοιγμάτων του χώρου (θύρες, παράθυρα, μπαλκονόπορτες, φεγγίτες, κ.λπ).

F_n : είναι το συνολικό εμβαδόν των εσωτερικών ανοιγμάτων του χώρου (των μη προσβαλλόμενων από τον άνεμο)

Για κτίρια τα οποία δεν έχουν εξωτερικά ανοίγματα (αποθήκες, ειδικοί βιομηχανικοί χώροι, κ.ά.), ως τιμή του R λαμβάνεται η μέγιστη, δηλαδή **R = 1**.

ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΘΥΡΕΣ	Fa /Fa	R
Ξύλινα και Πλαστικά	Μη στεγανά Στεγανά	<3 <1,5	0,9
Μεταλλικά	Μη στεγανά Στεγανά	<6 <2,5	
Ξύλινα και Πλαστικά	Μη στεγανά Στεγανά	3 έως 9 1,5 έως 3	0,7
Μεταλλικά	Μη στεγανά Στεγανά	6 έως 20 2,5 έως 6	

Πίνακας 3.4. Τιμές του Συντελεστή Διεισδυτικότητας αέρα (R)

3.9.Υπολογισμός του Συντελεστή προσβολής Ανέμου (H) .

Ο συντελεστής προσβολής ανέμου, είναι χαρακτηριστικός αριθμός για κάθε οικοδομή και εξαρτάται από την ειδική θέση της σε σχέση με τους πνέοντες ανέμους. Οι τιμές του συντελεστή προσβολής ανέμου H προκύπτουν από τον **Πίνακα 4.5.**, αφού προηγουμένως εξεταστεί αν η οικοδομή βρίσκεται σε "προφυλαγμένη" (ως προς τους ανέμους) θέση, σε "εκτεθειμένη" θέση ή σε "ασυνήθιστα εκτεθειμένη" θέση.

Ειδικότερα:

α) Προφυλαγμένη θέση: Μία οικοδομή θεωρείται ότι βρίσκεται σε "προφυλαγμένη θέση", όταν βρίσκεται στο εσωτερικό πόλεως με συνηθισμένο πλάτος δρόμων και συνεχή οικοδομική γραμμή ή μικρές διακοπές.

β) Εκτεθειμένη θέση: Οικοδομές σε αραιοκατοικημένους συνοικισμούς ή χωριά με απόσταση μεταξύ των κτιρίων πολύ υψηλές οικοδομές πόλεων ή συγκροτήματα οικοδομών απέναντι στη θάλασσα, σε λίμνη ή μεγάλο ποταμό.

γ) Ασυνήθιστα εκτεθειμένη θέση: Μεμονωμένες οικοδομές σε ανοικτά πεδία (προ θαλάσσης, λίμνης, ποταμό, ή επί λόφου, βουνού κ,λπ).

Η διάκριση α, β και γ μπορεί να γίνει και για κάθε χώρο και όχι υποχρεωτικά για όλη την οικοδομή (κατά την κρίση του μελετητή). Είναι επομένως δυνατό σε μια πολυκατοικία ορισμένοι χώροι να ανήκουν στην "προφυλαγμένη θέση" άλλοι στην "εκτεθειμένη" και άλλοι (κυρίως των τελευταίων ορόφων) στην "ασυνήθιστα εκτεθειμένη θέση".

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΘΕΣΗ	ΕΝ ΣΕΙΡΑ ΟΙΚΗΜΑΤΑ	ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΑ ΟΙΚΗΜΑΤΑ
Συνήθης περιοχή από πλευράς ισχύος πνοής ανέμων	(α)	0,24	0,34
	(β)	0,41	0,58
	(γ)	0,60	0,84
Περιοχή με ισχυρούς ανέμους	(α)	0,41	0,58
	(β)	0,60	0,84
	(γ)	0,82	1,13
(α) Προφυλαγμένη θέση . (β) Εκτεθειμένη θέση (γ) ασυνήθιστα εκτεθειμένη θέση			

Πίνακας 3.5. Συντελεστής Θέσεως και Ανεμοπροσβολής κτιρίου ή Χώρου (H)

3.10. Υπολογισμός του Συντελεστή Γωνιακών Παραθύρων (Z_E).

Τα γωνιακά παράθυρα αποτελούν σοβαρή πρόσθετη πηγή θερμικών απωλειών. Όταν ένας χώρος διαθέτει: Γωνιακά παράθυρα, λαμβάνεται προσαύξηση 20%, δηλαδή:

$$Z_E = 1,2$$

Όταν δεν υπάρχουν γωνιακά παράθυρα λαμβάνεται:

$$Z_E = 1,0$$

3.11. Προσεγγιστικός Υπολογισμός των Απωλειών Αερισμού για συνήθη Κτίρια .

Ο υπολογισμός του Q_L από τη σχέση:

$$Q_L = \Sigma(a * l) * R * H * Z_{E*} * (t_i - t_o)$$

πραγματοποιείται κατά τις πρακτικές εφαρμογές όταν επιζητείται ασυνήθης ακρίβεια ή εξετάζονται εξαιρετικά δυσμενείς περιπτώσεις. Σε συνήθεις πρακτικές εφαρμογές, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η προσεγγιστική σχέση:

$$Q_L = (10 \text{ έως } 30) * l_{o\lambda} \text{ σε}(Kcal/h)$$

όπου $l_{o\lambda}$ είναι το συνολικό μήκος των χαραμάδων, των εξωτερικών ανοιγμάτων του υπό εξέταση χώρου, με βασική παραδοχή διαφορά θερμοκρασίας περίπου 20°C δηλ ($t_i - t_o = 20^\circ C$).

Για κατοικίες συνήθους κατασκευής, μπορούν εξ άλλου να θεωρηθούν ικανοποιητικές οι τιμές του Πίνακα 6.

Για τα ανοίγματα ημιυπόγειων χώρων και Α' ορόφου	$Q_L = 15 * I_{ολ}$
Για ανοίγματα των πρώτων ορόφων (Β1 και Γ)	$Q_L = 20 * I_{ολ}$
Για ανοίγματα των άνω ορόφων	$Q_L = 25 * I_{ολ}$
Για τα "ρετιρέ"	$Q_L = 30 * I_{ολ}$
Για απώλειες από κλειστά ανοίγματα εσωτερικών χώρων	$Q_L = 10 * I_{ολ}$

Πίνακας 3.6. Ενδεικτικές τιμές για τον απλοποιημένο/προσεγγιστικό υπολογισμό, των απωλειών αερισμού, για συνηθισμένες κατοικίες στην Ελλάδα.

3.12. Υπολογισμός Θερμικών απωλειών στην Πράξη.

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών χρησιμοποιούνται διαφορά βοηθητικά έντυπα σαν και το παρακάτω που ακολουθεί, το οποίο είναι εξαιρετικά απλό και εύχρηστο.

Στο άνω δεξιό τμήμα αναγράφετε ο όροφος (υπόγειο, ισόγειο, Α όροφος, κτλ.) , και παραπλεύρως τίθεται ο αύξων αριθμός του φύλλου για καλύτερη ταξινόμηση.

Ο κυρίως υπολογισμός χωρίζεται στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών λόγω αγωγιμότητας Q_T (στήλες 1 έως 18) και την εκ των υστέρων (από κάτω) προσθήκη των απωλειών αερισμού Q_L . Για τη συμπλήρωση των στηλών 1 έως 18 ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία:

➤ Στη στήλη (1) αυτή τίθεται συντομογραφικά το είδος της επιφάνειας που πρέπει να υπολογιστούν οι απώλειες θερμότητας (Τεξ, Θεξ, Π, Δ, κ,λπ).

Τεξ	=>	Τοίχος εξωτερικός
Τεσ	=>	Τοίχος εσωτερικός
Θεξ	=>	Θύρα εξωτερική
Θεσ	=>	Θύρα εσωτερική
Π	=>	Παράθυρο
Μ	=>	Μπαλκονόπορτα
Δ	=>	Δάπεδο
Ο	=>	Οροφή
Σ	=>	Στέγη

➤ Στη στήλη (2) τίθεται συντομογραφικά ο προσανατολισμός του χώρου (Β, ΒΔ, Α κ.λπ.). χωρίς να δίνεται κάποια προσαύξηση ακόμα.

B	Βορράς ή Βόρειος
N	Νότος ή Νότιος
A	Ανατολή ή Ανατολικός
Δ	Δύση ή Δοτικός
και	τα παράγωγα τους:
BA	Βορειοανατολικός
BΔ	Βορειοδυτικός
NA	Νοτιοανατολικός
NΔ	Νοτιοδυτικός

Στις στήλες (από 3 έως 8) γίνεται ο υπολογισμός του εμβαδού της επιφανείας. Δηλαδή

- Στη στήλη **(3)** γράφεται το μήκος της (σε m).
- Στη στήλη **(4)** γράφεται το ύψος ή πλάτος (σε m).
- Στη στήλη **(5)** γράφεται το γινόμενο των στηλών (4) και (5) το οποίο, προκειμένου περί συνεχούς επιφάνειας, αντιπροσωπεύει το εμβαδόν (σε m²).
- Στη στήλη **(6)** γράφεται ο αριθμός των όμοιων επιφανειών, όταν ο χώρος διαθέτει όμοιες επιφάνειες (π.χ. δύο όμοιες παράθυρα).

Εάν μελετάται η επιφάνεια ενός τοιχώματος το οποίο διαθέτει και κουφώματα, το εμβαδόν των κουφωμάτων του, αθροίζεται και γράφεται στη στήλη **(7)**. Το εμβαδόν αυτό χαρακτηρίζεται ως "αφαιρούμενη επιφάνεια", διότι πρέπει να αφαιρεθεί από το "μεικτό" εμβαδόν του τοιχώματος που γράφηκε στη στήλη (5). Το μετά την αφαίρεση εμβαδόν, γράφεται στη στήλη (8).

- Στη στήλη **(8)** γράφονται τα τελικά εμβαδά, τα οποία προκύπτουν μετά από τις πράξεις των παραπάνω.
- Στη στήλη **(9)** γράφεται ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U όπως έχει προκύψει από υπολογισμούς ή πίνακες.
- Στη στήλη **(10)** γράφεται η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου (ti).
- Στη στήλη **(11)** γράφεται η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου (to).

➤ Στη στήλη **(12)** γράφεται η διαφορά θερμοκρασίας Δt (σε °C) μεταξύ των δύο χώρων τους οποίους χωρίζει το εξεταζόμενο τοίχωμα, προσδιορίζεται με την βοήθεια

των Πινάκων που δίδουν την επιθυμητή θερμοκρασία των χώρων (σύμφωνα με τον Κ.Θ.), και την πιθανή χαμηλότερη χειμερινή θερμοκρασία για τις διάφορες πόλεις της Ελλάδος.

➤ Στη στήλη **(13)** ("Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις), γράφονται τα γινόμενα των τριών προηγούμενων στηλών (8, 9 και 12), δηλαδή το γινόμενο:

$$q_v = K_v * F_v * (t_i - t_o)$$

Το γινόμενο αυτό αντιπροσωπεύει τις θερμικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας μιας επιφάνειας του χώρου.

Η εργασία στις στήλες (1) έως (13) επαναλαμβάνετε κατά ακριβώς όμοιο τρόπο, για κάθε επιφάνεια του χώρου (τοιχος, άνοιγμα, δάπεδο, οροφή) και οι τιμές που προκύπτουν συγκεντρώνονται στη στήλη (13). Το άθροισμα των απωλειών του συνόλου των επιφανειών που περιβάλλουν τον χώρο, είναι προφανώς το σύνολο των απωλειών του χώρου (χωρίς να ληφθούν υπ¹ όψη οι αναγκαίες προσαυξήσεις):

$$Q_o = \Sigma q_v = K_v * F_v * (t_i - t_o)$$

Στις στήλες (από 14 έως 17) γίνεται ο υπολογισμός των διαφορών προσαυξήσεων. Δηλαδή:

- Στη στήλη **(14)** γράφεται η προσαύξηση λόγω προσανατολισμού σε τιμή %.
- Στη στήλη **(15)** γράφεται η προσαύξηση λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας της εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης σε τιμή %.
- Στη στήλη **(16)** γράφεται η προσαύξηση λόγω ύψους του ορόφου βρίσκεται ο χώρος σε τιμή %.
- Στη στήλη **(17)** γράφεται το σύνολο των προσαυξήσεων και προκύπτει από την σχέση:

$$Z = 1 + \frac{Z_D + Z_H + Z_Y}{100}$$

- Στην τελευταία στήλη του εντύπου **(18)** αναγράφεται το γινόμενο των στηλών (13) και (17), το οποίο αποτελεί και το σύνολο των απωλειών λόγω αγωγιμότητας, του χώρου Q_T .

Στην συνέχεια γίνεται ο υπολογισμός των απωλειών αερισμού, με εφαρμογή της πολύπλοκης σχέσεως ;

$$Q_L = \Sigma (a * l) * R * H * Z_{E*} * (t_i - t_o)$$

ή της απλοποιημένης σχέσεως:

$$Q_L = (10 \text{ έως } 30) * l_{o\lambda} \text{ σε (Kcal/h)}$$

Το άθροισμα των απωλειών θερμότητας Q_T και των απωλειών αερισμού Q_L μας δίνει πλέον το σύνολο των απωλειών του χώρου Q_H .

$$Q_h = Q_t + Q_L \text{ σε } \left(\frac{Kcal}{h} \right) \text{ ή } W$$

Με την χρονοβόρα, όσο και αναγκαία διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω , γίνεται για κάθε χώρο της οικοδομής ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών και στη συνέχεια αθροιζόμενες θα προκύψουν οι ολικές θερμικές απώλειες (το θερμικό φορτίο) της εγκατάστασης.

Παράλληλα με αυτόν τον τρόπο έχουμε τη γενική εικόνα των απωλειών σε κάθε χώρο της οικοδομής το οποίο είναι χρήσιμο στον υπολογισμό της εγκατάστασης θέρμανσης αλλά και στο εντοπισμό προβλήματος-συσσώρευση απωλειών.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ - ΚΤΙΡΙΟΥ																	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ												ΟΡΟΦΟΣ			ΦΥΛΛΟ / ΧΩΡΟΣ		
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					ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (λόγω ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ) ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ Q_o	ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ				ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΟΥ Q_T
		ΜΗΚΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ Ή ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝ.	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U	ΕΞΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ		ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ Z_H	ΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ Z_D	ΛΟΓΩ ΥΨΟΥΣ Z_o	ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΩΝ (1+Z_H+Z_D+Z_o)	
		m	m	m ²		m ²	m ²	W / m ² C	°C	°C	°C	W	%	%	%		W
1													---	---	---	-----	---
2													---	---	---	-----	---
3													---	---	---	-----	---
4													---	---	---	-----	---
5													---	---	---	-----	---
6													---	---	---	-----	---
7													---	---	---	-----	---
8													---	---	---	-----	---
9													---	---	---	-----	---
10													---	---	---	-----	---
11													---	---	---	-----	---
12													---	---	---	-----	---
Απώλειες Αερισμού χαραμάδων $Q_L = \alpha * (\Sigma I) * R * H * Z_{\epsilon} * (t_i - t_o)$																	
Συνολικές Απώλειες Χώρου (λόγω Αγωγιμότητας & Αερισμού χαραμάδων) $Q = Q_T + Q_L$																	
α =		Συντελεστής διαπερατότητας (ή διεισδύσεως αέρα) λόγω ανοίγματος Πιν.															
ΣΙ =		Συνολικό μήκος χαραμάδων των ανοιγμάτων του χώρου Πιν.															
R =		Συντελεστής διεισδυτικότητας (ή <u>χαρακτηριστικός αριθμός</u>) <u>Χώρου</u> Πιν.															
H =		Συντελεστής προσβολής ανέμου (ή <u>χαρακτηριστικός αριθμός</u>) <u>Κτιρίου</u> Πιν.															
Z_ε =		Συντελεστής Γωνιακών Ανοιγμάτων Πιν.															

Δt =	Θερμοκρασιακή διαφορά εσωτερικού χώρου - περιβάλλοντος														

Κεφάλαιο 4

ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

4.1.Γενικά :

Στα συστήματα θέρμανσης με ζεστό νερό, η θερμότητα που παράγεται στο λεβητοστάσιο αποδίδεται στους προς θέρμανση χώρους από τα θερμαντικά σώματα.

Στις μέρες μας υπάρχει μεγάλη ποικιλία στους τύπους, το υλικό κατασκευής και τις διαστάσεις των θερμαντικών σωμάτων για δεδομένη θερμαντική ισχύ.

Αρχή Λειτουργίας :

Μέσα από τα θερμαντικά σώματα περνά νερό θερμοκρασίας 70-90 °C και η ενέργεια μεταδίδεται στον χώρο με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- ▶ Ακτινοβολία.
- ▶ Συναγωγή (κίνηση αέρα).

Ανάλογα με τον τύπο του σώματος κυριαρχεί ένας από τους προαναφερθέντες τρόπους μετάδοσης.

Η θερμική ικανότητα ενός σώματος (σε προκαθορισμένες συνθήκες) ονομάζεται θερμική ισχύς του σώματος.

Οι συνθήκες στις οποίες το σώμα θα αποδώσει το θερμικό περιεχόμενο είναι καθορισμένες και θα πρέπει να αναγράφονται στα έντυπα των κατασκευαστών(συνήθως η θερμοκρασία προσαγωγής – επιστροφής είναι 90 °C & 70 °C αντίστοιχα και η θερμοκρασία χώρου 20°C).

Η απόδοση ενός θερμαντικού σώματος εξαρτάται σημαντικά από:

- ▶ Την συνολική εξωτερική του επιφάνεια.
- ▶ Τη θερμοκρασία νερού που περιέχει.
- ▶ Τη θερμοκρασία που έχει κάθε φορά ο θερμαινόμενος χώρος.
- ▶ Τον όροφο που βρίσκεται , αν έχουμε το δισωλήνιο σύστημα διανομής (η απόδοση μειώνεται όσο ανεβαίνουμε ψηλά).
- ▶ Το αν υπάρχουν καλύμματα ή άλλα σώματα που εμποδίζουν την ροή του αέρα ή την ακτινοβολία.

Σημειώνεται ότι τα καλύμματα ή άλλα αντικείμενα που τοποθετούνται σε μικρή απόσταση από τα θερμαντικά σώματα περιορίζουν πολύ την απόδοσή τους έως και 30%!!!

4.2.Τύποι Θερμαντικών Σωμάτων

Τα θερμαντικά σώματα τα οποία κυκλοφορούν στην αγορά κατατάσσονται στις κάτωθι κατηγορίες:

- ▶ Κλασσικά χαλύβδινα θερμαντικά σώματα με φέτες.
- ▶ Σώματα αλουμινίου.
- ▶ Τύπου RUNTAL(Κονβεκτέρ και Άβακες).
- ▶ Τύπου PANEL.
- ▶ Διακοσμητικά θερμαντικά σώματα.

Παρακάτω θα κάνουμε μια μικρή αναφορά στο κάθε είδος.

4.3. Χαλύβδινα Θερμαντικά σώματα με φέτες (τύπον ΑΚΑΝ)



Αποτελούνται από συστοιχία τμημάτων (φέτες) οι οποίες ενώνονται μεταξύ τους. Το υλικό κατασκευής τους είναι χάλυβας πάχους 1mm ενώ η πίεση λειτουργίας δεν ξεπερνά τα 4bar.

Για την περιγραφή των σωμάτων αυτών αρκούν τρεις αριθμοί οι οποίοι δηλώνουν κατά σειρά το πλάτος, το ύψος και τον αριθμό φετών. (πχ **III/905/16** IV/655/10 κ.λπ.) .Για παράδειγμα το **III/905/16** δηλώνει θερμαντικό σώμα με φέτες, τρίστηλο, ύψους 905mm που αποτελείται από 16 φέτες.

Τα βασικά τους πλεονεκτήματα είναι ότι έχουν αξιόπιστη απόδοση , μικρό βάρος και χαμηλό κόστος. Μειονέκτημα είναι ότι σκουριάζουν, αν δεν έχουν βαφεί καλά. Με τις σύγχρονες ηλεκτροστατικές βαφές το πρόβλημα αυτό ουσιαστικά έχει επιλυθεί.

Η θερμική ισχύς ανά φέτα των σωμάτων αυτών , για θερμοκρασία περιβάλλοντος 18°C και 20 °C,δίνεται από τον παρακάτω πίνακα.

Απόσταση αξόνων σε mm	Πλάτος σε mm	Θερμοκρασία αέρα σε °C	
		18 °C	20 °C
900	110	110	106
	160	146	140
	220	186	178
500	110	66	63
	160	88	85
	220	116	112
350	160	68	65
	220	88	85
200	250	70	67

Πίνακας 4.1. Απόδοση χαλύβδινων θερμαντικών σωμάτων.

Στους επόμενους πίνακες φαίνονται οι αποδώσεις των κοινών χαλύβδινων σωμάτων για **μέση ενεργό θερμοκρασία 60 °C**.

Η μέση ενεργός θερμοκρασία του σώματος δίνεται από τη σχέση:

$$tm = \frac{tv + tr}{2} - ti$$

Όπου:

tv: η θερμοκρασία εισόδου του νερού στο σώμα (°C)

tr: η θερμοκρασία εξόδου του νερού από το σώμα (°C)

ti: η θερμοκρασία του χώρου (°C)

Αριθ. Στοιχ. N	Μήκος σώματος L	905		655		505		355	
		F	Q	F	Q	F	Q	F	Q
-	mm	m ²	kcal/h	m ²	kcal/h	m ²	kcal/h	m ²	kcal/h
1	40	0.20	90	0.15	70	0.12	50	0.09	40
2	80	0.40	180	0.30	130	0.24	110	0.18	80
3	120	0.60	260	0.50	200	0.36	170	0.27	130
4	160	0.80	350	0.60	270	0.48	220	0.36	170
5	200	1.00	440	0.75	340	0.60	280	0.45	210
6	240	1.20	530	0.90	410	0.72	340	0.54	260
7	280	1.40	620	1.05	480	0.84	390	0.63	300
8	320	1.60	710	1.20	540	0.96	450	0.72	340
9	360	1.80	800	1.35	610	1.08	500	0.81	390
10	400	2.00	890	1.50	680	1.20	560	0.90	430
11	440	2.20	980	1.65	750	1.32	620	0.99	470
12	480	2.40	1060	1.80	820	1.44	670	1.08	520
13	520	2.60	1150	1.95	890	1.56	730	1.17	560
14	560	2.80	1240	2.10	950	1.68	780	1.26	600
15	600	3.00	1330	2.25	1025	1.80	840	1.35	650
16	640	3.20	1420	2.40	1090	1.92	900	1.44	690
17	680	3.40	1510	2.55	1160	2.04	950	1.53	730
18	720	3.60	1600	2.70	1230	2.16	1010	1.62	780
19	760	3.80	1690	2.85	1300	2.28	1060	1.71	820
20	800	4.00	1770	3.00	1370	2.40	1120	1.80	860
21	840	4.20	1850	3.15	1420	2.52	1170	1.89	900
22	880	4.40	1930	3.30	1480	2.64	1220	1.98	940
23	920	4.60	2020	3.45	1550	2.76	1280	2.07	980
24	960	4.80	2110	3.60	1620	2.88	1330	2.16	1020
25	1000	5.00	2190	3.75	1680	3.00	1390	2.25	1060
26	1040	5.20	2280	3.90	1750	3.12	1440	2.34	1100
27	1080	5.40	2370	4.03	1810	3.24	1490	2.43	1140
28	1120	5.60	2450	4.20	1880	3.36	1540	2.52	1180
29	1160	5.80	2530	4.35	1940	3.48	1600	2.61	1230
30	1200	6.00	2610	4.50	2010	3.60	1650	2.70	1270

Πίνακας 4.2. Στοιχεία και θερμική ισχύς Δίστηλων (II) χαλύβδινων θερμαντικών σωμάτων.

Αριθ. Στοιχ. N	Μήκος σώματος L	905		655		505		355	
		F	Q	F	Q	F	Q	F	Q
-	mm	m ²	kcal/h	m ²	kcal/h	m ²	kcal/h	m ²	kcal/h
1	40	0.30	130	0.23	100	0.18	80	0.14	65
2	80	0.60	250	0.46	200	0.36	160	0.28	130
3	120	0.90	380	0.69	300	0.54	240	0.42	190
4	160	1.20	510	0.92	400	0.72	320	0.56	260
5	200	1.50	640	1.15	500	0.90	400	0.70	320
6	240	1.80	770	1.38	600	1.08	480	0.84	390
7	280	2.10	890	1.61	700	1.26	570	0.98	450
8	320	2.40	1020	1.84	800	1.44	650	1.12	520
9	360	2.70	1150	2.07	900	1.62	730	1.26	580
10	400	3.00	1150	2.30	1000	1.80	810	1.40	640
11	440	3.30	1280	2.53	1100	1.98	890	1.54	710
12	480	3.60	1400	2.76	1200	2.16	970	1.68	770
13	520	3.90	1530	2.99	1300	2.34	1050	1.82	840
14	560	4.20	1660	3.22	1400	2.52	1130	1.96	900
15	600	4.50	1790	3.45	1500	2.70	1210	2.10	970
16	640	4.80	1910	3.68	1600	2.88	1300	2.24	1030
17	680	5.10	2040	3.91	1700	3.06	1380	2.38	1100
18	720	5.40	2170	4.14	1800	3.24	1460	2.52	1160
19	760	5.70	2300	4.37	1900	3.42	1540	2.66	1230
20	800	6.00	2420	4.60	2000	3.60	1620	2.80	1290
21	840	6.30	2550	4.83	2100	3.78	1690	2.94	1340
22	880	6.60	2660	5.06	2200	3.96	1760	3.08	1400
23	920	6.90	2780	5.29	2300	4.14	1840	3.22	1470
24	960	7.20	2900	5.52	2400	4.32	1920	3.36	1530
25	1000	7.50	3160	5.75	2490	4.50	2000	3.50	1590
26	1040	7.80	3280	5.98	2580	4.68	2080	3.64	1650
27	1080	8.10	3400	6.21	2670	4.86	2150	3.78	1710
28	1120	8.40	3520	6.44	2760	5.04	2230	3.92	1770
29	1160	8.70	3640	6.67	2850	5.22	2300	4.06	1840
30	1200	9.00	3760	6.90	2940	5.40	2380	4.20	1900

Πίνακας 5.3. Στοιχεία και θερμική ισχύς Τρίστηλων (III) Χαλύβδινων θερμαντικών σωμάτων.

Αριθ. Στοιχ. N	Μήκος σώματος L	905		655		505		355	
		F	Q	F	Q	F	Q	F	Q
-	mm	m ²	kcal/h	m ²	kcal/h	m ²	kcal/h	m ²	kcal/h
1	40	0.42	170	0.32	130	0.25	110	0.19	80
2	80	0.84	340	0.64	270	0.50	210	1.38	170
3	120	1.26	510	0.96	400	0.75	320	0.57	250
4	160	1.68	680	1.28	540	1.00	430	0.76	340
5	200	2.10	860	1.6	670	1.25	540	0.95	420
6	240	2.52	1030	1.92	800	1.50	650	1.14	500
7	280	2.94	1200	2.24	940	1.75	750	1.33	590
8	320	3.36	1370	2.56	1070	2.00	860	1.52	670
9	360	3.78	1540	2.88	1210	2.25	970	1.71	760
10	400	4.20	1710	3.20	1340	2.50	1080	1.90	840
11	440	4.62	1880	3.52	1480	2.75	1190	2.09	930
12	480	5.04	2060	3.84	1610	3.00	1290	2.28	1010
13	520	5.46	2230	4.16	1750	3.25	1400	2.47	1100
14	560	5.88	2400	4.48	1880	3.50	1510	2.66	1180
15	600	6.30	2570	4.8	2010	3.75	1620	2.85	1270
16	640	6.72	2740	5.12	2150	4.00	1730	3.04	1350
17	680	7.14	2910	5.44	2280	4.25	1830	3.23	1430
18	720	7.56	3080	5.76	2420	4.50	1940	3.42	1520
19	760	7.98	3250	6.08	2550	4.75	2050	3.61	1600
20	800	8.40	3430	6.40	2690	5.00	2160	3.80	1680
21	840	8.82	3590	6.72	2800	5.25	2250	3.99	1750
22	880	9.24	3730	7.04	2920	5.50	2350	4.18	1830
23	920	9.66	3900	7.36	3060	5.75	2450	4.37	1910
24	960	10.08	4060	7.68	3180	6.00	2560	7.56	1990
25	1000	10.50	4230	8	3300	6.25	2660	4.75	2080
26	1040	10.92	4400	8.32	3430	6.50	2770	4.94	2160
27	1080	11.34	4570	8.64	3570	6.75	2870	5.13	2260
28	1120	11.76	4730	8.96	3700	7.00	2970	5.32	2320
29	1160	12.18	4900	9.28	3830	7.25	3080	5.51	2400
30	1200	12.60	5070	9.60	3960	7.50	3180	5.70	2480

Πίνακας 5.4.Στοιχεία και θερμική ισχύς τετράστηλων (IV) χαλύβδινων θερμαντικών σωμάτων.

4.4. Σώματα Αλουμινίου



Κατασκευάζονται από κράματα αλουμινίου και αποτελούνται από στοιχεία που ενώνονται μεταξύ τους.

Έχουν καλή αισθητική εμφάνιση, είναι ελαφριά αλλά το υψηλό κόστος κατασκευής αποτελεί μειονέκτημα.

Χαρακτηρίζονται για το μικρό τους βάρος και μεταδίδουν την θερμότητα κυρίως μέσω ακτινοβολίας.

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται οι αποδόσεις κάποιου συγκεκριμένου τύπου σωμάτων αλουμινίου

Αριθμός στοιχείων	Μήκος σε χιλιοστά	Βάρος σώματος σε Kgr	Χωρητικότητα νερού σε λίτρα	Θερμαινόμενη επιφάνεια σε m	Απόδοση σε Kcal/h για θερμοκρασία χώρου 20°C και θερμοκρασία εισερχόμενου/εξερχόμενου νερού 85°C/70°C
1	60	1.8	0.53	0.5	200
2	120	3.6	1.06	1	400
3	180	5.4	1.59	1.5	600
4	240	7.2	2.12	2	800
5	300	9.0	2.65	2.5	1000
6	360	10.8	3.18	3	1200
7	420	12.6	3.71	3.5	1400
8	480	14.4	4.24	4	1600
9	540	16.2	4.77	4.5	1800
10	600	18.0	5.30	5	2000

Πίνακας 4.5α. Στοιχεία και ενδεικτική θερμική ισχύς θερμαντικών σωμάτων ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

Αριθμός στοιχείων	Μήκος σε χιλιοστά	Βάρος σώματος σε Kgr	Χωρητικότητα νερού σε λίτρα	Θερμαινόμενη επιφάνεια σε m	Απόδοση σε Kcal/h για θερμοκρασία χώρου 20°C και θερμοκρασία εισερχόμενου/εξερχόμενου νερού 85°C/70°C	
1	60	1.25	0.48	0.25	100	
2	120	2.50	0.96	0.50	200	
3	180	3.75	1.44	0.75	300	
4	240	5.00	1.92	1.00	400	
5	300	6.25	2.40	1.25	500	
6	360	7.50	2.88	1.50	600	
7	420	8.75	3.36	1.75	700	
8	480	10.00	3.84	2.00	800	
9	540	11.25	4.32	2.25	900	
10	600	12.50	4.80	2.50	1000	

Πίνακας 4.5β. Στοιχεία και ενδεικτική θερμική ισχύς θερμαντικών σωμάτων ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

5.5. Σώματα τύπου RUNTAL



Είναι μια γενικότερη κατηγορία η οποία περιλαμβάνει τα **Κονβέκτερ** και **Άβακες**

Τα **Κονβέκτερ** είναι κατασκευασμένα από πεπλατυσμένους αγωγούς μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το θερμό νερό, ενωμένους μεταξύ τους ώστε να σχηματίζουν μια θερμαινόμενη επιφάνεια. Ανάλογα με τη σύνδεση που θα γίνει φέρουν στα πλάγια συλλέκτες με αναμονές σύνδεσης στο δίκτυο.

Η μετάδοση θερμότητας γίνεται κυρίως με ακτινοβολία ενώ υπάρχουν κατασκευαστικές που συνθέτουν δύο τέτοιες επιφάνειες.

Οι σωλήνες από τους οποίους αποτελούνται έχουν συνήθως πλάτος 70mm, οπότε τα διαθέσιμα ύψη είναι πολλαπλάσια του 70. Το μήκος τους ποικίλει ανάλογα με την θερμική ισχύ του σώματος. Για παράδειγμα H560/2,8 δηλώνει θερμαντικό σώμα τύπου κονβέκτερ ύψους 560 mm και μήκους 280 cm.

Οι **άβακες** κατασκευάζονται όπως τα σώματα τύπου **κονβέκτερ** αλλά στη μια ή στις δυο επιφάνειες του έχουν συγκολλημένο έλασμα σε μορφή μαιάνδρου. Η παραλλαγή αυτή γίνεται διότι αυξάνεται η θερμική ισχύ του σώματος και έτσι μπορούμε να εξοικονομήσουμε ωφέλιμο χώρο. Κατασκευάζονται σε μεγάλη ποικιλία διαστάσεων. Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται οι αποδόσεις των σωμάτων RUNTAL.

Πρέπει να σημειωθεί εδώ, ότι τα σώματα αυτά χρησιμοποιούνται πλέον ελάχιστα, καθώς έχουν εκτοπιστεί σε μεγάλο βαθμό από τα πάνελ.

Μήκος Σώματος (m)	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ Kcal/h											
Τύπος	K140	2K140	K280	2K280	K420/1	K420	K560/1	K560	K700/1	K700	K840/1	K840
0,50	325	-	535	-	600	820	-	-	-	-	-	-
0,70	455	910	749	1498	840	1148	1043	1449	1225	1708	-	-
0,90	585	1170	963	1926	1080	1476	1341	1863	1575	2196	1836	2538
1,00	650	1300	1070	2140	1200	1640	1490	2070	1750	2440	2040	2820
1,20	780	1560	1284	2568	1440	1968	1788	2484	2100	2928	2448	3384
1,40	910	1820	1498	2996	1680	2296	2086	2898	2450	3416	2856	3948
1,60	1040	2080	1712	3424	1920	2624	2384	3312	2800	3904	3264	4512
1,80	1170	2340	1926	3852	2160	2952	2682	3726	3150	4392	3672	5076
2,00	1300	2600	2140	4280	2400	3280	2980	4140	3500	4880	4080	5640
2,40	1560	3120	2568	5136	2880	3936	3576	4968	4200	5856	4896	6768
2,80	1820	3640	2996	5992	3360	4592	4172	5796	4900	6832	5712	7896
3,20	2080	4160	3424	6848	3840	5248	4768	6624	5600	7808	6528	9024
3,60	2340	4680	3852	7704	4320	5904	5364	7452	6300	8784	7344	10152
4,00	2600	5200	4280	8560	4800	6560	5960	8280	7000	9760	8160	11280
5,00	3250	6500	5350	10700	6000	8200	7450	10350	8750	12000	10200	14100

6,00	3900	7800	6420	12840	7200	9840	8940	12420	10500	14640	12240	16920
------	------	------	------	-------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------

Πίνακας 4.6. Στοιχεία και ενδεικτική θερμική ισχύς θερμαντικών σωμάτων ΚΟΝΒΕΚΤΕΡ

Μήκος Σώματος (m)	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ Kcal/h							
Τύπος	H280	H350	H420	H490	H560	H630	H700	H980
0,50	215	265	310	350	-	-	-	-
0,70	301	371	434	490	553	616	-	-
0,90	387	477	558	630	711	792	873	-
1,00	430	530	620	700	790	880	970	1300
1,20	516	636	744	840	948	1056	1164	1560
1,40	602	742	868	980	1106	1232	1358	1820
1,60	688	848	992	1120	1264	1408	1552	2080
1,80	774	954	1116	1260	1422	1584	1746	2340
2,00	860	1060	1240	1400	1580	1760	1940	2600
2,40	1032	1272	1488	1680	1896	2112	2328	3120
2,80	1204	1484	1736	1960	2212	2464	-	3640
3,20	1376	1696	1984	2240	2528	2816	3104	4160
3,60	1548	1908	2232	2520	2844	3168	3492	4680
4,00	1720	2120	2480	2800	3160	3520	3880	5200
5,00	2150	2650	3100	3500	3950	4400	4850	6500
6,00	2580	3180	3720	4200	4740	5280	5820	7800

Πίνακας 4.7. Στοιχεία και ενδεικτική θερμική ισχύς θερμαντικών σωμάτων ΑΒΑΚΕΣ τύπου Η

Μήκος Σώματος (μέτρα)	Θερμική Απόδοση Kcal/h					
Τύπος	H 420 M 280	H 560 M 420	H 700 M 560	2H 560 M 560	2H 700 M 560	2H 980 M 700
0,50	470	-	-	-	-	-
0,70	658	952	-	2009	-	-
0,90	846	1224	1530	2583	3060	-
1,00	940	1360	1700	2870	3400	3680
1,20	1128	1632	2040	3444	4080	4416
1,40	1316	1904	2380	4018	4760	5152
1,60	1504	2176	2720	4592	5440	5888
1,80	1692	2448	3060	5166	6120	6624
2,00	1880	2720	3400	5740	6800	7360
2,40	2256	3264	4080	6888	8160	8832
2,80	2632	3808	4760	8036	9520	10304
3,20	3008	4352	5440	9184	10880	11776
3,60	3384	4896	6120	10332	12240	13248
4,00	3760	5440	6800	11480	13600	14720
5,00	4700	6800	8500	14350	17000	18400
6,00	5640	8160	10200	17220	20400	22080

Πίνακας 4.8. Στοιχεία και ενδεικτική θερμική ισχύς θερμαντικών σωμάτων ΑΒΑΚΕΣ τύπου ΗΜ

Τύπος Σώματος		Απόδοση Kcal/h.m για $\Delta t = 60^{\circ}\text{C}$	Απόδοση Kcal/h.m για $\Delta t = 57,5^{\circ}\text{C}$	Θερμαινόμεν η Επιφάνεια m^2/m	Τύπος Σώματος		Απόδοση Kcal/h .m για $\Delta t = 60^{\circ}\text{C}$	Απόδοση Kcal/h .m για $\Delta t = 57,5^{\circ}\text{C}$	Θερμαινόμεν η Επιφάνεια m^2/m
Κ	K140/1	430	410	1,51	H	H140	240	220	0,30
	K140	650	610	2,71		H210	340	320	0,44
	2K140/1	1080	1020	4,22		H280	430	400	0,61
	2K140	1300	1220	5,42		H350	530	500	0,75
	3K140/1	1730	1630	6,93		H420	620	580	0,90
	3K140	1950	1830	8,13		H490	700	660	1,04
	4K140	2600	2440	10,84		H560	790	740	1,19
	5K140	3250	3050	13,55		H630	880	820	1,33
	K280/1	720	680	2,40		H700	970	910	1,48
	K280	1070	1000	4,20		H770	1050	990	1,62
	2K280/1	1790	1680	6,60		H840	1130	1060	1,77
	2K280	2140	2000	8,40		H910	1220	1140	1,91
	3K280/1	2860	2680	10,80		H980	1300	1220	2,06
	3K280	3210	3000	12,60	2H	2H350	900	840	1,50
	4K280	4280	4000	16,80		2H420	1040	970	1,79
	5K280	5350	5000	21,00		2H490	1180	1100	2,08
	K420/1	1200	1130	4,57		2H560	1320	1240	2,37
	K420	1640	1540	8,25		2H630	1450	1360	2,66
	2K420	3280	3080	16,50		2H700	1580	1480	2,96
	K560/1	1490	1400	6,12		2H770	1710	1610	3,24
	K560	2070	1950	11,05		2H840	1840	1730	3,53
	2K560	4140	3900	22,09		2H910	1970	1850	3,82
	K700/1	1750	1650	7,63		2H980	2090	1960	4,11
	K700	2440	2300	13,78	HM	H420M280	940	880	3,35
	2K700	4880	4600	27,56		H560M420	1360	1280	4,87
	K840/1	2040	1920	9,08		H700M560	1700	1600	6,41
	K840	2820	2650	16,48	2 HM	2H560M560	2870	2700	12,23
	2K840	5640	5300	32,96		2H700M560	3400	3200	12,82
						2H980M700	3680	3460	16,47

Πίνακας 4.9. Τεχνικά Στοιχεία θερμαντικών σωμάτων RUNTAL – ΒΙΟΣΩΛ (Για θερμοκρασία χώρων 20°C και θερμοκρασία νερού $90 / 70^{\circ}\text{C}$ ή $85 / 70^{\circ}\text{C}$.)

Τυποποιημένα μήκη σε μέτρα για όλους τους μήκους Κονβέκτερ Κ, συστοιχιών 2Κ και 3Κ και αβάρων Η, 2Η ΗΜ και 2ΗΜ.

0,50	0,70	0,90	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00	5,00	6,00
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Τύπος Σώματος		Απόδοση kcal/h. m για $\Delta T=60$ C	Απόδοση η kcal/h.m για $\Delta T=57,5$ C	Θερμαινόμε νη επιφάνεια m ² /m	Τύπος σώματος		Απόδοση kcal/h.m για $\Delta T=60$ C	Απόδοση kcal/h.m για $\Delta T=57,5$ C	Θερμαινόμε νη επιφάνεια m ² /m
I	I 600	840	800	1,26	2I	2I 600	1400	1320	2,52
	I 800	1080	1020	1,68		2I 800	1790	1690	3,35
	I 1000	1330	1260	2,10		2I 1000	2140	2020	4,19
	I 1200	1570	1480	2,52		2I 1200	2500	2360	5,03
	I 1400	1800	1700	2,94		2I 1400	2860	2700	5,87
	I 1600	2030	1910	3,36		2I 1600	3200	3020	6,71
	I 1800	2260	2140	3,77		2I 1800	3540	3340	7,55
	I 2000	2480	2340	4,19		2I 2000	3860	3640	8,39
	I 2200	2710	2560	4,61		2I 2200	4170	3940	9,22
	I 2400	2930	2770	5,03		2I 2400	4500	4250	10,06
	I 2800	3360	3180	5,87		2I 2800	5170	4890	11,74
	I 3200	3860	3650	6,71		2I 3200	5850	5520	13,42
	2 3600	4340	4100	7,55		2I 3600	6600	6240	15,10
I K	IK 655	2230	2100	11,27	2IM	2I 655 M560 2I 905 M840	3100 3750	2920 3530	12,74 18,74
	IK 905	2930	2760	16,77					
I M	I 655 M560	1640	1550	6,37					
	I 905 M 840	2150	3030	9,37					

Πίνακας 4.10. Τεχνικά Στοιχεία θερμαντικών σωμάτων RUNTAL – ΒΙΟΣΩΛ (Για θερμοκρασία χώρου 20°C και θερμοκρασία νερού 90 / 70 °C ή 85 / 70 °C.

Τυποποιημένα μήκη σε μέτρα για όλους τους τύπους των σωμάτων I,2I, IK IM και 2IM

0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	0,70	0,98
------	------	------	------	------	------	------	------

Μήκος Σώματος (μέτρα)	Θερμική Απόδοση Kcal/h					
Τύπος	IK 655	IK 905	I 655 M 560	I 905 M 840	2I655 M560	2I905 M840
0,28	624	820	459	602	868	1050
0,35	780	1025	574	753	1085	1312
0,42	937	1231	689	903	1302	1575
0,49	1093	1436	804	1053	1519	1838
0,56	1249	1641	918	1204	1736	2100
0,63	1405	1846	1033	1354	1953	2363
0,70	1560	2051	1148	1505	2170	2625
0,98	2185	2871	1607	2107	3038	3675
Τα σώματα τύπου IK και IM της ΒΙΟΣΩΛ έχουν αποστάσεις μεταξύ αξόνων (κέντρα) τις ίδιες με τις αποστάσεις των κοινών σωμάτων 655 και 905						

Πίνακας 4.11. Στοιχεία και ενδεικτικής θερμικής ισχύς θερμαντικών σωμάτων ΑΒΑΚΕΣ τύπου IK & IM

Μήκος σώματος (μέτρα)	Θερμική απόδοση Kcal/h							
Τύπος	I 600	I 800	I 1000	I 1200	I 1400	I 1600	I 1800	I 2000
0,28	236	302	372	440	504	568	633	694
0,35	294	378	466	550	630	710	791	868
0,42	353	454	559	660	756	853	950	1042
0,49	411	529	652	770	880	995	1107	1215
0,56	470	605	745	880	1008	1137	1266	1389
0,63	-	680	838	990	1134	1279	1424	1562
0,70	-	756	931	1110	1260	1421	1580	1736
0,98	-	-	1303	1540	1740	1989	2215	2430

Πίνακας 4.12. Στοιχεία και ενδεικτικής θερμικής ισχύς θερμαντικών σωμάτων ΑΒΑΚΕΣ τύπου I

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ) ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ							
A.A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ (W)	ΑΠΩΛΕΙΕΣ (Kcal/h)	ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ (mm)	ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
Σημ. 1 W = 1,163 Kcal/h					(ή 1kcal / h = 0,860 W)		

4.13. Ενδεικτικός Πίνακας καταγραφής Θερμαντικών Σωμάτων

Κεφάλαιο 5

Στοιχεία Σωληνώσεων δικτύων Κεντρικής Θέρμανσης

Για την κατασκευή των δικτύων σωληνώσεων στα συστήματα κεντρικής θέρμανσης, έχουμε πλέον πολλές δυνατότητες. Μεταξύ πολλών υλικών με διαφορετικές ιδιότητες, μπορούμε να επιλέξουμε αυτό το οποίο έχει τα χαρακτηριστικά τα οποία είναι κατάλληλα για μια συγκεκριμένη εφαρμογή.

Οι σωληνώσεις που συναντούμε στο εμπόριο είναι

1. Χαλυβδοσωλήνες
2. Χαλκοσωλήνες
3. Σωλήνες πολυπροπυλενίου
4. Σωλήνες πολυαιθυλενίου
5. Εύκαμπτοι σωλήνες πολυαιθυλενίου με στρώμα αλουμινίου

Η αντοχή και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά παρουσιάζονται συνήθως στα έντυπα των κατασκευαστών ενώ για κάθε συγκεκριμένο υλικό θα πρέπει να υπάρχουν τα κατάλληλα πιστοποιητικά δοκιμών και καταλληλότητας. Στην συνέχεια θα γίνει γενικότερα μια περιληπτική περιγραφή τους.

Ονομαστική διάμετρος	Εξωτερική διάμετρος mm	Πάχος mm	Διατομή cm ²	Βάρος G Kg/m	W cm ³	J cm ⁴
1/2"	20,5	2	1,14	0,920	0,498	0,500
3/4"	26,3	2,15	1,62	1,280	0,915	1,2
1"	33,4	2,30	2,26	1,765	1,63	2,72
1 1/4"	42,5	2,40	2,97	2,380	2,83	6,02
1 1/2"	48,3	2,50	3,60	2,830	3,93	9,5
2"	60	2,60	4,69	3,68	6,52	19,6
2 1/2"	75	2,80	6,25	4,97	11	41,1
3"	88	3,10	8,20	6,50	16,7	73,5
4"	114	3,30	10,90	9,02	33,1	171,5

Πίνακας 5.1. Στοιχεία χαλυβδοσωλήνων

t °C	Y Kg/m ³	t °C	Kg/m ³	t °C	Y Kg/m ³	t °C	Y Kg/m ³
40,0	992,24	55,0	985,73	70,0	977,81	85,0	968,65
40,5	992,05	55,5	985,49	70,5	977,52	85,5	968,33
41,0	991,86	56,0	985,25	71,0	977,23	86,0	968,00
41,5	991,66	56,5	985,00	71,5	976,95	86,5	967,67
42,0	991,47	57,0	984,75	72,0	976,66	87,0	967,34
42,5	991,27	57,5	984,50	72,5	976,36	87,5	967,01
43,0	991,27	58,0	984,50	73,0	976,36	88,0	966,68
43,5	990,86	58,5	984,00	73,5	975,83	88,5	966,35
44,0	990,66	59,0	983,50	74,0	975,24	89,0	965,68
44,5	990,46	59,5	983,50	74,5	975,24	89,5	965,68
45,0	990,25	60,0	983,24	75,0	974,89	90,0	965,34
45,5	990,03	60,5	982,98	75,5	974,59	90,5	965,01
46,0	989,82	61,0	982,72	76,0	974,29	91,0	964,67
46,5	989,61	61,5	982,46	76,5	973,98	91,5	964,33
47,0	989,40	62,0	982,20	77,0	973,68	92,0	963,99
47,5	989,18	62,5	981,94	77,5	973,37	92,5	963,65
48,0	988,96	63,0	981,67	78,0	973,07	93,0	963,30
48,5	988,74	63,5	981,40	78,5	972,76	93,5	962,96
49,0	988,52	64,0	981,13	79,0	972,45	94,0	962,61
49,5	988,29	64,5	980,86	79,5	972,14	94,5	962,27
50,0	988,07	65,0	980,59	80,0	971,83	95,0	961,92
50,5	987,84	65,5	980,32	80,5	971,52	95,5	961,57
51,0	987,62	66,0	980,05	81,0	971,21	96,0	961,22
51,5	987,38	66,5	979,77	81,5	970,89	96,5	960,87
52,0	987,15	67,0	979,50	82,0	970,57	97,0	960,51
52,5	986,92	67,5	979,22	82,5	970,25	97,5	960,16
53,0	986,69	68,0	978,94	83,0	969,94	98,0	959,81
53,5	986,45	68,5	978,66	83,5	969,62	98,5	959,46
54,0	986,21	69,0	978,38	84,0	969,30	99,0	959,09
54,5	985,97	69,5	978,10	84,5	968,98	99,5	958,74
						100,0	958,38

Πίνακας 5.2. Ειδικό βάρος νερού για θερμοκρασίες από 40 έως 100 °C

5.1. Χαλυβδοσωλήνες

Στο παρελθόν όλα τα δίκτυα θέρμανσης κατασκευάζονταν από Χαλυβδοσωλήνες με ραφή. Ο σωλήνας αυτός χαρακτηρίζεται ως «μαύρος» εξ αιτίας του χρώματος του.

Πρόκειται για σωλήνα ο οποίος δεν έχει προστασία οξείδωσης (γαλβανισμός π.χ.). Το συγκεκριμένο είδος έχει επικρατήσει και ως ένα βαθμό προτιμάται και σήμερα διότι έχει την δυνατότητα συγκόλλησης.

Οι σωλήνες αυτοί μετά την εφαρμογή τους πρέπει να υποστούν αντιδιαβρωτική προστασία όπως αντισκωρική βαφή.

Σε υδραυλικά δίκτυα (πόσιμο νερού κλπ), προτιμάται ο γαλβανισμένος χαλυβδοσωλήνας.

Σήμερα η εφαρμογή τους έχει περιοριστεί πάρα πολύ αλλά συναντούνται αρκετά συχνά σε παλιότερα υπάρχοντα δίκτυα.

Είναι κατάλληλοι (συγκεκριμένοι τύποι) για χρήση σε δίκτυα θέρμανσης, ύδρευσης, πυρόσβεσης, αποχέτευσης, φυσικού αερίου κλπ.

Πλεονεκτήματα χαλυβδοσωλήνων:

1. Ικανοποιητική μηχανική αντοχή
2. Δεν παρουσιάζουν ηλεκτρολύσεις με τα άλλα υλικά

Μειονεκτήματα χαλυβδοσωλήνων:

1. Έχουν αυξημένο βάρος
2. Απαιτούνται ιδιαίτερα μέτρα αποθήκευσης, μεταφοράς και εγκατάστασης
3. Δεν αντικαθίστανται σε περίπτωση βλάβης
4. Παρουσιάζουν δυσκολία στην ένωση των διάφορων στοιχείων
5. Σημαντικό μειονέκτημα είναι η διάβρωση, συγκεκριμένα:

Εσωτερικά, από την υγρασία του αέρα, όταν δεν είναι γεμάτοι με νερό. Γι' αυτό πρέπει να φέρουν τάπα και στα δύο άκρα, τόσο όσο βρίσκονται στην αποθήκη όσο και όταν έχουν τοποθετηθεί στο δάπεδο, χωρίς να έχουν γεμίσει νερό.

Εξωτερικά από την υγρασία του χώρου ή τις μικροδιαρροές των διακοπών. Στην δεύτερη περίπτωση η διάβρωση μπορεί να προχωρήσει αρκετά και μέσα στο υπόγειο τμήμα του οπότε ο σωλήνας αχρηστεύεται.

Πρόκειται για χάλυβα ποιότητας **St-37.2**, γαλβανισμένος εν θερμώ, με κωνικό σπείρωμα. Η πίεση στην οποία δοκιμάζονται είναι της τάξης των 50 bar.

Ανάλογα με τις προδιαγραφές που έχουν φέρουν και κατάλληλο χρωματισμό όπως πράσινο (βαρέως τύπου), κίτρινο κλπ.

Η περιεκτικότητα τους σε άνθρακα είναι περίπου 0,17% ενώ διάφορα άλλα στοιχεία υπάρχουν σε μικρότερη αναλογία όπως φώσφορος, θείο με περιεκτικότητα 0,05%.

Οι διαστάσεις τους είναι τυποποιημένες όπως παρουσιάζεται ενδεικτικά μέρος της τυποποίησης στον παρακάτω πίνακα. Οι ανοχές στις διαμέτρους ποικίλουν ανάλογα με την ποιότητα.

Διάμετρος in	Θερμικό φορτίο σε kcal/h	
	$\Delta t=14\text{ }^{\circ}\text{C}$	$\Delta t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$
1/2	500-6.000	2.000-7.000
3/4	3.500-9.000	5.000-13.000
1	8.500-18.000	12.000-25.000
1 1/4"	17.000-31.000	24.000-45.000
1 1/2"	25.000-45.000	35.000-60.000
2	42.000-70.000	60.000-100.000
2 1/2 "	63.000-90.000	90.000-130.000
3"	80.000-105.000	110.000-150.000

Πίνακας 5.3. Μεταφορά θερμικού φορτίου από σίδηροσωλήνες

Ονομαστική Διάμετρος	Απόσταση Στήριξης
DN	m
10	2.25
15	2.75
20	3.00
25	3.50
32	3.75
40	4.25
50	4.75
65	5.50
80	6.00
100	6.00
125	6.00
150	6.00

Πίνακας 5.4. Απόσταση στήριξης χαλυβδοσωλήνων σε m

5.2. Χαλκοσωλήνες

Έχουν κυριαρχήσει στην προτίμηση των κατασκευαστών λόγω της αυξημένης αντοχής τους σε πιέσεις και θερμοκρασίες. Χαρακτηρίζονται του μικρού τους βάρους ανά μονάδα μήκους.

Κατασκευάζονται σε ευθύγραμμα μήκη από σκληρό και ημίσκληρο (νέου τύπου) υλικό αλλά και κουλούρες από μαλακό υλικό.

Η σύνδεση των διάφορων τεμαχίων γίνεται με κόλληση, ταχυσυνδέσμους ρακόρ ή μηχανικής σύσφιξης. Η κόλληση μπορεί να είναι μαλακή ενώ για μεγαλύτερες αντοχές η κόλληση πρέπει να είναι σκληρή. Ειδικά για το φυσικό αέριο επιτρέπεται μόνο η σκληρή κόλληση.

Και στις δύο περιπτώσεις, κατάλληλο υλικό λιώνεται στο σημείο της ένωσης αφού η περιοχή προθερμανθεί με φλόγιστρο. Για την μαλακή κόλληση χρησιμοποιούμε κασσιτεροκόλληση και ειδικά για δίκτυα ύδρευσης κόλληση χωρίς μόλυβδο, ενώ στην σκληρή ράβδους χαλκού. Στην μαλακή κόλληση πρέπει να χρησιμοποιηθεί κατάλληλο αποξειδωτικό ενώ και στις δύο περιπτώσεις οι επιφάνειες πρέπει να καθαριστούν κατάλληλα.

Σωλήνες χαλκού μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης και για διάφορες άλλες εφαρμογές πέραν της θερμάνσεως όπως ύδρευση, κλιματισμό, πυροσβεστικά συστήματα, φυσικό αέριο κλπ.

Τα βασικά πλεονεκτήματα των χαλκοσωλήνων είναι τα κάτωθι:

- Μεγάλη μηχανική αντοχή
- Δεν διαβρώνονται
- Μικρές αντιστάσεις στην ροή του νερού
- Εύκολη τοποθέτηση
- Μικρό ποσοστό παρατηρούμενων βλαβών

Τα βασικά μειονεκτήματα των χαλκοσωλήνων είναι τα κάτωθι:

- Υψηλότερο κόστος υλικού
- Μεγάλη συστολή / διαστολή
- Δεν αντικαθίστανται
- Διαβρώνουν τα υλικά της εγκατάστασης που είναι από σίδηρο λόγω ηλεκτρόλυσης

Οι Χαλκοσωλήνες παράγονται σε τυποποιημένες διαστάσεις και μήκη όπως ενδεικτικά παρουσιάζεται μέρος της τυποποίησης τους στους κάτωθι πίνακες.

Διάμετρος x πάχος (mm)	Εσωτερική διάμετρος (mm)	Όγκος πλήρωσης(lt/m)
10x0,75	8,5	0,057
12x0,75	10,5	0,087
15x0,9	13,4	0,141
18x0,9	16,4	0,211
22x0,9	20,4	0,327
22x0,9	20,2	0,320

Πίνακας 5.5. Χαλκοσωλήνες σε ευθύγραμμα μήκη 3 μέτρων

Διάμετρος x πάχος (mm)	Εσωτερική διάμετρος (mm)	Όγκος πλήρωσης(t/m)
10x1	8	0,050
12x1	10	0,079
15x1	13	0,133
15x1,2	12,6	0,127
18x1	16	0,201
22x1	22	0,314

Πίνακας 5.6. Χαλκοσωλήνες σε ευθύγραμμο μήκη 4 μέτρων

Εξωτερική διάμετρος (mm)	Απόσταση στήριξης (m)
12	1,25
15	1,25
18	1,5
22	2
28	2,25
35	2,75
42	3
54	3,5

Πίνακας 5.7. Απόσταση στήριξης Χαλκοσωλήνων σε μέτρα

Μεταφερόμενη θερμική ισχύς (kcal/h)	Διάμετροι σωλήνα(mm)	Ταχύτητα ροής V(m/sec)	Πτώση πίεσης R(mmΣN)	Παροχή (G) (lt/h)
<5.500	15	<0,45	<20	<360
<12.500	18	<0,50	<20	<800
<22.500	22	<0,55	<20	<1200
<45.000	28	<0,60	<20	<2600
<60.000	35	<0,70	<20	<3500
<100.000	42	<0,70	<10	<6000

Πίνακας 5.8. Εμπειρικός πίνακας επιλογής διαμέτρων Χαλκοσωλήνων ανάλογα με το θερμικό φορτίο

Εύκαμπτοι Χαλκοσωλήνες

Είναι εύκαμπτοι σωλήνες χαλκού οι οποίοι φέρουν εξωτερική επικάλυψη από κατάλληλο υλικό υπό μορφή χιτωνίου.

Χαρακτηρίζονται από το μικρό βάρος και την ευκολία μεταφοράς.

Η χρησιμοποίησή τους στα δίκτυα κεντρικής θέρμανσης κατακτά ολοένα και περισσότερο έδαφος λόγω της ευκολίας σύνδεσης και αξιοπιστίας λειτουργίας. Προσοχή πρέπει να δίνεται στον τραυματισμό της επένδυσης και στο τσάκισμα του σωλήνα.

Μύρων Ε. Μονιακής, διπλ/χος Μηχ/γος Μηχαν, MSc

Θερμικό Φορτίο	Προσωρινή διάμετρος
0 ÷ 3.000 (Kcal/h)	1/2"
3.000 ÷ 5.000 "	1/2" ή 3/4"
5.000 ÷ 8.500 "	3/4"
8.500 ÷ 10.000 "	3/4" ή 1"
10.000 ÷ 17.000 "	1"
17.000 ÷ 25.000 "	1" ή 1 1/4"
25.000 ÷ 35.000 "	1 1/4" ή 1 1/2"
35.000 ÷ 50.000 "	1 1/2" ή 2"
50.000 ÷ 65.000 "	2"
65.000 ÷ 75.000 "	2" ή 51/63
70.000 ÷ 85.000 "	51/63
85.000 ÷ 100.000 "	64/70

Πίνακας 5.10. Προσωρινή Διάμετρος σωληνώσεων (εκτίμηση) για δισωλήνιο σύστημα Κ.Θ.

Μύρων Ε. Μονιακής, διπλ/χος Μηχ/γος Μηχαν, Msc

Πίνακας 5.11. Περιέχει: Τη διάμετρο του σωλήνα σε (in). Την ανά m πτώση πίεσεως σε (mm ΥΣ/m). Τη θερμική παροχή για Δt=20°C (Q20 σε 1000 Kcal/h). Την ταχύτητα του νερού σε (m/s).

D / R	½"	¾"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"	57/63	64/70	70/76	76/82	82/89	95/102	106/114	119/127	125/133	131/140	143/152	150/160
0.05	Q20 u	-	0.74	1.66	2.5	4.95	6.80	9.30	11.8	15.0	18.8	27.1	37.2	50.5	58.3	67.0	84.0	96.0
0.06	-	0.40	0.82	1.84	2.78	5.5	7.56	10.4	13.2	16.7	20.7	30.0	39.3	53.8	61.5	71.0	89.0	101
0.07	-	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08
0.08	-	0.44	0.89	2.02	3.04	6.03	8.3	11.3	14.4	18.2	22.7	32.8	45.2	61.5	70.5	81.5	102	116
0.09	-	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09
0.10	-	0.48	0.96	2.17	3.30	6.50	8.9	12.2	15.5	19.7	24.5	35.2	49.0	66.5	76.5	88.0	110	126
0.11	-	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10
0.12	-	0.51	1.03	2.33	3.51	7.00	9.6	13.1	16.6	21.7	26.2	37.8	52.5	71.0	81.5	94.0	117	134
0.13	-	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.11
0.14	-	0.54	1.10	2.48	3.75	7.45	10.1	14.0	17.7	25.5	28.0	40.0	55.5	75.5	86.5	100	124	143
0.15	-	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12
0.16	-	0.57	1.16	2.62	3.96	7.85	10.7	14.7	18.7	23.7	29.6	42.4	58.7	80.0	91.5	105	131	151
0.17	-	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12
0.18	-	0.60	1.21	2.76	4.19	8.25	11.3	15.5	19.6	25.0	31.0	44.7	62.0	84.0	96.0	110	138	159
0.19	-	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13
0.20	0.28	0.63	1.27	2.90	4.40	8.65	11.8	16.2	20.5	26.0	32.5	46.7	65.4	88.0	100	115	144	165
0.21	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13
0.22	0.29	0.66	1.33	3.02	4.57	9.00	12.4	16.9	21.5	27.1	33.8	49.0	67.5	91.0	104	120	150	172
0.23	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14
0.24	0.30	0.68	1.39	3.17	4.78	9.40	12.8	17.6	22.3	28.2	35.2	50.5	70.0	95.0	109	125	156	179
0.25	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14
0.26	0.32	0.71	1.44	3.28	4.95	9.75	13.3	18.2	23.1	29.3	36.5	52.5	72.5	98.05	112	130	162	186
0.27	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.15
0.28	0.33	0.74	1.49	3.39	5.01	10.1	13.8	18.9	23.9	30.3	37.8	54.5	75.5	102	116	134	168	192
0.29	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15

0.18	0.34	0.76	1.54	3.50	5.30	10.4	14.2	19.5	24.7	31.3	39.0	56.3	78.0	105	120	138	173	198
	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16
0.19	0.35	0.78	1.59	3.62	5.50	10.7	14.7	20.1	25.5	32.4	40.3	58.0	80.0	108	124	142	179	203
	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16
0.20	0.36	0.80	1.64	3.72	5.65	11.0	15.2	20.7	26.3	33.2	41.5	60.0	82.5	111	127	147	184	210
	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.16	0.17
0.22	0.38	0.85	1.74	3.93	5.95	11.7	16.0	21.9	27.7	35.0	44.0	63.0	87.0	117	134	155	193	220
	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.16	0.17	0.1
0.24	0.40	0.90	1.83	4.15	6.25	12.3	16.8	23.0	29.1	37.0	46.0	66.0	91.5	123	140	162	202	232
	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12	0.14	0.15	0.16	0.17	0.17	0.18	0.19
0.26	0.42	0.94	1.92	4.35	6.55	12.9	17.6	24.0	30.7	38.7	48.0	69.0	96.0	128	147	170	212	242
	0.04	0.05	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.19
0.28	0.44	0.98	2.00	4.52	6.85	13.5	18.3	25.1	31.8	40.2	50.0	72.0	99.5	134	153	177	221	242
	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.17	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.20
0.30	0.46	1.02	2.08	4.72	7.15	14.0	19.1	26.2	33.0	41.9	52.5	75.0	103	139	159	184	230	252
	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20
0.33	0.48	1.08	2.20	5.00	7.50	14.8	20.2	27.6	34.9	44.2	55.0	79.0	109	147	168	193	242	261
	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.18	0.19	0.20	0.20	0.22	0.22
0.36	0.51	1.14	2.30	5.22	7.90	15.5	21.2	29.0	36.7	46.4	58.0	83.0	114	154	176	202	253	290
	0.05	0.06	0.06	0.08	0.08	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15	0.17	0.19	0.20	0.20	0.22	0.22	0.24
0.40	0.54	1.21	2.45	5.55	8.40	16.5	22.5	31.8	38.9	49.2	61.5	88.0	121	165	188	215	264	307
	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15	0.16	0.18	0.20	0.22	0.22	0.22	0.24	0.24
0.45	0.58	1.30	2.62	5.95	9.00	17.6	24.0	33.0	41.6	52.5	65.5	94.5	129	176	199	229	287	327
	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.22	0.24	0.24	0.26	0.26
0.50	0.61	1.38	2.78	6.30	9.55	18.8	25.4	35.0	44.1	55.5	69.5	100	137	187	211	242	303	348
	0.05	0.06	0.07	0.10	0.11	0.13	0.14	0.15	0.16	0.18	0.19	0.22	0.22	0.24	0.24	0.26	0.28	0.28
0.60	0.68	1.54	3.10	7.00	10.5	20.7	28.2	38.7	49.0	61.5	77.0	110	152	206	233	270	336	385
	0.06	0.07	0.09	0.11	0.12	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.28	0.30	0.32
0.70	0.74	1.68	3.38	7.65	11.5	22.6	30.8	42.1	53.5	67.5	84.0	120	165	224	255	290	367	420
	0.06	0.08	0.10	0.12	0.13	0.16	0.17	0.19	0.20	0.22	0.22	0.24	0.26	0.30	0.30	0.30	0.32	0.34
0.80	0.80	1.81	3.62	8.25	12.4	24.2	33.1	45.2	58.0	72.5	90.5	130	178	241	273	315	394	450
	0.07	0.08	0.10	0.13	0.14	0.17	0.19	0.20	0.22	0.22	0.24	0.26	0.28	0.32	0.32	0.34	0.36	0.36
0.90	0.86	1.94	3.89	8.80	13.2	26.0	35.1	48.5	62.0	78.0	97.0	139	190	258	292	337	420	480
	0.07	0.09	0.11	0.14	0.15	0.18	0.20	0.22	0.24	0.24	0.26	0.28	0.30	0.34	0.34	0.36	0.38	0.40

D / R	½"	¾"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"	57/63	64/70	70/76	76/82	82/89	95/102	106/114	119/127	125/133	131/140	143/152	150/160
1,00	0,92	2,06	4,12	9,35	14,0	27,4	37,3	51,8	65,5	83,0	103	147	201	275	311	359	448	510
	0,08	0,10	0,12	0,15	0,16	0,19	0,22	0,24	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,36	0,36	0,38	0,40	0,42
1,1	0,97	2,20	4,35	9,85	14,8	28,9	39,9	54,5	69,5	87,0	109	155	213	290	330	373	475	540
	0,08	0,10	0,12	0,15	0,17	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,38	0,38	0,40	0,42	0,44
1,2	1,02	2,30	4,55	10,3	15,6	30,9	42,0	57,0	72,5	91,0	114	163	224	303	346	398	500	570
	0,09	0,11	0,13	0,16	0,18	0,22	0,24	0,26	0,28	0,28	0,30	0,34	0,36	0,40	0,40	0,42	0,44	0,46
1,3	1,07	2,40	4,78	10,8	16,2	32,2	44,0	59,6	76,0	95,5	119	170	233	318	360	415	520	595
	0,09	0,11	0,13	0,17	0,19	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48
1,4	1,12	2,50	4,98	11,2	16,9	33,7	45,8	61,2	79,0	95,5	124	177	243	330	376	431	540	610
	0,09	0,12	0,14	0,17	0,20	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,32	0,36	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50
1,5	1,16	2,60	5,15	11,7	17,6	35,0	47,7	64,7	82,0	103	129	184	252	343	390	450	563	640
	0,09	0,12	0,15	0,18	0,20	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,38	0,40	0,44	0,46	0,48	0,50	0,50
1,6	1,20	2,70	5,35	12,1	18,4	36,2	49,3	67,0	85,0	107	134	191	262	357	405	465	583	665
	0,10	0,13	0,15	0,19	0,22	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,40	0,42	0,46	0,48	0,50	0,50	0,55
1,7	1,24	2,78	5,55	12,6	19,0	37,6	51,0	69,0	88,0	111	139	198	271	370	419	487	603	685
	0,10	0,13	0,16	0,20	0,22	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,40	0,42	0,48	0,50	0,50	0,55	0,60
1,8	1,28	2,88	5,75	12,9	19,6	38,9	52,8	71,0	91,0	114	144	205	280	380	431	497	623	707
	0,11	0,13	0,16	0,20	0,22	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,42	0,46	0,50	0,50	0,55	0,55	0,60
1,9	1,32	2,97	5,90	13,5	20,2	40,0	54,7	73,5	93,5	118	148	211	289	391	444	503	640	730
	0,11	0,14	0,17	0,20	0,24	0,28	0,32	0,32	0,34	0,38	0,40	0,42	0,46	0,50	0,55	0,55	0,60	0,60
2,0	1,36	3,05	6,05	13,9	20,8	41,2	56,0	75,5	96,5	121	152	217	297	401	458	527	660	750
	0,11	0,14	0,17	0,22	0,24	0,28	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,44	0,48	0,50	0,55	0,55	0,60	0,60
2,2	1,43	3,21	6,40	14,7	22,0	43,7	59,0	80,0	101	128	160	228	312	422	481	555	695	785
	0,12	0,15	0,18	0,22	0,26	0,30	0,32	0,36	0,38	0,40	0,42	0,46	0,50	0,55	0,55	0,60	0,60	0,65
2,4	1,51	3,38	6,75	15,4	23,1	45,6	62,0	83,5	106	134	168	240	327	444	505	580	730	830
	0,13	0,16	0,19	0,24	0,26	0,32	0,34	0,38	0,40	0,42	0,44	0,50	0,55	0,60	0,60	0,60	0,65	0,65
2,6	1,58	3,52	7,10	16,2	24,1	47,7	65,0	87,3	111	140	175	250	340	462	527	605	765	865
	0,13	0,16	0,20	0,26	0,26	0,34	0,36	0,38	0,42	0,44	0,46	0,50	0,55	0,60	0,60	0,65	0,70	0,70

2.8	1.65	3.69	7.35	16.8	24.6	49.9	68.0	91.0	116	146	182	260	357	485	550	635	800	900
	0.14	0.17	0.20	0.26	0.28	0.34	0.38	0.40	0.44	0.46	0.48	0.55	0.60	0.60	0.65	0.65	0.70	0.70
3.0	1.72	3.82	7.65	17.5	25.0	52.0	70.5	94.5	120	152	190	270	369	503	570	660	830	940
	0.14	0.18	0.22	0.28	0.30	0.36	0.40	0.42	0.44	0.48	0.50	0.55	0.60	0.60	0.65	0.70	0.75	0.75
3.3	1.80	4.05	8.05	18.5	28.3	54.5	74.0	100	126	160	200	205	380	530	600	680	875	985
	0.15	0.19	0.22	0.28	0.32	0.36	0.42	0.44	0.48	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.70	0.75	0.75	0.80
3.6	1.90	4.26	8.50	19.4	28.9	57.5	78.0	105	133	198	210	300	409	560	630	725	920	1030
	0.16	0.20	0.24	0.30	0.34	0.40	0.44	0.46	0.50	0.55	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.75	0.80	0.85
4.0	2.02	4.50	9.00	20.6	30.6	61.0	82.5	111	140	178	222	317	431	590	670	770	970	1090
	0.17	0.22	0.26	0.32	0.36	0.42	0.46	0.50	0.55	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.80	0.85	0.90
4.5	2.16	4.80	9.65	22.0	32.8	65.0	88.0	118	150	190	237	333	460	630	715	820	1030	1160
	0.18	0.22	0.28	0.34	0.38	0.46	0.50	0.55	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.85	0.90	0.95
5.0	2.30	5.10	10.2	23.3	33.7	69.0	93.0	125	159	201	251	358	488	665	755	865	1090	1240
	0.19	0.24	0.30	0.36	0.40	0.48	0.50	0.55	0.60	0.65	0.65	0.75	0.80	0.85	0.90	0.90	0.95	0.95
6.0	2.53	5.67	11.3	25.0	38.2	76.0	103	138	175	222	278	393	537	737	835	960	1200	1360
	0.22	0.26	0.32	0.40	0.44	0.55	0.60	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	1.00	1.00	1.10	1.10
7.0	2.78	6.20	12.4	28.2	42.0	83.0	112	150	191	242	301	429	585	800	905	1040	1300	1480
	0.24	0.30	0.34	0.44	0.48	0.60	0.60	0.55	0.70	0.75	0.80	0.90	0.95	1.0	1.1	1.1	1.2	0.2
8.0	3.00	6.65	13.3	30.2	45.0	89.5	120	162	204	260	324	461	627	860	975	1100	1400	1600
	0.24	0.32	0.38	0.48	0.50	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.95	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	0.3
9.0	3.20	7.13	14.2	32.5	48.2	95.5	128	172	219	277	345	495	667	915	1030	1180	1500	1700
	0.26	0.34	0.40	0.50	0.55	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4
10	3.40	7.57	15.1	34.3	51.0	101	136	182	231	293	366	520	707	965	1100	1250	1570	1800
	0.28	0.36	0.42	0.55	0.60	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5
12	3.78	8.40	16.4	38.0	56.5	110	150	202	255	323	402	575	780	1060	1200	1380	1740	1980
	0.32	0.40	0.48	0.60	0.65	0.80	0.85	0.90	0.95	1.0	1.0	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6
14	4.10	9.15	18.2	31.3	61.0	121	163	220	278	350	439	625	845	1150	1300	1500	1900	2150
	0.34	0.42	0.50	0.65	0.70	0.85	0.90	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	1.7
16	4.42	9.85	19.7	44.5	66.0	130	176	236	300	378	470	670	91	1240	1400	1610	2000	2300
	0.38	0.46	0.55	0.70	0.75	0.90	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.7	1.8	1.9

d/h R	½"	¾"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"	57/63	64/70	70/76	76/82	82/89	95/102	106/114	119/127	125/133	131/140	143/152	150/160
18	4.72	10.5	21.0	47.5	70.0	138	187	252	318	492	500	717	970	1320	1500	1720	2160	2450
	0.40	0.48	0.60	0.75	0.80	0.95	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0
20	5.00	11.1	22.2	50.3	74.0	146	198	268	337	425	527	757	1020	1400	1580	1800	2300	
	0.42	0.50	0.65	0.80	0.85	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.6	1.7	1.8	1.9	1.9	2.0	
25	5.55	12.3	24.6	55.5	82.0	161	219	295	372	469	580	885	1130	1540	1740			
	0.46	0.60	0.70	0.85	0.95	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.0			
30	6.25	13.9	27.9	62.7	92.0	182	246	332	411	530	655	943	1280					
	0.50	0.65	0.80	0.95	1.1	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0					
35	6.95	15.3	30.8	69.8	101	201	271	368	467	585	720							
	0.60	0.70	0.85	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9							
40	7.35	16.3	32.6	73.5	108	212	289	390	493	617	763							
	0.60	0.70	0.90	1.1	1.3	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.0							
50	8.27	18.4	36.0	82.5	121	239	323	415	527									
	0.70	0.85	1.0	1.3	1.4	1.7	1.8	1.9	2.0									
60	9.17	20.1	40.7	90.5	134	263	357											
	0.75	0.95	1.1	1.4	1.6	1.9	2.0											
70	10.0	21.0	44.2	98.5	146	287												
	0.85	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0												
80	10.7	23.7	47.5	106	156													
	0.90	1.1	1.3	1.7	1.8													
90	11.4	25.3	50.5	110	167													
	0.95	1.2	1.4	1.8	1.9													

Πίνακας 5.11. Περιέχει: Τη διάμετρο του σωλήνα σε (in). Την ανά m πτώση πίεσεως σε (mm ΥΣ/m). Τη θερμική παροχή για Δt=20°C (Q20 σε 1000 Kcal/h). Την ταχύτητα του νερού σε (m/s).

α/α	Στοιχείο	3/8" και 1/2"	3/4" και 1"	1 1/4" και 1 1/2"	2" και άνω	α/α	Στοιχείο	
1	Γωνία και γωνία λυομένη συνδετική	2,0	1,5	1,0	1,0	10	Λέβητας	2,5
2	Καμπύλη	1,5	1,0	0,5	0,5	11	Θερμαντικό σώμα	3,0
3	Βάννα	1,0	1,5	0,5	0,5	12	Ταυ διακλαδώσεως	1,5
4	Ρυθ. διακόπτης ευθύς	16	12	9	-	13	Ταυ διελεύσεως	1,0
5	Ρυθ. διακόπτης γων.	9	17	-	-	14	Ταυ διασταυρώσεως	3,0
6	Κρουνός ευθύς	4	2	-	-	15	Πανταλόνι	1,5
7	" γωνιακός	7	4	-	-	16	Διπλή καμπύλη ανοικτή	1,0
8	Διακόπτης	16	12	9	-	17	Διπλή καμπύλη κλειστή	1,0
9	Ατμοφράκτης	1,0	0,5	0,3	0,3	18	Κυκλοφορητής	2,5

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.12. Ειδικός συντελεστής αντίστασης σε εξαρτήματα σωληνώσεων Κεντρικών θερμάνσεων (ζ).

u	Ειδικός συντελεστής αντιστάσεως ζ										u
m/sec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	m/sec
0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01
0,02	0,02	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,02
0,03	0,05	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,03
0,04	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,04
0,05	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1	1,1	1,3	0,05
0,06	0,2	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	0,06
0,07	0,3	0,6	0,8	1	1,2	1,5	1,7	2	2,2	2,5	0,07
0,08	0,3	0,7	1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	0,08
0,09	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6	4	0,09
0,1	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	0,1
0,11	0,6	1,2	1,8	2,4	3	3,6	4,2	4,8	5,4	6	0,11
0,12	0,7	1,4	2,2	2,9	3,6	4,3	5	5,7	6,5	7,2	0,12
0,13	0,8	1,7	2,5	3,4	4,2	5,1	5,9	6,7	7,6	8,3	0,13
0,14	1	2	2,9	3,9	4,9	5,9	6,8	7,8	8,7	9,2	0,14
0,15	1,1	2,2	3,4	4,5	5,6	6,7	7,8	8,9	10	11,1	0,15
0,16	1,3	2,6	3,8	5,1	6,4	7,7	8,8	10,4	11,4	12,7	0,16
0,17	1,4	2,9	4,3	5,8	7,2	8,5	10	11,4	12,9	14,3	0,17
0,18	1,6	3,2	4,8	6,5	8	9,6	11,2	12,8	14,4	16,1	0,18
0,19	1,8	3,6	5,4	7,2	8,9	10,7	12,5	14,3	16,1	17,9	0,19
0,2	2	4	6	8	9,9	11,9	13,9	15,8	17,8	20	0,2
0,22	2,4	4,8	7,2	9,5	12	14,4	16,8	19,2	21	24	0,22
0,24	2,9	5,7	8,5	11,4	14,3	17,1	20	23	26	28,5	0,24
0,26	3,4	6,7	10	13,4	16,7	20	23,5	27	30,5	33,5	0,26
0,28	3,9	7,8	11,6	15,5	19,4	23,5	27,5	31,5	35	39	0,28
0,3	4,5	8,9	13,4	17,8	22,5	27	31,5	36	40,5	45	0,3
0,32	5,1	10,1	15,2	20,5	25,5	30,5	35,5	41	46	51	0,32
0,34	5,8	11,4	17,2	23	29	34,5	40,5	46	52	58	0,34
0,36	6,5	12,8	19,3	26	32,5	39	45	52	58	65	0,36
0,38	7,2	14,3	21,5	29	36	43	50	58	65	72	0,38
0,4	8	15,9	24	32	40	48	56	64	72	80	0,4

Πίνακας 5.13. Πτώση πίεσεως σε εξαρτήματα (Z) σε (mm Υ.Σ) σε συνάρτηση με τη ταχύτητα (u) και τον ειδικό συντελεστή (ζ).

u	Ειδικός συντελεστής αντιστάσεως ζ										u
m/sec	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	m/sec
0,42	8,7	17,5	26,5	35	44	53	62	70	79	87	0,42
0,44	9,5	19,2	29	38,5	48	58	68	77	86	96	0,44
0,46	10,4	21	31,5	42	53	63	74	84	94	105	0,46
0,48	11,4	23	34,5	46	57	69	80	91	103	114	0,48
0,5	12,4	25	37,5	50	62	75	86	99	111	124	0,5
0,55	15	30	45	60	75	89	105	119	135	150	0,55
0,6	17,8	36	54	72	89	107	125	143	161	178	0,6
0,65	21	42	63	83	105	125	147	167	189	210	0,65
0,7	24,5	49	73	97	121	145	169	195	220	245	0,7
0,75	28	56	83	111	139	167	195	225	250	280	0,75
0,8	32	64	95	127	159	191	225	255	285	320	0,8
0,85	36	72	107	143	179	215	250	290	325	360	0,85
0,9	40,5	81	121	161	200	240	285	325	365	400	0,9
0,95	45	89	133	179	225	270	315	360	405	450	0,95
1	50	99	149	200	250	300	350	400	450	500	1
1,1	60	119	179	240	300	360	420	480	540	600	1,1
1,2	72	143	215	285	360	430	500	570	650	720	1,2
1,3	83	167	255	335	420	510	590	670	760	830	1,3
1,4	97	195	295	390	490	590	680	780	870	970	1,4
1,5	111	225	335	450	560	670	780	890	1000	1110	1,5
1,6	127	255	385	510	640	770	880	1010	1140	1270	1,6
1,7	143	290	430	580	720	850	1000	1140	1290	1430	1,7
1,8	161	325	485	650	800	960	1120	1280	1440	1610	1,8
1,9	179	360	540	720	890	1070	1250	1430	1610	1790	1,9
2	200	400	600	790	990	1190	1390	1580	1780	1980	2

Πίνακας 5.13. (συν.) Πτώση πίεσεως σε εξαρτήματα (Z) σε (mm Υ.Σ) σε συνάρτηση με τη ταχύτητα (u) και τον ειδικό συντελεστή (ζ).

Κεφάλαιο 6

Υπολογισμός Μονοσωληνίου Συστήματος

6.1.Υπολογισμός της κατακόρυφης στήλης

Στο μονοσωληνίο σύστημα με την έννοια «κατακόρυφη στήλη» εννοείται το δίκτυο των σωληνώσεων που αρχίζει από τον λέβητα και καταλήγει στον ακραίο συλλέκτη του μονοσωληνίου συστήματος. **Η κατακόρυφη στήλη συνήθως κατασκευάζεται είτε από σιδηροσωλήνες με ραφή (μέχρι διάμετρο 2'') ή από χαλυβδοσωλήνες άνευ ραφής ή από χαλκοσωλήνες όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα.**

Ο υπολογισμός της κατακόρυφης στήλης γίνεται με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

- Η ταχύτητα διέλευσης του νερού να μην υπερβαίνει την τιμή 0,40 έως 0,50 m/sec, διότι για μεγαλύτερες τιμές προκύπτει και μεγάλη πτώση πίεσης και θόρυβος στις σωληνώσεις.
- Η συνολική πτώση πίεσης του κατακόρυφου δικτύου να μη υπερβαίνει την τιμή των 2 mΥΣ. Η συνολική πτώση πίεσης περιλαμβάνει τις γραμμικές αντιστάσεις στα ευθύγραμμα τμήματα των σωληνώσεων και τις τοπικές αντιστάσεις που οφείλονται στις καμπύλες, εξαρτήματα, βάνες κλπ.

Αν H (mΣΥ) η συνολική πτώση πίεσης της κατακόρυφης στήλης ισχύει η σχέση:

$$H = \sum_i^v Ri \times li + \sum_i^v Zi$$

όπου:

Ri	η	πτώση	πίεσης	των	ευθυγράμμων	τμημάτων	σε	(mmΥΣ/m)
li	το	μήκος	του	αντίστοιχου	τμήματος	σε	m	
Zi	η	πτώση	πίεσης	λόγω	της	τοπικής	αντίστασης	σε m

Η πτώση πίεσης λόγω τοπικής αντίστασης Zi υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$Z_i = Ri \times l'i$$

όπου:

$l'i$ το ισοδύναμο μήκος ευθύγραμμου τμήματος το οποίο είναι συνάρτηση του είδους του εξαρτήματος και της διαμέτρου της σωλήνας.

Επομένως ο πρώτος τύπος με βάση την παραπάνω σχέση παίρνει την μορφή:

$$H = \sum_i^v Ri \times (li + l'i)$$

Στους παρακάτω πίνακες δίδονται τα ισοδύναμα μήκη των τοπικών αντιστάσεων σε m για διάφορες βαλβίδες και για εξαρτήματα σωληνώσεων για σιδηροσωλήνες, χαλυβδοσωλήνες ή χαλκοσωλήνες.

Ονομαστική Διάμετρος Σωλήνας		Καμπή 90°	Καμπή 90° Μεγ. Ακτίνα καμπυλ	Καμπύλη 90° Αρσενικό/ θηλυκό	Καμπύλη 45°	Καμπύλη 45° Αρσεν / θηλυκό	Καμπύλη 180°	Ταυ διακλ/διελ.	Συστολικό 1:4	Συστολικό 1:2
IN	MM									
3/8	10	0,42	0,27	0,7	0,21	0,33	0,7	0,8	0,36	0,42
1/2	12,5	0,48	0,3	0,75	0,24	0,39	0,75	1	0,42	0,48
3/4	20	0,6	0,42	0,96	0,27	0,48	1,96	1,2	0,57	0,6
1	25	0,78	0,51	1,2	0,39	0,63	1,2	1,5	0,7	0,8
1 1/4	32	1	0,69	1,7	0,51	0,9	1,7	2,1	0,9	1
1 1/2	40	1,2	0,78	1,9	0,63	1,02	1,9	2,4	1,1	1,2
2	50	1,5	1	2,5	0,78	1,35	2,5	3	1,4	1,5
2 1/2	65	1,8	1,2	3	0,96	1,56	3	3,6	1,7	1,8
3	75	2,25	1,5	3,6	1,2	1,9	3,6	4,5	2,1	2,2
3 1/2	90	2,7	1,77	4,5	1,4	2,2	4,5	5,4	2,4	2,7
4	100	3	2	5,1	1,56	2,5	5,1	6,3	2,7	3
5	125	3,9	2,5	6,3	1,95	3,3	6,3	7,5	3,6	3,9
6	150	4,8	3	7,5	2,4	3,9	7,5	9	4,2	4,8
8	200	6	3,9	-	3	-	9,9	12	5,4	6
10	250	7,5	4,8	-	3,9	-	12,5	15	6,9	7,5
12	300	9	5,7	-	4,8	-	15	18	7,8	9

Πίνακας 6.1. Απώλειες Πίεσης στα Εξαρτήματα Σωλήνων. (Ισοδύναμο μήκος σε m)

(Για Σιδηροσωλήνες, Χαλυβδοσωλήνες και Χαλκοσωλήνες)

Ονομαστική Διάμετρος Σωλήνας		Διακόπτης ευθύς	Διακόπτης 60°Υ	Διακόπτης 45°Υ	Διακόπτης Γωνιακός	Βάννα	Βαλβίδα Αντεπιστροφής	Φίλτρο Υδάτος-Υ (Strainer)	
IN	MM							Φλαντ	Βιδ.
3/8	10	5,1	2,4	1,8	0,18	1,5	-	-	-
1/2	12,5	5,4	2,7	2,1	2,1	0,21	1,8	-	0,9
3/4	20	6,6	3,3	2,7	2,7	0,27	2,4	-	1,2
1	25	8,7	4,5	3,6	3,6	0,3	3	-	1,5
1 1/4	32	11,4	6	4,5	4,5	0,45	4,2	-	2,7
1 1/2	40	13	7,2	5,4	5,4	0,54	4,8	-	3
2	50	16,5	9	7,2	7,2	0,7	6	8,1	4,2
2 1/2	65	21	10,5	8,7	8,7	0,84	7,5	8,4	6
3	75	25	12,9	10,5	10,5	0,96	9	12,6	12
3 1/2	90	30	15	12,3	12,3	1,2	10,5	14,4	-
4	100	36	17,4	14,1	14,1	1,35	12	18	-
5	125	42	21,3	17,4	17,4	1,8	15	24	-
6	150	51	26,4	21	21	2,1	18	33	-
8	200	66	34,5	25,5	25,5	2,7	24	45	-
10	250	84	43,5	31,5	31,5	3,6	30	57	-
12	300	96	49,5	39	39	39	36	75	-

Πίνακας 6.2. Απώλειες Πίεσης στις Βαλβίδες . (Ισοδύναμο μήκος σε m)

(Για Σιδηροσωλήνες, Χαλυβδοσωλήνες και Χαλκοσωλήνες)

Στους επόμενους πίνακες φαίνεται η πτώση πίεσης και η ταχύτητα συναρτήσει της παροχής και της διαμέτρου των σωληνώσεων για διέλευση θερμού νερού σε δίκτυα σιδηροσωλήνων μαύρων με ραφή, χαλυβδοσωλήνων και χαλκοσωλήνων.

Παροχή LT / h	Πτώση Πίεσης (mmΥΣ / m) / Ταχύτης (m/sec)					
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
25	0,36/0,05	0,09/0,03	-	-	-	-
50	1,20/0,09	0,30/0,05	0,09/0,03	-	-	-
75	2,40/0,13	0,60/0,07	0,17/0,04	0,05/0,03	-	-
100	4/0,17	1/0,10	0,28/0,06	0,10/0,03	-	-
125	6/0,22	140/0,12	0,41/0,07	0,10/0,04	0,05/0,03	-
150	8/0,24	1,90/0,14	0,60/0,09	0,14/0,05	0,07/0,04	-
175	10/0,29	2,60/0,16	0,80/0,10	0,18/0,05	0,09/0,04	-
200	14/0,34	3,30/0,19	0,95/0,12	0,22/0,06	0,11/0,05	-
225	16/0,38	4,50/0,22	1,20/0,13	0,28/0,07	0,14/0,05	-
250	20/0,42	5/0,24	1,40/0,14	0,33/0,08	0,17/0,06	0,05/0,04
275	25/0,46	5,80/0,25	1,70/0,16	0,40/0,09	0,19/0,06	0,06/0,04
300	27/0,48	6,80/0,29	1,90/0,17	0,45/0,09	0,22/0,07	0,07/0,05
325	32/0,53	7,80/0,31	2,30/0,19	0,54/0,10	0,26/0,08	0,08/0,05
350	35/0,60	9/0,34	2,60/0,20	0,60/0,11	0,30/0,08	0,09/0,05
375	42/0,62	10/0,36	0,90/0,21	0,70/0,12	0,33/0,09	0,10/0,05
400	48/0,68	11/0,38	3,30/0,22	0,75/0,12	0,36/0,09	0,11/0,06
425	54/0,72	12/0,40	3,60/0,24	0,85/0,13	0,40/0,10	0,13/0,06
450	60/0,75	14/0,42	4/0,26	0,92/0,14	0,45/0,10	0,14/0,06
475	62/0,77	15/0,44	4,40/0,28	1,05/0,15	0,50/0,11	0,15/0,07
500	70/0,85	17/0,47	5/0,30	1,10/0,15	0,55/0,12	0,17/0,07
525	78/0,88	18/0,48	5,20/0,31	1,20/0,16	0,60/0,12	0,18/0,07
550	88/0,93	20/0,50	6/0,32	1,30/0,17	0,65/0,13	0,20/0,08

Πίνακας 6.3. Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης και Ταχύτητας για Διέλευση Ζεστού Νερού σε Δίκτυα Σιδηροσωλήνων Μαύρων με Ραφή. (ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ συχνά πλέον)

Παροχή LT/h	Πτώση Πίεσης (mmΥΣ / m) / Ταχύτης (m/sec)					
	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
575	90,0/0,95	22,0/0,53	6,10/0,33	1,40/0,18	0,70/0,13	0,22/0,08
600		24,0/0,59	6,80/0,34	1,60/0,19	0,75/0,14	0,24/0,09
625		26,0/0,61	7,00/0,35	1,70/0,20	0,80/0,14	0,25/0,09
650		28,0/0,63	7,90/0,37	1,80/0,20	0,90/0,15	0,27/0,10
675		29,0/0,64	8,20/0,39	1,90/0,20	0,95/0,15	0,28/0,10
700		30,0/0,65	9,00/0,40	2,00/0,22	1,00/0,16	0,30/0,10
725		32,0/0,67	9,20/0,41	2,20/0,22	1,10/0,17	0,33/0,10
750		34,0/0,69	10,0/0,42	2,30/0,23	1,15/0,17	0,34/0,10
775		36,0/0,71	10,3/0,43	2,40/0,24	1,20/0,18	0,36/0,11
800		39,0/0,74	11,5/0,46	2,60/0,26	1,30/0,19	0,38/0,11
825		41,0/0,76	12,0/0,48	2,70/0,26	1,35/0,20	0,40/0,12
850		43,0/0,77	13,0/0,49	2,80/0,27	1,40/0,20	0,42/0,12
875		45,0/0,79	13,5/0,49	3,00/0,28	1,50/0,20	0,45/0,12
900		48,0/0,82	14,0/0,50	3,15/0,28	1,55/0,22	0,48/0,13
925		50,0/0,85	14,5/0,51	3,30/0,28	1,60/0,22	0,50/0,13
950		53,0/0,88	15,0/0,53	3,50/0,29	1,70/0,22	0,52/0,13
975		57,0/0,92	16,0/0,55	3,60/0,30	1,80/0,22	0,55/0,14
1000		60,0/0,95	16,5/0,56	3,80/0,31	1,90/0,24	0,58/0,15
1050		70,0/1,00	18,0/0,60	4,00/0,32	2,00/0,24	0,60/0,15
1100		73,0/1,03	20,0/0,65	4,50/0,34	2,20/0,26	0,70/0,16
1150		77,0/1,07	22,0/0,67	5,00/0,36	2,40/0,26	0,75/0,16
1200		80,0/1,10	24,0/0,69	5,50/0,38	2,60/0,26	0,80/0,17
1250		90,0/1,20	26,0/0,71	6,00/0,40	3,00/0,30	0,85/0,17
1300			27,0/0,75	6,30/0,41	3,10/0,30	0,90/0,18
1350			28,0/0,78	6,70/0,43	3,20/0,31	1,00/0,19

Πίνακας 6.3.(συν.) Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης και Ταχύτητας για Διέλευση Ζεστού Νερού σε Δίκτυα
Σιδηροσωλήνων Μαύρων με Ραφή. (**ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ Συχνά πλέον**)

Παροχή LT / h	Πτώση Πίεσης (mmΥΣ / m) / Ταχύτης (m/sec)						
	Φ15	Φ18	Φ22	Φ28	Φ35	Φ42	Φ54
25	0,38/0,05	0,12/0,03	-	-		-	-
50	1,50/0,11	0,48/0,07	0,15/0,04	-		-	-
75	3,00/0,18	1,00/0,11	0,32/0,07	0,08/0,04		-	-
100	5,00/0,25	1,80/0,16	0,55/0,09	0,13/0,05		-	-
125	8,00/0,30	2,50/0,19	0,80/0,12	0,19/0,06	0,05/0,03		-
150	10,0/0,35	3,70/0,22	1,20/0,15	0,28/0,08	0,07/0,04		-
175	10/0,29	2,60/0,16	0,80/0,10	0,18/0,05	0,09/0,04		-
200	19,0/0,50	6,50 /0,32	2,00/0,20	0,48/0,11	0,13/0,06	0,05/0,04	-
225	24,0/0,56	7,50/0,35	2,00/0,22	0,60/0,12	0,16/0,07	0,06/0,05	-
250	29,0/0,64	9,00/0,39	3,00/0,24	0,70/0,13	0,19/0,08	0,07/0,05	
275	35,0/0,70	12,0/0,45	3,50/0,28	0,85/0,15	0,24/0,08	0,08/0,06	
300	45,0/0,80	14,0/0,48	4,50/0,30	1,10/0,16	0,30/0,10	0,11/0,06	
325	53,0/0,85	15,0/0,52	5,00/0,32	1,30/0,18	0,33/0,11	0,13/0,07	
350	60,0/0,90	18,0/0,58	6,00/0,36	1,50/0,20	0,38/0,12	0,14/0,07	
375	63,0/0,96	21,0/0,61	6,50/0,38	1,60/0,21	0,42/0,12	0,15/0,08	
400	80,0/1,10	23,0/0,65	7,50/0,40	1,90/0,22	0,50/0,13	0,19/0,09	
425		26,0/0,70	8,00/0,42	2,10/0,24	0,55/0,14	0,20/0,09	0,05/0,05
450		28,0/0,73	9,00/0,45	2,30/0,25	0,60/0,15	0,23/0,10	0,06/0,05
475		30,0/0,77	10,0/0,49	2,60/0,27	0,67/0,16	0,25/0,10	0,06/0,06
500		35,0/0,81	11,0/0,50	2,90/0,30	0,75/0,16	0,28/0,11	0,07/0,06
550		42,0/0,90	13,0/0,55	3,50/0,32	0,90/0,18	0,33/0,12	0,07/0,06
600		50,0/0,97	15,0/0,62	4,00/0,35	1,00/0,19	0,39/0,13	0,11/0,07
650		57,0/1,08	18,0/0,67	4,80/0,38	1,20/0,21	0,46/0,14	0,13/0,08
700		80,0/1,25	21,0/0,73	5,50/0,41	1,50/0,24	0,55/0,16	0,14/0,09
750			25,0/0,80	6,00/0,45	1,70/0,25	0,58/0,16	0,16/0,09
800			30,0/0,86	7,00/0,47	1,90/0,27	0,67/0,18	0,18/0,10
850			32,0/0,90	8,00/0,50	2,10/0,29	0,72/0,19	0,20/0,11
900			36,0/0,96	8,50/0,53	2,30/0,31	0,80/0,20	0,21/0,12
950			38,0/0,10	9,50/0,57	2,50/0,33	0,95/0,22	0,23/0,12
1.000			43,0/1,08	11,0/0,60	2,90/0,35	1,10/0,23	0,27/0,13
1.100			55,0/1,20	13,0/0,67	3,40/0,38	1,20/0,24	0,30/0,14
1.200			60,0/1,30	15,0/0,72	4,00/0,41	1,40/0,27	0,33/0,15

Πίνακας 6.4. Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης και Ταχύτητας για Διέλευση Ζεστού Νερού σε Δίκτυα Χαλκοσωλήνων

Με βάση τα αναφερόμενα στους προηγούμενους πίνακες συντάσσεται ο παρακάτω Πίνακας για την αρχική επιλογή των διαμέτρων των σιδηροσωλήνων και χαλυβδοσωλήνων άνευ ραφής με κριτήριο η ταχύτητα του νερού να μην υπερβαίνει την τιμή των 0,40 m/sec, σε συνάρτηση με το διερχόμενο θερμικό φορτίο σε Kcal/h και για θερμοκρασιακή πτώση του νερού 20 °C.

Φορτίο Kcal/h	Διάμετρος	Φορτίο Kcal/h	Διάμετρος
Έως 4.000	½ "	70.500 έως 91.000	64/70
4.000 έως 8.400	¾ "	91.000 έως 106.000	70/76
8.400 έως 14.200	1 "	106.000 έως 128.000	76/82
14.200 έως 25.000	1 ¼ "	128.000 έως 152.000	82/89
25.000 έως 33.700	1 ½ "	152.000 έως 191.000	95/102
33.700 έως 57.500	2 "	191.000 έως 252.000	106/114
57.500 έως 70.500	57/63	250.500 έως 340.000	125/133

Πίνακας 6.5. Υπολογισμός διαμέτρου Σωλήνων (κατακόρυφος Κλάδος) για ταχύτητα $v \leq 0,40$ m/sec

6.2. Υπολογισμός των σωληνώσεων του επιδαπέδιου (μονοσωληνίου) συστήματος κεντρικής θέρμανσης

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως στις επιδαπέδιες σωληνώσεις του μονοσωληνίου συστήματος χρησιμοποιούνται ως επί τω πλείστον....

- ✓ Οι εύκαμπτες χαλύβδινες σωληνώσεις με πλαστική επένδυση διαμέτρου 15X1 mm , 16X1 mm , και 18X1 mm , όπου ο πρώτος αριθμός δηλώνει την εξωτερική διάμετρο της σωλήνας και ο δεύτερος το πάχος του τοιχώματος της σωλήνας.
- ✓ Οι εύκαμπτες χάλκινες σωληνώσεις με πλαστική επένδυση, με τις ίδιες όπως πιο πάνω διαμέτρους
- ✓ Οι πλαστικές σωληνώσεις από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο (PE) διαμέτρου 16X2 και 18X2 mm.

Η εκλογή και ο υπολογισμός της διαμέτρου της αντίστοιχης επιδαπέδιας σωλήνωσης γίνεται με τα παρακάτω κριτήρια.

- Κάθε βρόγχος (κλάδος) να εξυπηρετεί το πολύ 4 σώματα (σήμερα έχει επικρατήσει σε πολλές περιπτώσεις «μεγάλων θερμαντικών σωμάτων» , να αντιστοιχεί **βρόγχος →→ → σώμα**).
- Η ταχύτητα του νερού να μην υπερβαίνει τα 0,60 – 0,70 m/sec
- Το συνολικό μήκος του βρόγχου να μην υπερβαίνει τα 30-40 m.
- Η συνολική αντίσταση του βρόγχου (από τον συλλέκτη προσαγωγής έως και τον συλλέκτη επιστροφής) να μην υπερβαίνει τα 3.500 mm ΣΥ.
- Η τοποθέτηση των σωληνώσεων μεταξύ των διαδοχικών σωμάτων, να γίνεται κατά προτίμηση με καμπύλα τμήματα και όχι με ευθύγραμμα, για την «άνετη» παραλαβή των συστολοδιαστολών.

Με βάση την απαίτηση σε ταχύτητα, το μέγιστο επιτρεπόμενο θερμικό φορτίο για χαλύβδινες και χάλκινες σωληνώσεις δίνεται στον παρακάτω πίνακα, συναρτήσει της διαμέτρου.

Διάμετρος mm	Μέγιστο θερμαντικό φορτίο σε Kcal/h
15 x 1	6.000
16 x 1	7.500
18 x 1	10.000

Πίνακας 6.6. Μέγιστο Θερμαντικό Φορτίο για Επιδαπέδιες Χαλύβδινες και Χάλκινες Σωληνώσεις Μονοσωληνίου Συστήματος

Επίσης στον παρακάτω πίνακα προσδιορίζεται το μέγιστο θερμαντικό φορτίο για σωληνώσεις πλαστικές από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο.

Διάμετρος mm	Μέγιστο θερμαντικό φορτίο σε Kcal/h
16 x 2	5.500
18 x 2	7.500

Πίνακας 6.7. Μέγιστο Θερμαντικό Φορτίο για Επιδαπέδιες Σωληνώσεις από Δικτυωμένο Πολυαιθυλένιο σε Μονοσωλήνιο Σύστημα

Στους παρακάτω πίνακες φαίνεται η **πτώση πίεσης** και η **ταχύτητα** συναρτήσει της παροχής και της διαμέτρου των σωλήνων για διέλευση ζεστού νερού σε δίκτυα χαλύβδινων, χάλκινων εύκαμπτων επιδαπέδιων σωληνώσεων όπως και σωληνώσεων από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο

Πίνακας 6.8. Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης και Ταχύτητας για Εύκαμπτες Χαλύβδινες Σωλήνες (τύπου WIRSBOFLEX)

Παροχή LT/h	Πτώση πίεσης (mmΥΣ/m) / Ταχύτητα (m/sec)		
	15x1 mm	16x1 mm	18x1 mm
50	1,90/0,10	1,40/0,09	
55	2,10/0,11	1,60/0,10	
60	2,40/0,12	1,80/0,10	
65	2,80/0,13	2,00/0,11	1,20/0,09
70	3,10/0,14	2,30/0,12	1,30/0,10
75	3,60/0,15	2,60/0,13	1,40/0,10
80	3,90/0,16	2,80/0,14	1,50/0,11
85	4,40/0,17	3,10/0,15	1,60/0,11
90	4,80/0,18	3,40/0,16	1,80/0,12
95	5,40/0,19	3,70/0,17	2,00/0,12
100	5,80/0,20	4,40/0,18	2,40/0,13
110	7,00/0,22	5,00/0,19	2,70/0,14
120	8,00/0,24	6,00/0,21	3,00/0,15
130	9,00/0,26	6,50/0,23	3,50/0,18
140	10,00/0,28	7,80/0,24	4,00/0,19
150	12,0/0,30	8,50/0,25	4,50/0,20
160	13,0/0,32	10,0/0,28	5,00/0,22
170	14,0/0,33	11,0/0,29	5,50/0,23
180	16,0/0,35	11,5/0,30	6,00/0,24
190	18,0/0,37	12,5/0,32	6,50/0,28
200	20,0/0,40	14,0/0,35	7,50/0,28
220	23,0/0,43	17,0/0,37	8,50/0,29
240	27,0/0,47	19,55/0,40	10,0/0,31
260	31,0/0,50	21,5/0,43	12,0/0,33
280	34,0/0,54	24,0/0,47	13,5/0,35
300	40,0/0,60	28,0/0,52	15,0/0,38
320	45,0/0,62	35,0/0,54	16,0/0,40
340	48,0/0,64	35,0/0,57	18,0/0,42
360	53,0/0,66	38,5/0,60	20,0/0,46
380	58,0/0,72	42,0/0,64	22,0/0,48
400	64,0/0,76	46,0/0,67	24,0/0,51
420	70,0/0,78	50,0/0,70	26,0/0,53
440	76,0/0,79	55,0/0,73	29,0/0,55
460	80,0/0,81	63,0/0,78	31,0/0,58
480	89,0/0,85	63,0/0,78	43,0/0,62
500	94,0/0,95	68,0/0,80	36,0/0,64

Πίνακας 6.9. Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης και Ταχύτητας για Εύκαμπτες Χάλκινες Σωλήνες (τύπου WIRSBOFLEX)

Παροχή L t/ h	Πτώση πίεσης (mmΥΣ/m) / Ταχύτητα (m/sec)		
	15x1 mm	16x1 mm	18x1 mm
50	1,60/0,10	1,20/0,09	
55	1,80/0,11	1,40/0,10	
60	2,20/0,12	1,60/0,10	
65	2,40/0,13	1,80/0,11	1,00/0,09
70	2,80/0,14	2,00/0,12	1,10/0,10
75	3,10/0,15	2,30/0,13	1,20/0,10
80	3,60/0,16	2,60/0,14	1,40/0,11
85	3,90/0,17	2,80/0,15	1,50/0,11
90	4,40/0,18	3,20/0,16	1,70/0,12
95	4,80/0,19	3,40/0,17	1,80/0,12
100	5,40/0,20	3,80/0,18	2,00/0,13
110	6,00/0,22	4,40/0,19	2,40/0,14
120	7,00/0,24	5,00/0,21	2,70/0,15
130	8,00/0,26	6,00/0,23	3,00/0,18
140	9,00/0,28	6,50/0,24	3,50/0,19
150	11,0/0,30	7,70/0,25	4,00/0,20
160	12,0/0,32	9,00/0,28	4,50/0,22
170	13,0/0,33	9,50/0,29	5,00/0,23
180	14,0/0,35	10,0/0,30	5,50/0,24
190	16,0/0,37	12,0/0,32	6,00/0,25
200	18,0/0,40	13,0/0,35	6,50/0,28
220	20,0/0,43	14,5/0,37	7,50/0,29
240	24,0/0,47	17,0/0,40	9,00/0,31
260	28,0/0,50	19,0/0,43	10,0/0,33
280	30,0/0,54	22,0/0,47	12,0/0,35
300	36,0/0,60	26,0/0,52	13,0/0,38
320	40,0/0,62	28,0/0,54	14,0/0,40
340	42,0/0,64	30,0/0,57	16,0/0,42
360	48,0/0,66	34,0/0,60	18,0/0,46
380	52,0/0,72	36,0/0,64	19,0/0,48
400	57,0/0,76	40,0/0,67	21,0/0,51
420	60,0/0,78	44,0/0,70	23,0/0,53
440	65,0/0,79	48,0/0,73	25,0/0,55
460	70,0/0,81	50,0/0,75	28,0/0,58
480	80,0/0,85	55,0/0,78	30,0/0,62
500	85,0/0,95	60,0/0,80	31,0/0,64

Παροχή LT/h	Πτώση πίεσης (mmΥΣ/m) / Ταχύτητα (m/sec)	
	16x2 mm	18x2 mm
50	2,50/0,12	
55	2,80/0,13	
60	3,50/0,15	
65	3,80/0,15	
70	4,50/0,17	
75	5,00/0,18	
80	5,40/0,20	
85	5,90/0,21	
90	7,00/0,22	
95	7,70/0,24	
100	8,50/0,25	4,00/0,18
110	11,0/0,28	5,00/0,20
120	12,5/0,31	5,50/0,22
130	14,0/0,33	6,50/0,24
140	16,5/0,36	7,00/0,25
150	18,0/0,38	8,00/0,26
160	20,5/0,41	9,00/0,27
170	23,0/0,43	10,0/0,29
180	25,0/0,45	11,0/0,31
190	28,0/0,48	12,0/0,33
200	30,0/0,50	13,5/0,37
220	37,0/0,56	16,0/0,41
240	42,0/0,61	18,0/0,45
260	48,0/0,66	22,0/0,48
280	54,0/0,70	25,0/0,52
300	60,0/0,75	28,0/0,56
320	70,0/0,80	32,0/0,60
340	76,0/0,84	35,0/0,63
360	83,0/0,91	38,0/0,66
380	93,0/0,96	42,0/0,70
400	100,0/1,0	46,0/0,74
420		50,0/0,78
440		54,0/0,81
460		60,0/0,87
480		65,0/0,90
500		70,0/0,95

Πίνακας 6.10. Υπολογισμός Πτώσης Πίεσης και Ταχύτητας για Πλαστικές Σωλήνες από Δικτυωμένο Πολυαιθυλένιο (PE)

Οι **τοπικές αντιστάσεις** του επιδαπέδιου δικτύου αποτελούνται κυρίως από τους διακόπτες των σωμάτων, τις ρυθμιστικές βαλβίδες και από τις καμπύλες. Τα ισοδύναμα μήκη αυτών σε μέτρα λαμβάνονται από τον παρακάτω πίνακα σε συνάρτηση με τη διάμετρο των σωλήνων για τις χαλύβδινες, τις χάλκινες και τις πλαστικές σωλήνες.

Είδος τοπικών αντιστάσεων	Χαλύβδινες και Χάλκινες σωλήνες			Πλαστικοί Σωλήνες	
	15 x 1 mm	16 x 1 mm	18 x 1 mm	16 x 2 mm	18 x 2 mm
Διακόπτης Θερμαντικού σώματος	5	7	9	3	5
Ρυθμιστικές Βαλβίδες	7	9	11	3	5
Καμπύλες	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Πίνακας 6.11. Ισοδύναμα Μήκη Τοπικών Αντιστάσεων σε Μέτρα για Επιδαπέδιες Σωληνώσεις Μονοσωληνίου Συστήματος για Χαλύβδινες, Χάλκινες και Πλαστικές Σωλήνες

Ο υπολογισμός των αντιστάσεων ροής στα διάφορα κυκλώματα του επιδαπέδιου συστήματος γίνεται στο ίδιο έντυπο υπολογισμού των θερμαντικών σωμάτων που αναλύεται και παρουσιάζεται παρακάτω.

6.3. Υπολογισμός των Θερμοκρασιακών διαφορών και των Θερμαντικών Σωμάτων σε μονοσωλήνιο σύστημα Κεντρικής Θέρμανσης.

Ο υπολογισμός των θερμαντικών σωμάτων γίνεται ως εξής:

Εάν Q (Kcal/h) η θερμική απόδοση ενός σώματος, F η επιφάνεια του σώματος σε (m^2), K ο συντελεστής θερμοπερατότητας του σώματος σε (Kcal/ $m^2h^{\circ}C$) και t_m η μέση ενεργός θερμοκρασία του σώματος σε $^{\circ}C$ τότε έχουμε την σχέση:

$$Q = K * F * t_m \quad (\text{kcal/h})$$

Η μέση ενεργός θερμοκρασία του σώματος δίνεται από τη σχέση:

$$t_m = \frac{t_v + t_r}{2} - t_i$$

Όπου:

t_v : η θερμοκρασία εισόδου του νερού στο σώμα ($^{\circ}C$)

t_r : η θερμοκρασία εξόδου του νερού από το σώμα ($^{\circ}C$)

t_i : η θερμοκρασία του χώρου ($^{\circ}C$)

Στην συνέχεια έχουμε :

q (kcal/ $h \cdot m^2$) η ειδική θερμική απόδοση του σώματος ανά μονάδα επιφάνειας

f (m^2 /στοιχείο) η ειδική θερμαντική επιφάνεια του σώματος

N : ο αριθμός των στοιχείων του σώματος

Για τα παραπάνω μεγέθη ισχύει:

$$q = K * t_m \quad (\text{Kcal/h} \cdot m^2)$$

$$F = N * f \quad (m^2)$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του σώματος K είναι συνάρτηση της μορφής του σώματος και της μέσης θερμοκρασίας t_m :

Εάν K_1 ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπό μέση ενεργό θερμοκρασία t_{m1} και K_2 ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπό μέση ενεργό θερμοκρασία t_{m2} ισχύει:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{t_{m1}}{t_{m2}}$$

Επίσης εάν q_1 η ειδική θερμική απόδοση του σώματος υπό μέση ενεργό θερμοκρασία t_{m1} και q_2 η ειδική απόδοση υπό μέση ενεργό θερμοκρασία t_{m2} θα ισχύει :

$$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{t_{m1}}{t_{m2}} \right)^{1.33}$$

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η ειδική θερμική απόδοση ενός σώματος είναι συνάρτηση της μορφής του σώματος και της μέσης ενεργού θερμοκρασίας t_m .

Στις προηγούμενες παραγράφους έχουν περιληφθεί οι πίνακες που δίνουν τη θερμαντική επιφάνεια και τη θερμαντική απόδοση των χαλύβδινων θερμαντικών σωμάτων, των θερμαντικών σωμάτων RUNTAL, των σωμάτων αλουμινίου όπως και θερμαντικών σωμάτων PANEL για μέση ενεργό θερμοκρασία 60 °C.

Αν είναι γνωστή η θερμική απόδοση ενός σώματος για μέση θερμοκρασία t_m τότε η ονομαστική θερμική απόδοση του σώματος για μέση θερμοκρασία 60 °C θα είναι σύμφωνα με τα παραπάνω :

$$Q_{60} = Q \left(\frac{60}{t_m} \right)^{1.33} = Q * K$$

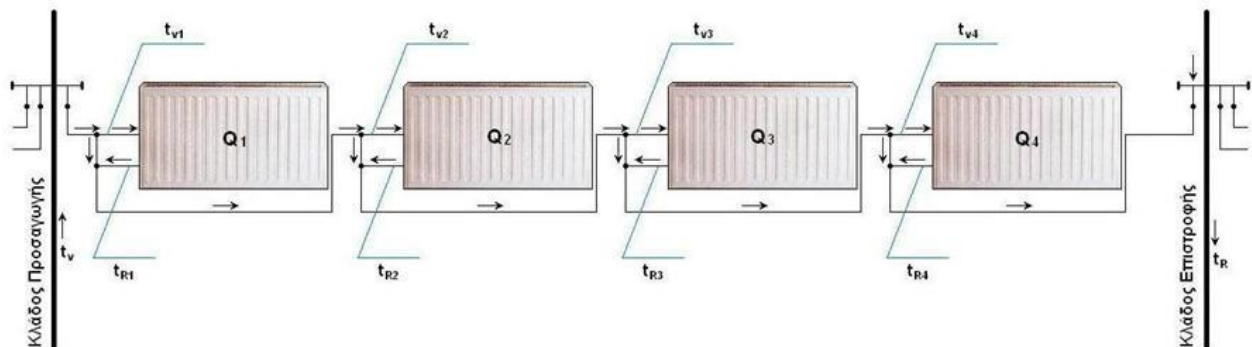
Ο παράγοντας $K = \left(\frac{60}{t_m} \right)^{1.33}$ ονομάζεται **συντελεστής αναγωγής** και δίνεται στον παρακάτω πίνακα συναρτήσει της μέσης ενεργού θερμοκρασίας t_m .

t_m	K	t_m	K	t_m	K	t_m	K	t_m	K
70.0	0.81	64.5	0.91	59.0	1.02	53.5	1.16	48.0	1.34
69.5	0.82	64.0	0.92	58.5	1.03	53.0	1.18	47.5	1.36
69.0	0.83	63.5	0.93	58.0	1.05	52.5	1.19	47.0	1.38
68.5	0.84	63.0	0.94	57.5	1.06	52.0	1.21	46.5	1.40
68.0	0.85	62.5	0.95	57.0	1.07	51.5	1.22	46.0	1.42
67.5	0.86	62.0	0.96	56.5	1.08	51.0	1.24	45.5	1.44
67.0	0.86	61.5	0.97	56.0	1.10	50.5	1.26	45.0	1.47
66.5	0.87	61.0	0.98	55.5	1.11	50.0	1.27		
66.0	0.88	60.5	0.99	55.0	1.12	49.5	1.29		
65.5	0.89	60.0	1.00	54.5	1.14	49.0	1.31		
65.0	0.90	59.5	1.01	54.0	1.15	48.5	1.33		

Πίνακας 6.12 : Συντελεστής Αναγωγής K με Βάση τη Μέση Θερμοκρασία t_m

6.4. Ο υπολογισμός των θερμαντικών σωμάτων στην περίπτωση του μονοσωληνίου συστήματος γίνεται ως εξής :

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε έναν βρόχο με τέσσερα θερμαντικά σώματα όπως στο παρακάτω σχήμα και ότι η σωλήνα προσαγωγής έχει θερμοκρασία t_v (π.χ. 90°C) και η σωλήνα επιστροφής έχει θερμοκρασία t_r (π.χ. 70°C).



Σε κάθε σώμα δεν εισέρχεται συνήθως ολόκληρη η ποσότητα του νερού αλλά μικρότερη (συνήθως 50 %) βάσει της προорύθμισης π. %. **Καλείται δε προорύθμιση ο λόγος της παροχής του νερού προς το σώμα δια της ολικής παροχής του κυκλώματος.**

Υπολογίζεται κατ' αρχάς το ολικό θερμικό φορτίο του κυκλώματος

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \text{ (kcal / h)}$$

όπου Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 είναι αντίστοιχα τα απαιτούμενα θερμικά φορτία των επιμέρους σωμάτων.

Αν καλέσουμε :

t_{v1} = θερμοκρασία εισαγωγής στο σώμα 1

t_{v2} = θερμοκρασία εισαγωγής στο σώμα 2

t_{v3} = θερμοκρασία εισαγωγής στο σώμα 3

t_{v4} = θερμοκρασία εισαγωγής στο σώμα 4

t_{r1} = θερμοκρασία επιστροφής στο σώμα 1

t_{r2} = θερμοκρασία επιστροφής στο σώμα 2

t_{r3} = θερμοκρασία επιστροφής στο σώμα 3

t_{R4} = θερμοκρασία επιστροφής στο σώμα 4

π_1 την προρύθμιση του διακόπτη του σώματος 1

π_2 την προρύθμιση του διακόπτη του σώματος 2

π_3 την προρύθμιση του διακόπτη του σώματος 3

π_4 την προρύθμιση του διακόπτη του σώματος 4

θα έχουμε την ολική παροχή του κυκλώματος G :

$$G (lt / h) = \frac{Q_t (kcal / h)}{t_v - t_R}$$

Συνήθως $t_v - t_R = 20^\circ C$

Οι παροχές σε κάθε σώμα θα είναι αντίστοιχα:

$$G_1 = G * \pi_1, \quad G_2 = G * \pi_2, \quad G_3 = G * \pi_3, \quad G_4 = G * \pi_4$$

Η πτώση της θερμοκρασίας σε κάθε σώμα θα είναι:

$$\Delta t_1 = \frac{Q_1}{G_1}, \Delta t_2 = \frac{Q_2}{G_2}, \Delta t_3 = \frac{Q_3}{G_3}, \Delta t_4 = \frac{Q_4}{G_4}$$

$$(\Delta t_1 = t_{v1} - t_{R1})$$

και οι θερμοκρασίες εξαγωγής του νερού από κάθε σώμα θα είναι :

$$t_{R1} = t_{v1} - \Delta t_1, t_{R2} = t_{v2} - \Delta t_2, t_{R3} = t_{v3} - \Delta t_3, t_{R4} = t_{v4} - \Delta t_4$$

Οι θερμοκρασίες εξόδου νερού από τον διακόπτη κάθε σώματος που είναι συγχρόνως και θερμοκρασίες εισόδου στο επόμενο σώμα θα είναι :

$$t_{v1} = t_v$$

$$t_{v2} = t_{v1} - \frac{Q_1}{G}$$

$$t_{v3} = t_{v2} - \frac{Q_2}{G}$$

$$t_{v4} = t_{v3} - \frac{Q_3}{G}$$

Διότι π.χ. μετά την έξοδο από τον διακόπτη του πρώτου σώματος, η θερμοκρασία του νερού θα προκύπτει με ανάμειξη ποσότητας G_1 με θερμοκρασία t_{R1} και ποσότητας $G - G_1$ με θερμοκρασία t_{V1} και επομένως θα ισχύει:

$$Gt_{V2} = G_1t_{R1} + (G - G_1) \times t_{V1}$$

Αλλά $t_{R1} = t_{V1} - \Delta t_1 = t_{V1} - \frac{Q_1}{G_1}$

Άρα $t_{V2} = \frac{G_1}{G} \times \left(t_{V1} - \frac{Q_1}{G_1} \right) + \frac{(G - G_1) \times t_{V1}}{G} = \frac{G_1}{G} \times t_{V1} - \frac{Q_1}{G} + t_{V1} - \frac{G_1}{G} \times t_{V1} = t_{V1} - \frac{Q_1}{G}$ κ.ο.κ.

Επομένως η μέση ενεργός θερμοκρασία κάθε σώματος θα είναι:

$$t_{m1} = \frac{t_{V1} + t_{R1}}{2} - t_i = t_{V1} - \frac{\Delta t_1}{2} - t_i = t_{V1} - \Delta_{r1} - t_i$$

$$t_{m2} = \frac{t_{V2} + t_{R2}}{2} - t_i = t_{V2} - \frac{\Delta t_2}{2} - t_i = t_{V2} - \Delta_{r2} - t_i$$

$$t_{m3} = \frac{t_{V3} + t_{R3}}{2} - t_i = t_{V3} - \frac{\Delta t_3}{2} - t_i = t_{V3} - \Delta_{r3} - t_i$$

$$t_{m4} = \frac{t_{V4} + t_{R4}}{2} - t_i = t_{V4} - \frac{\Delta t_4}{2} - t_i = t_{V4} - \Delta_{r4} - t_i$$

$$\Delta_{r1} = \frac{\Delta t_1}{2}, \Delta_{r2} = \frac{\Delta t_2}{2}, \Delta_{r3} = \frac{\Delta t_3}{2}, \Delta_{r4} = \frac{\Delta t_4}{2}$$

$\Delta_{r1}, \Delta_{r2}, \Delta_{r3}, \Delta_{r4}$ είναι οι καλούμενες «**ημιπτώσεις θερμοκρασίας**» στα αντίστοιχα σώματα.

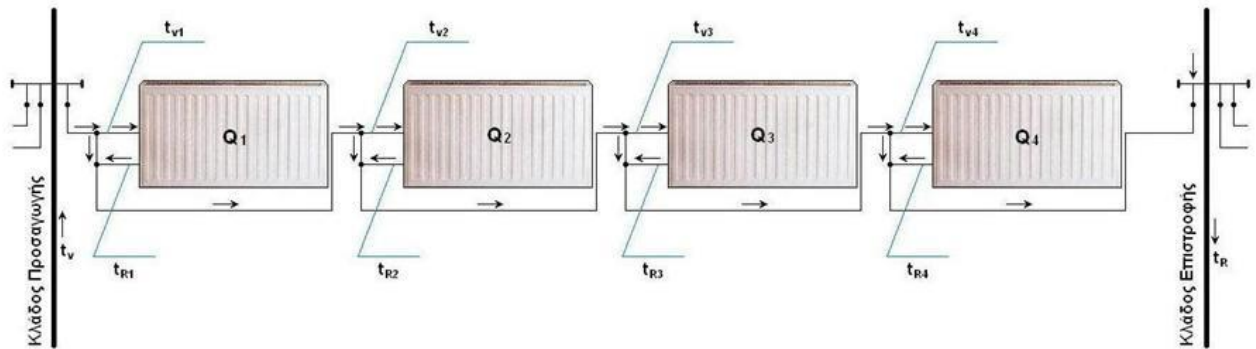
Τέλος για τον προσδιορισμό των θερμαντικών σωμάτων πρέπει να προσδιορισθεί η ονομαστική θερμική ισχύς στους 60°C ώστε να είναι δυνατόν να εκλεγεί ο κατάλληλος τύπος από τους σχετικούς πίνακες οι οποίοι αναφέρουν την ισχύ στους 60°C .

Επομένως οι τύποι αναγωγής θα είναι όπως αναφέρθηκαν προηγουμένως

$$Q_{60} = Q \left(\frac{60}{t_m} \right)^{1.33} = Q * K$$

όπου Q η θερμική ισχύς στην υπολογισθείσα μέση ενεργό θερμοκρασία t_m και K ο συντελεστής αναγωγής.

Εφαρμογή: Ας θεωρήσουμε στο παραπάνω σχήμα για τα τέσσερα σώματα τα εξής θερμικά φορτία(απώλειες χώρου):



$$Q_1 = 1.000 \text{ kcal / h}, Q_2 = 800 \text{ kcal / h}, Q_3 = 1.500 \text{ kcal / h}, Q_4 = 1.200 \text{ kcal / h},$$

$$t_v = 90^\circ \text{ C}, t_R = 70^\circ \text{ C},$$

$$\Delta t_N = t_v - t_R = 20^\circ \text{ C},$$

$$\pi_1 = \pi_2 = \pi_3 = \pi_4 = 50\%$$

$$\text{Έχουμε } Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 4.500 \text{ Kcal / h}$$

$$\text{Εκλέγουμε } t_i = 20^\circ \text{ C}$$

Ζητούνται η ονομαστική ισχύς κάθε σώματος στους 60° C και η εκλογή τους από τους σχετικούς πίνακες για κοινά χαλύβδινα σώματα τρίστηλα ύψους 905 mm.

Με βάσει τα παραπάνω έχουμε ολική παροχή:

$$G = \frac{Q_t}{\Delta t_N} = \frac{4.500}{20} = 225 \frac{\text{lt}}{\text{h}}$$

$$\text{Παροχή σωμάτων } G_1 = G_2 = G_3 = G_4 = 225 \times 0,5 = 112,5 \text{ lt / h}$$

Οι θερμοκρασιακές πτώσεις στα σώματα θα είναι :

$$\Delta t_1 = \frac{1.000}{112,5} = 8,89^\circ C$$

$$\Delta t_2 = \frac{800}{112,5} = 7,11^\circ C$$

$$\Delta t_3 = \frac{1.500}{112,5} = 13,33^\circ C$$

$$\Delta t_4 = \frac{1.200}{112,5} = 10,67^\circ C$$

και οι ημιπτώσεις θα είναι:

$$\Delta r_1 = 4,45^\circ C, \Delta r_2 = 3,55^\circ C, \Delta r_3 = 6,67^\circ C, \Delta r_4 = 5,33^\circ C$$

Οι θερμοκρασίες εισαγωγής στα σώματα θα είναι:

$$t_{v1} = t_v = 90^\circ C$$

$$t_{v2} = t_{v1} - \frac{Q_1}{G} = 90 - \frac{1.000}{225} = 90 - 4,45 = 85,55^\circ C$$

$$t_{v3} = t_{v2} - \frac{Q_2}{G} = 85,55 - \frac{800}{225} = 85,55 - 3,55 = 82^\circ C$$

$$t_{v4} = t_{v3} - \frac{Q_3}{G} = 82 - \frac{1.500}{225} = 82 - 6,67 = 75,33^\circ C$$

Οι θερμοκρασίες εξόδου από τα σώματα θα είναι αντίστοιχα:

$$t_{R1} = t_{v1} - \Delta t_1 = 90,00 - 8,89 = 81,11^\circ C$$

$$t_{R2} = t_{v2} - \Delta t_2 = 85,55 - 7,11 = 78,44^\circ C$$

$$t_{R3} = t_{v3} - \Delta t_3 = 82,00 - 13,33 = 68,67^\circ C$$

$$t_{R4} = t_{v4} - \Delta t_4 = 75,33 - 10,67 = 64,66^\circ C$$

Επομένως οι μέσες ενεργές θερμοκρασίες θα είναι:

$$tm_1 = \frac{t_{v1} + t_{R1}}{2} - ti = \frac{90 + 81,11}{2} - 20 = 65,55$$

$$tm_2 = \frac{t_{v2} + t_{R2}}{2} - ti = \frac{85,55 + 78,44}{2} - 20 = 62,0$$

$$tm_3 = \frac{t_{v3} + t_{R3}}{2} - ti = \frac{82,0 + 68,67}{2} - 20 = 55,33$$

$$tm_4 = \frac{t_{v4} + t_{R4}}{2} - ti = \frac{75,33 + 64,66}{2} - 20 = 50,0$$

Τα ίδια αποτελέσματα θα προκύψουν και αν εφαρμόσουμε τον τύπο με τις θερμοκρασιακές ημιπτώσεις, όπως αποδείχτηκε παραπάνω, δηλ.

$$t_{m1} = t_{v1} - \Delta_{r1} - t_i = 90,00 - 4,45 - 20 = 65,55$$

$$t_{m2} = t_{v2} - \Delta_{r2} - t_i = 85,55 - 3,55 - 20 = 62,00$$

$$t_{m3} = t_{v3} - \Delta_{r3} - t_i = 82,00 - 6,67 - 20 = 55,33$$

$$t_{m4} = t_{v4} - \Delta_{r4} - t_i = 75,33 - 5,33 - 20 = 50,00$$

Οι αντίστοιχοι συντελεστές αναγωγής προκύπτουν από τον προηγούμενο πίνακα με βάση το t_m και είναι:

$$K_1 = 0,89, \quad K_2 = 0,96, \quad K_3 = 1,11, \quad K_4 = 1,27$$

Τότε η ονομαστική ισχύς των σωμάτων στους 60°C θα είναι:

$$Q_1^{60} = K_1 \times Q_1 = 0,89 \times 1.000 = 890 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_2^{60} = K_2 \times Q_2 = 0,96 \times 800 = 768 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_3^{60} = K_3 \times Q_3 = 1,11 \times 1.500 = 1.665 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_4^{60} = K_4 \times Q_4 = 1,27 \times 1.200 = 1.524 \text{ Kcal/h}$$

Τέλος τα αντίστοιχα σώματα προκύπτουν από τους πίνακες και είναι:

Για το χώρο 1 : 905 – III – 7

Για το χώρο 2 : 905 – III – 6

Για το χώρο 3 : 905 – III – 13

Για το χώρο 4 : 905 – III – 12

Υπολογισμός Θερμοκρασιακών πτώσεων και Ονομαστικής ισχύος θερμαντικών σωμάτων στους 60 °C σε ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ													
Ενδεικτικός αριθμός χώρου	Αριθμός θερμαντικού σώματος	Θερμικές απώλειες χώρου (ΘΣ) Q_i (Kcal/h)	Ολική Παροχή νερού Κυκλώματος $G = Q \ t \ / \ \Delta t \ _N$	Παροχή νερού & προρύθμιση διακόπτη σώματος ($G_i = G \ * \ \Pi\%$)	Θερμοκρασία χώρου t_i (°C)	Θερμοκρασία εισαγωγής σώματος t_{v_i} (°C): $t_{v_{(i+1)}} = t_{v_i} - Q_i / G$	Θερμοκρασιακή Πτώση σώματος $\Delta t_i = Q_i \ / \ G_i$	Ημιπτώση θερμοκρασίας σώματος $\Delta r_i = \Delta t_i / 2$	Θερμοκρασία εξόδου νερού $tR_i = t \ v_i \ - \ \Delta t_i$ (°C)	Μέση θερμοκρασία σώματος $t_{m_i} = t_{v_i} - \Delta r_i - t_i$	Συντελεστής αναγωγής $K_i =$ (60/ t_{m_i}) ^{1,33}	Ονομαστική Ισχύς σώματος σε 60 °C $Q_{60} = Q \ *K$ (Kcal/h)	Τύπος Θερμαντικού σώματος
1													
2													
3													
4													
5													
Παρατηρήσεις :													
1. Η προρύθμιση Π% λαμβάνεται συνήθως 50% (ή 0,5)													
2. Η θερμοκρασία εισαγωγής για το πρώτο σώμα του κάθε κυκλώματος είναι $t_{v1} = t_v = 90$ °C													

Πίνακας 6.13. Υπολογισμός Θερμοκρασιακών πτώσεων και Ονομαστικής ισχύος θερμαντικών σωμάτων στους 60 °C σε ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

6.5. Σύντομη περιγραφή του μονοσωληνίου συστήματος

Το μονοσωληνίο σύστημα αποτελείται συνήθως από δύο κατακόρυφες στήλες, τη στήλη προσαγωγής και τη στήλη επιστροφής.

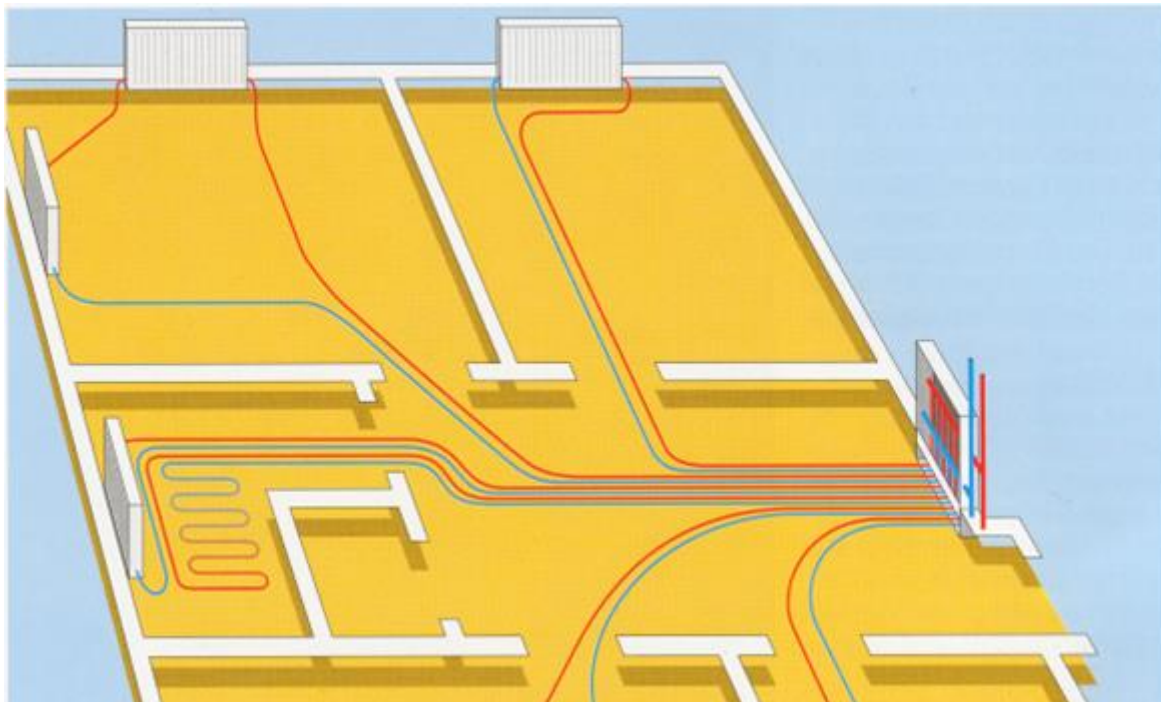
Σε μεγάλες οικοδομές – με πολλά διαμερίσματα ανά όροφο – συναντάμε περισσότερες από δύο κατακόρυφες στήλες. Η στήλη προσαγωγής ξεκινάει από την έξοδο του λέβητα και τροφοδοτεί τους συλλέκτες (κολλεκτέρ) προσαγωγής που τοποθετούνται στα όρια της κάθε ιδιοκτησίας.

Από τα κολλεκτέρ προσαγωγής αναχωρούν εύκαμπτοι σωλήνες (χάλκινοι ή πλαστικοί ή χαλύβδινοι) που τρέχουν στο δάπεδο και εξέρχονται στα σημεία που υπάρχουν τα θερμαντικά σώματα για να καταλήξουν στο κολλεκτέρ επιστροφής. Οι σωλήνες αυτοί ονομάζονται βρόχοι ή θερμικά κυκλώματα ή οριζόντια δίκτυα.

Οι συλλέκτες επιστροφής συνδέονται στη στήλη επιστροφής που καταλήγει στην επιστροφή του λέβητα.

Τα κύρια πλεονεκτήματα του μονοσωληνίου συστήματος σε σύγκριση με το κλασσικό δισωληνίο είναι:

- Επιτρέπει την ανεξάρτητη (αυτόνομη) θέρμανση κάθε διαμερίσματος ή τμήματος της οικοδομής αν έχετε μονοκατοικία. Έτσι κάθε ιδιοκτήτης προσαρμόζει τη θέρμανση (και αντίστοιχα την οικονομική επιβάρυνση) στις πραγματικές του ανάγκες. Με την ανεξάρτητη θέρμανση η εγκατάσταση κάθε διαμερίσματος λειτουργεί μόνο όταν το επιθυμούν οι ένοικοι και μάλιστα μπορούν να καθορίσουν την επιθυμητή θερμοκρασία και τις ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης.
- Απαιτεί λιγότερο χρόνο (εργατικά) για την κατασκευή του.
- Δεν χρειάζονται πολλές κατακόρυφες στήλες, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι περιορισμοί που αναφέρονται στη θέση των Θερμαντικών Σωμάτων.

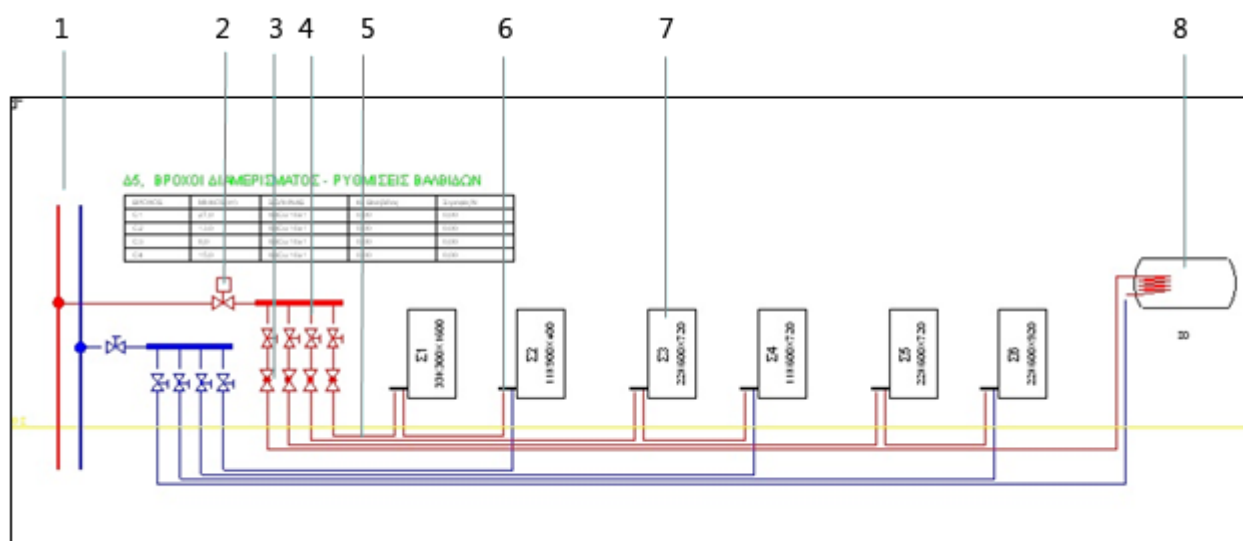


6.5.1. Τι πρέπει να γνωρίζουμε

Στην παρακάτω εικόνα βλέπετε το κατακόρυφο διάγραμμα ενός διαμερίσματος όπως αυτό σχεδιάζεται αυτόματα από το πρόγραμμα.

Υπάρχουν τέσσερις (4) βρόχοι που χαρακτηρίζονται με τα ονόματα C1, C2, C3, C4. Οι τρεις πρώτοι βρόχοι έχουν από δύο θερμαντικά σώματα και ο τέταρτος βρόχος τροφοδοτεί τον θερμαντήρα ζεστού νερού (boiler) του διαμερίσματος. Ο θερμαντήρας ζεστού νερού μπορεί να είναι διπλής ενέργειας, δηλαδή, ηλεκτρικό ρεύμα/κεντρική θέρμανση ή τριπλής ενέργειας, δηλαδή, ηλεκτρικό ρεύμα/κεντρική θέρμανση/ηλιακοί συλλέκτες.

Τα βασικά μέρη ενός μονοσωλήνιου συστήματος είναι:



1. Κατακόρυφες στήλες
2. Δίοδος ηλεκτροβάννα διαμερίσματος
3. Ρυθμιστική βαλβίδα στην αρχή κάθε βρόχου
4. Συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής ζεστού νερού
5. Εύκαμπτοι σωλήνες
6. Τετράοδος διακόπτης θερμαντικού σώματος
7. Θερμαντικό σώμα
8. Boiler διαμερίσματος

Στην παρακάτω εικόνα βλέπετε την αρχιτεκτονική κάτοψη ενός δωματίου στην οποία έχουν σχεδιαστεί τρία (3) θ. Σώματα μαζί με τους εύκαμπτους σωλήνες που καταλήγουν στους συλλέκτες του διαμερίσματος.



6.5.2. Βασικά μέρη ενός μονοσωλήνιου συστήματος αναλυτικά

[Κατακόρυφες στήλες](#)

[Δίοδος ηλεκτροβάννα διαμερίσματος](#)

[Συλλέκτες διαμερίσματος](#)

[Εύκαμπτοι σωλήνες \(οριζόντιο δίκτυο\)](#)

[Τετράοδος διακόπτης θερμαντικού σώματος](#)

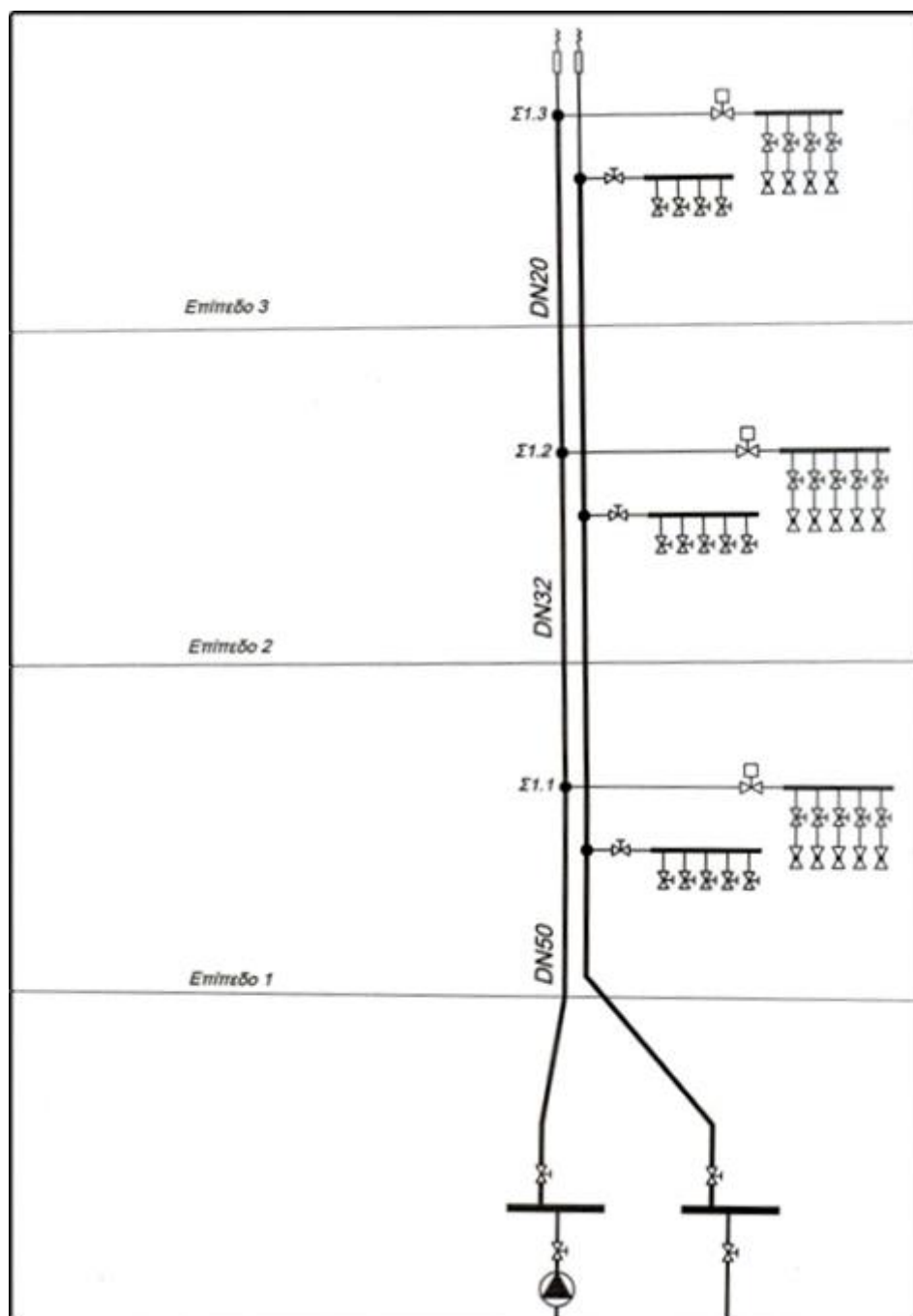
[Θερμοστατικές βαλβίδες](#)

[Θερμαντικά σώματα](#)

6.5.2.1. Κατακόρυφες στήλες

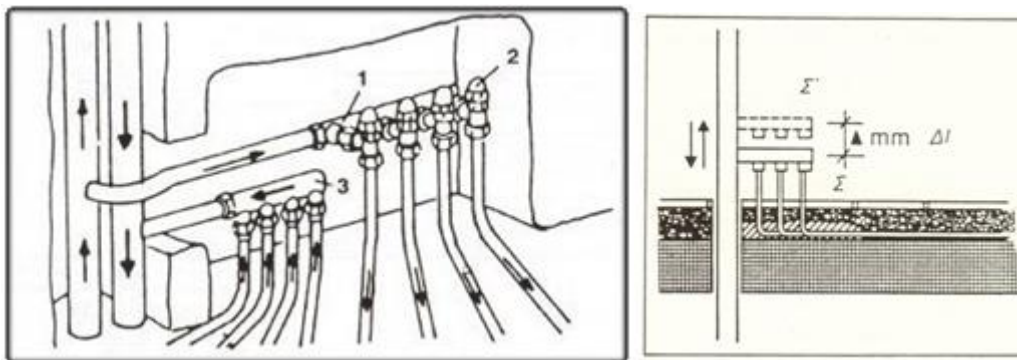
Οι κατακόρυφες στήλες είναι συνήθως βαρέως τύπου χαλυβδοσωλήνες (με πράσινη ετικέτα) ή χαλκοσωλήνες μεγάλης διαμέτρου, ή «σκληροί» πλαστικοί σωλήνες π.χ. πολυπροπυλενίου (PP), οι οποίες αναχωρούν από τους συλλέκτες του λεβητοστασίου και οδεύουν κατά το δυνατόν κατακόρυφα, με βαθμιαία μείωση της διατομής τους όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

Η θέση όδευσης των κατακορύφων στηλών είναι στους κοινόχρηστους χώρους της οικοδομής και συνήθως στο κλιμακοστάσιο.



Πίνακας 6.1: Αντιστοιχία μεταξύ ονομαστικών διατομών σε ίντσες και χιλιοστά

3/8"	DN10	1½"	DN40
1/2"	DN15	2"	DN50
3/4"	DN20	2½"	DN65
1"	DN25	3"	DN80
1 ¼"	DN32	4"	DN100



6.5.2.2. Δίοδος ηλεκτροβάννα διαμερίσματος

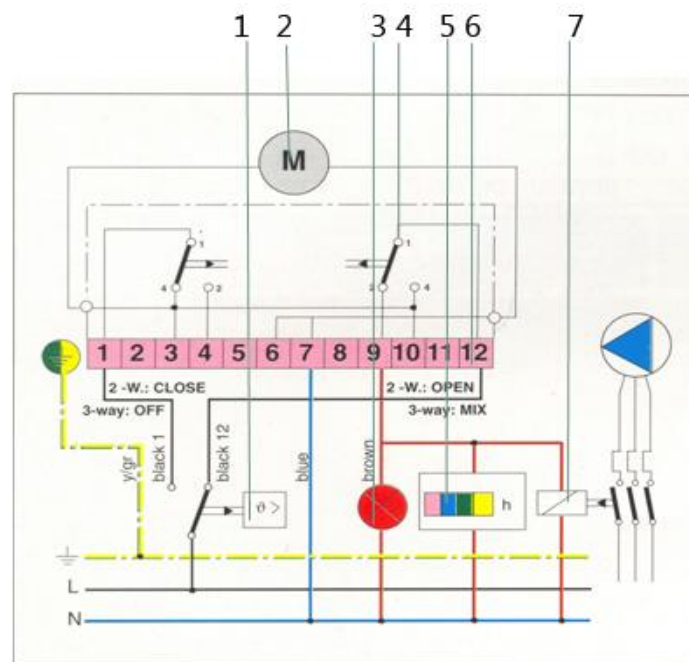
Η ηλεκτροβάννα αποτελεί απαραίτητο εξάρτημα στην περίπτωση αυτονομίας του μονοσωληνίου συστήματος διότι ο ωρομετρητής κάθε διαμερίσματος πρακτικά μετράει τον χρόνο που είναι ανοικτή η αντίστοιχη ηλεκτροβάννα. Η δίοδος ηλεκτροβάννα συνδέεται στην είσοδο του συλλέκτη προσαγωγής του διαμερίσματος και παίρνει εντολή να ανοίξει ή να κλείσει από το θερμοστάτη χώρου.

Η ηλεκτροβάννα αποτελείται από τον κορμό και τον μηχανισμό κίνησης. Ο κορμός κατασκευάζεται από ορείχαλκο μέσα στον οποίο περιστρέφεται μία χρωμιωμένη σφαίρα που στεγανώνεται με φλάντζες από τεφλόν. Ο μηχανισμός κίνησης περιλαμβάνει έναν μικρό σερβοκινητήρα και ένα μειωτήρα με μεταλλικά γρανάζια.

Ο χρόνος που χρειάζεται για να έρθει η βάννα από την κλειστή στην τελείως ανοικτή θέση και αντίστροφα είναι περίπου 2 min. Στη θέση αυτή ενεργοποιείται ένας τερματικός διακόπτης που δίνει εντολή στον κεντρικό πίνακα ελέγχου που βρίσκεται συνήθως στο χώρο του λεβητοστασίου.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά για τις περισσότερες διόδους ηλεκτροβάννες που συναντάμε στην ελληνική αγορά είναι:

- Στατική πίεση: 20 at
- Διαφορική πίεση: 10 at
- Θερμοκρασία λειτουργίας: -20°C έως 120°C
- Κινητήρας 230V 50Hz , 5W
- Ροπή στρέψης: 600 Nt × cm
- Ταχύτητα περιστροφής: 1/6 στρ./min



1 Σερβοκινητήρας , 2 Οριακοί διακόπτες, 3 Κλεμμοσειρά, 4 Θερμοστάτης χώρου,
5 Ενδεικτική λυχνία, 6 Ωρομετρητής, 7 Ρελέ κυκλοφορητή.

Τα 5,6,7 βρίσκονται στον κεντρικό πίνακα ελέγχου

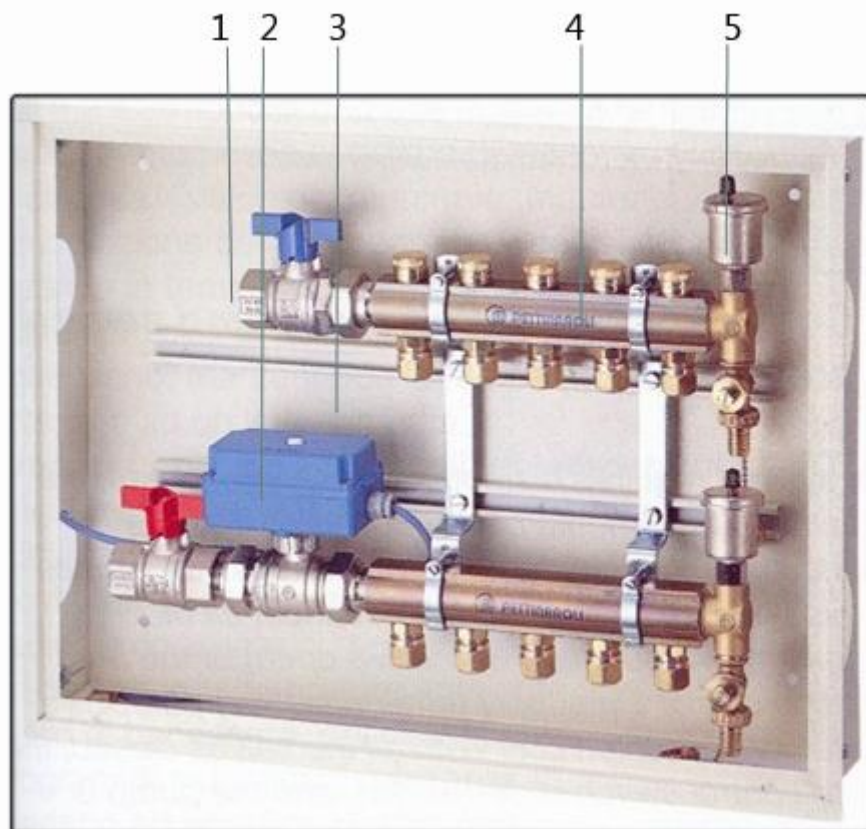
Οποιαδήποτε ηλεκτρική εργασία στην ηλεκτροβάννα πρέπει να γίνεται με διακοπή της ηλεκτρικής τροφοδοσίας των 230V. Αυτό επιτυγχάνεται από το γενικό διακόπτη του κεντρικού πίνακα ελέγχου που βρίσκεται συνήθως στο χώρο του λεβητοστασίου.

6.5.2.3. Συλλέκτες διαμερίσματος

Σε κάθε όροφο, σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο (συνήθως εντοιχισμένο μεταλλικό ή πλαστικό κουτί) τοποθετούνται οι συλλέκτες (κολλεκτέρ) προσαγωγής και επιστροφής, στους οποίους συνδέονται οι οριζόντιοι βρόχοι του κάθε διαμερίσματος.

Οι συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής διαθέτουν τόσες αφίξεις και αναχωρήσεις αντίστοιχα, όσοι είναι οι οριζόντιοι βρόχοι.

Κάθε βρόχος ελέγχεται με μία ρυθμιστική βαλβίδα στην αρχή του βρόχου και δύο σφαιρικές βάνες στα άκρα του που επιτρέπουν την υδραυλική απομόνωση του αντίστοιχου βρόχου.



Προ συναρμολογημένο κουτί με τους συλλέκτες που περιλαμβάνει:

1.Συλλέκτης, 2.Δίοδος ηλεκτροβάννα, 3.Σφαιρικές βάνες, 4.Εξαεριστικά, 5.Διακόπτες

Βρόχων, 6. Ρυθμιστικά ροής. (Από φυλλάδιο της PETTINAROLI)

6.5.2.4. Εύκαμπτοι σωλήνες (οριζόντιο δίκτυο)

Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται στους βρόχους ενός μονοσωληνίου είναι εύκαμπτες και μονωμένες και ανάλογα με το υλικό τους κατατάσσονται σε:

- Χαλυβδοσωλήνες
- Χαλκοσωλήνες
- Πλαστικοί σωλήνες

Οι εύκαμπτοι χαλυβδοσωλήνες κατασκευάζονται από μαλακό χάλυβα, με χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα. Φέρουν κατά μήκος ραφή ακριβείας (κατά DIN 2394) σχεδόν αόρατη. Η ευκαμψία τους είναι χαρακτηριστικά υψηλή ακόμα και στους 0 °C, ώστε να μπορεί με κουρμπαδόρο να αποκτήσουν καμπυλότητα ακτίνας μέχρι 3D (D=εξωτερική διάμετρος του σωλήνα).

Οι εύκαμπτοι χαλκοσωλήνες έχουν μονωτική επένδυση από PVC. Παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα γιατί είναι ευκολότεροι στη συναρμολόγηση, παρουσιάζουν μεγάλες αντοχές στις διαβρώσεις και στις ηλεκτρολύσεις.

Οι πλαστικοί σωλήνες υπάρχουν σε μεγάλη ποικιλία και χαρακτηρίζονται από το υλικό κατασκευής τους. Έτσι διακρίνουμε πλαστικούς χαλκοσωλήνες:

PE – HD: από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο

VPE: από δικτυωτό πολυαιθυλένιο

PP: από πολυπροπυλένιο

PB: από πολυβουτένιο

Χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με προστατευτικό σωλήνα σπирάλ που τους εξασφαλίζει και αρκετά καλή θερμομόνωση.



Παρακάτω αναφέρονται μία σειρά από κατασκευαστικές λεπτομέρειες για το σωστό στρώσιμο των χαλκοσωλήνων όπως τις συναντάμε σε τεχνικά φυλλάδια κατασκευαστών χαλκοσωλήνων.

1. Η κουλούρα του χαλκοσωλήνα πρέπει να μεταφέρεται και να αποθηκεύεται λαμβάνοντας όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας από τραυματισμούς (χτυπήματα, γδαρσίματα) ή υπερβολική έκθεση στο φως (που καταστρέφει την μονωτική επένδυση).
2. Στο στρώσιμο, το ξετύλιγμα του χαλκοσωλήνα γίνεται με κύλιση προς τη διεύθυνση εφαρμογής. Η δομική πλάκα του διαμερίσματος πρέπει να είναι τελείως καθαρή από μπάζα, καρφιά ή άλλα αντικείμενα.
3. Το μήκος κοπής κάθε τεμαχίου καθορίζεται από τις δύο διαδοχικές θέσεις που θα γίνει η σύνδεση, αυξημένο όσο χρειάζεται για τη σύνδεση με τους διακόπτες.
4. Η κοπή γίνεται με λεπτή λάμα ή ειδικό σωληνοκόφτη χαλκού αφού πρώτα αφαιρεθεί τοπικά η επένδυση.

5. Για την δημιουργία καμπυλών (π.χ. 90° προς τους διακόπτες) χρησιμοποιούνται ειδικοί κουρμπαδόροι, ρυθμιζόμενης ακτίνας καμπυλότητας, που δεν τραυματίζουν την επένδυση του χαλκοσωλήνα.
6. Ο χαλκοσωλήνας που τοποθετείται πάνω στη δομική πλάκα πρέπει να στερεώνεται χαλαρά κατά διαστήματα 3-4 μέτρων και απαραίτητα κοντά στα σημεία συνδέσεως (σώματα και συλλέκτες). Τα στηρίγματα είναι μεταλλικά ή πλαστικά σχήματος Ω για να επιτρέπουν τη διαστολή, χωρίς να γδέρνουν την επένδυση.
7. Μετά τη στερέωση τους στο δάπεδο πρέπει να καλύπτονται με τσιμεντάρισμα για να προστατεύονται από τα άλλα συνεργεία της οικοδομής.
8. Στα σημεία σύνδεσης των χαλκοσωλήνων με τους συλλέκτες πρέπει να υπάρξει πρόβλεψη για τις μετακινήσεις που προκαλεί στους συλλέκτες η διαστολή των κατακόρυφων στηλών.
9. Στα τμήματα χαλκοσωλήνων που τοποθετούνται μέσα σε δάπεδα δεν πρέπει να υπάρχουν ενδιάμεσες συνδέσεις.

Με το σύστημα σύνδεσης θερμαντικών σωμάτων Σίμπεχιλζε ή μελέτη και εγκατάσταση γίνεται πιο γρήγορη και εύκολη

Σημαδεύετε τον τοίχο στο σημείο που θα βρίσκεται ο διακόπτης σύνδεσης του θερμαντικού σώματος. Η γαρνιτούρα σύνδεσης τοποθετείται στο παπουτσάκι γαρνιτούρας και σημαδεύεται στο ίδιο σημείο και κατόπιν κόβεται (με κοινό κόφτη χαλκού).

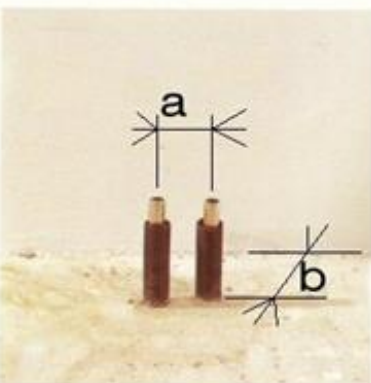
Το δακτυλίδι (Σίμπεχιλζε) τοποθετείται στον σωλήνα και η άκρη του σωλήνα διευρύνεται εν ψυχρώ με το εργαλείο διευρύνσης. Ο μαστός του εξαρτήματος τοποθετείται στο διευρυμένο άκρο του σωλήνα ο οποίος συστέλλεται γύρω από το μαστό (Memory Effect).

Με βοήθεια του εργαλείου συμπίεσης ωθήται το Σίμπεχιλζε στο εξάρτημα. Η μόνιμη σύνδεση είναι έτοιμη.

Κατόπιν τοποθετούμε την συνδεδεμένη γαρνιτούρα στο παπουτσάκι γαρνιτούρας και κλείνουμε το καπάκι.

Στη συνέχεια γίνεται το γέμισμα και η ολοκλήρωση του τελικού δαπέδου.

Τοποθετείται τέλος το θερμαντικό σώμα, και η γαρνιτούρα συνδέεται με τον διακόπτη του σώματος. Η γαρνιτούρα μπορεί να συνδεθεί με κοινό ρακόρ χαλκού (15 mm).



Στα σημεία σύνδεσης των χαλκοσωλήνων με τους διακόπτες των θερμαντικών σωμάτων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι αποστάσεις a, b όπως φαίνονται στην παραπάνω εικόνα όπου:

a = απόσταση μεταξύ των αξόνων των σωλήνων προσαγωγής-επιστροφής του διακόπτη

b = απόσταση του σημείου σύνδεσης του θερμαντικού σώματος από τον τελειωμένο τοίχο.

Στο στρώσιμο των σωλήνων πρέπει να είναι γνωστή η πλευρά του διακόπτη που λειτουργεί σαν προσαγωγή. Συνήθως είναι η εσωτερική πλευρά του διακόπτη αλλά πρέπει να επιβεβαιώνεται.

6.5.2.5. Τετράοδος διακόπτης θερμαντικού σώματος

Οι τετράοδοι διακόπτες των θερμαντικών σωμάτων αποτελούν το πιο κρίσιμο εξάρτημα ενός μονοσωληνίου συστήματος.

Οι διακόπτες αυτοί ρυθμίζουν την ποσότητα του ζεστού νερού προσαγωγής που θα περάσει μέσα από κάθε Θ.Σ. και στη συνέχεια αναμειγνύουν την ποσότητα με εκείνη που ακολουθεί παρακαμπτήρια πορεία.

Στην εικόνα φαίνεται ο τρόπος σύνδεσης του τετράοδου διακόπτη σε κοινό θερμαντικό σώμα. Το ζεστό νερό εισέρχεται στο Θ.Σ. κοντά στο σημείο σύνδεσης και επιστρέφει από την άκρη του προεξέχοντα σωληνίσκου ώστε να αναγκαστεί να κυκλοφορήσει όσο γίνεται περισσότερο μέσα στο Θ.Σ.

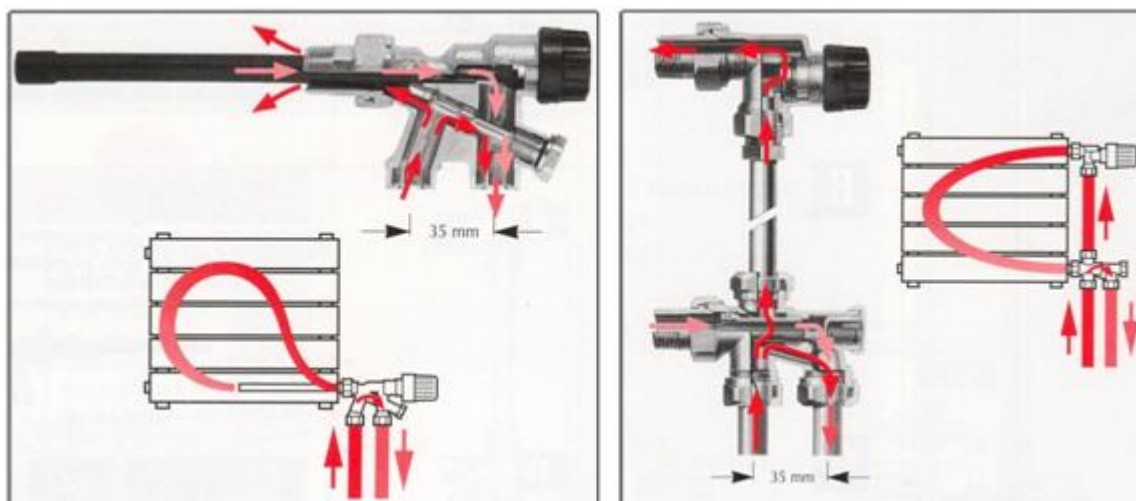
Στην εικόνα φαίνεται ο τρόπος σύνδεσης του διακόπτη σε Θ.Σ. τύπου πάνελ.

Ένας σωστός τετράοδος διακόπτης πρέπει να δίνει τη δυνατότητα πλήρους απομόνωσης του Θ.Σ. χωρίς να επηρεάζει τη λειτουργία των υπολοίπων Θ.Σ. και να παρουσιάζει πλήρη στεγανότητα στα σημεία σύνδεσής του με τις σωληνώσεις και το Θ.Σ.

Οι τετράοδοι διακόπτες έχουν τη δυνατότητα προρύθμισης από 0-100% ώστε να είναι δυνατή η ρύθμιση της απόδοσης των Θ.Σ.

Η πρακτική όμως είναι να ρυθμίζονται στο 50%, δηλαδή, το 50% της ροής του νερού εισέρχεται στο Θ.Σ. και το υπόλοιπο το παρακάμπτει.

Οι τετράοδοι διακόπτες του τελευταίου Θ.Σ. ρυθμίζονται στο 100%, δηλαδή, όλη η ροή του νερού εισέρχεται στο Θ.Σ.



6.5.2.6. Θερμοστατικές βαλβίδες

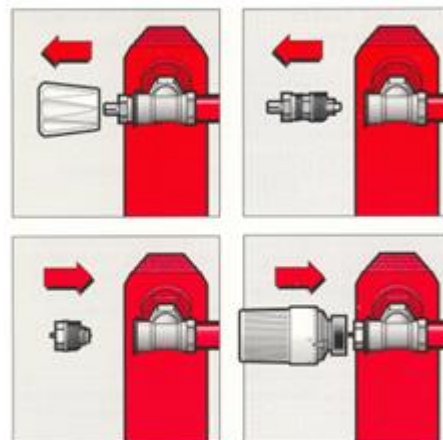
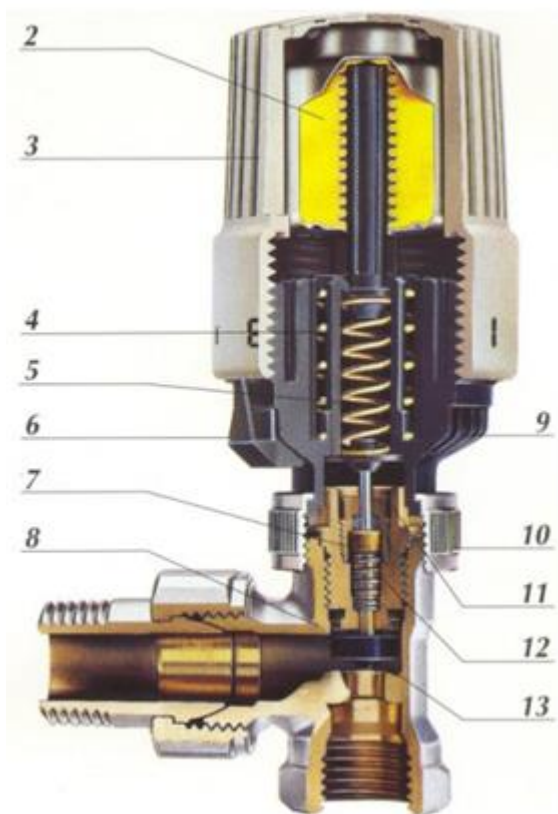
Για να μπορέσουμε να ρυθμίσουμε τη θερμοκρασία του κάθε δωματίου χωριστά πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τις θερμοστατικές κεφαλές. Οι θερμοστατικές κεφαλές προσαρμόζονται στον διακόπτη του θερμαντικού σώματος, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

Η κεφαλή διαθέτει μια φούσκα γεμάτη με ειδικό υγρό, που διαστέλλεται όταν αυξάνει η θερμοκρασία του χώρου. Με τον τρόπο αυτό ενεργοποιείται το αισθητήριο της βαλβίδας και κλείνει προοδευτικά το διακόπτη. Όταν επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία στο χώρο, η θερμοστατική βαλβίδα κλείνει τελείως. Έτσι επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, γιατί γίνεται εκμετάλλευση κάθε θερμικού κέρδους (ηλιακή ακτινοβολία, φωτισμός, μηχανήματα, άνθρωποι, κ.λπ.)

Το κόστος των θερμοστατικών βαλβίδων είναι αρκετά υψηλό και συνήθως τις χρησιμοποιούμε σε κεντρικές θερμάνσεις μονοκατοικιών.

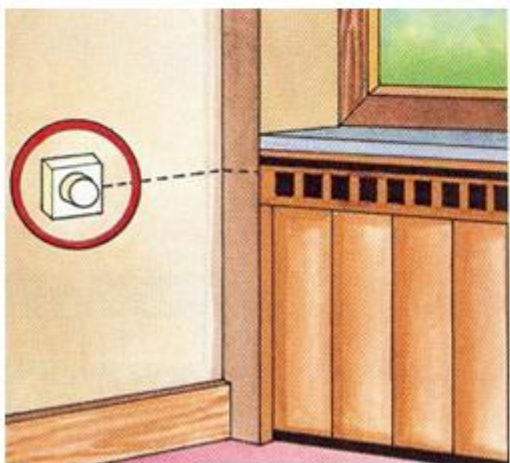
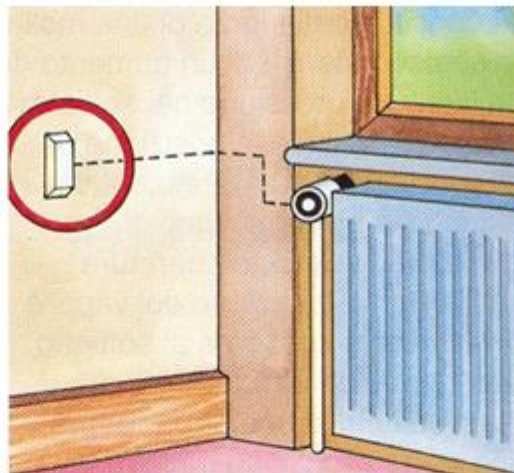
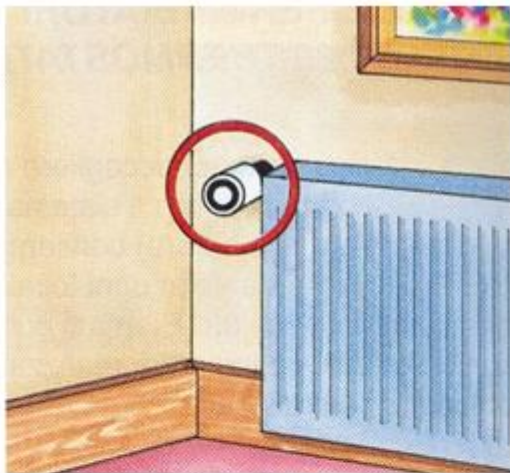
Σε κεντρικές θερμάνσεις με πολλές ιδιοκτησίες, η χρησιμοποίηση των θερμοστατικών βαλβίδων έχει νόημα μόνο όταν η μέτρηση της κατανάλωσης γίνεται με θερμιδομετρητές και όχι με ωρομετρητές.

Μύρω



2. Κεφαλή με υγρό, 3. Χειρολαβή, 4. Ελατήριο αντιστάθμισης, 5. Ελατήριο οδήγησης,
6. Σημάδι ρύθμισης, 7. Θερμοστατικός μηχανισμός, 8. Σώμα από κράμα χαλκού-νικελίου,
9. Όριο τέλους, 10. Παξιμάδι κεφαλής, 11. Σύστημα στεγάνωσης, 12. Ελατήριο επαναφοράς
13. Ελαστομερής βαλβίδα

Μύρων Ε. Μυ



1. Πάνω στο θερμαντικό σώμα, 2. Το αισθητήριο είναι μακριά από το σώμα, 3. Αισθητήριο και ρύθμιση μακριά από το σώμα

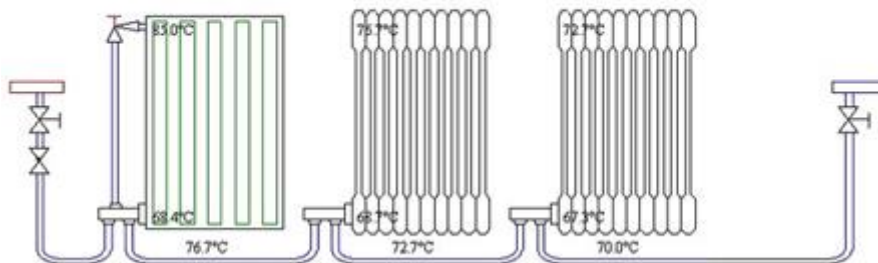
6.5.2.7. Θερμαντικά σώματα

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η βασική φιλοσοφία του μονοσωλήνιου συστήματος που το κάνει να ξεχωρίζει από το κλασικό δισωλήνιο σύστημα.

Το ζεστό νερό, ξεκινά με θερμοκρασία $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ από το συλλέκτη προσαγωγής και καταλήγει στο διακόπτη του 1ου θερμαντικού σώματος. Η μισή παροχή (50%) εισέρχεται στο πάνω μέρος του Θ.Σ., αποδίδει την αντίστοιχη θερμότητα και εξέρχεται με θερμοκρασία $68,4^{\circ}\text{C}$ από το κάτω μέρος του Θ.Σ. Στο σημείο αυτό αναμιγνύεται με το υπόλοιπο 50% της ροής του νερού και προκύπτει νερό θερμοκρασίας $76,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ που συνεχίζει προς το 2ο Θ.Σ. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται και στα επόμενα Θ.Σ.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το πρώτο Θ.Σ. λειτουργεί με πιο ζεστό νερό από το 2ο Θ.Σ., το 2ο Θ.Σ. με πιο ζεστό νερό από το 3ο Θ.Σ. κ.ο.κ. Αποτέλεσμα είναι το 1ο Θ.Σ. να λειτουργεί με μεγαλύτερη απόδοση από το 2ο ή με πιο απλά λόγια, 1m^2 επιφάνειάς του αποδίδει περισσότερη θερμότητα από ένα ίδιο Θ.Σ. που βρίσκεται στη 2η θέση. Συνοψίζοντας, η απόδοση των Θ.Σ. είναι ανάλογη με τη θέση τους στο

βρόχο, κάτι που από τη φύση του κάνει το μονοσωλήνιο σύστημα πιο πολύπλοκο και δύσκολο στον υπολογισμό του.

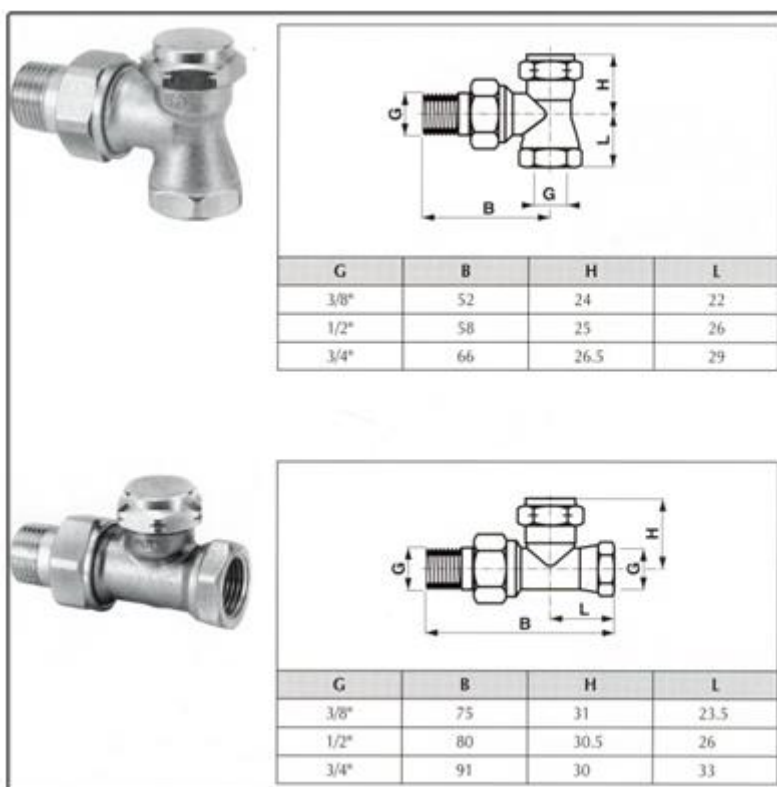


Ινός Μητλη

6.5.2.8. Ρυθμιστικές βαλβίδες

Οι ρυθμιστικές βαλβίδες επιτρέπουν τη ρύθμιση των παροχών των κυκλωμάτων που αναχωρούν από τον ίδιο συλλέκτη.

Διακρίνονται σε ευθείες και γωνιακές και παράγονται σε τρία μεγέθη 3/8", 1/2" και 3/4", αλλά η πλέον συνηθισμένη διάμετρος είναι η 1/2".





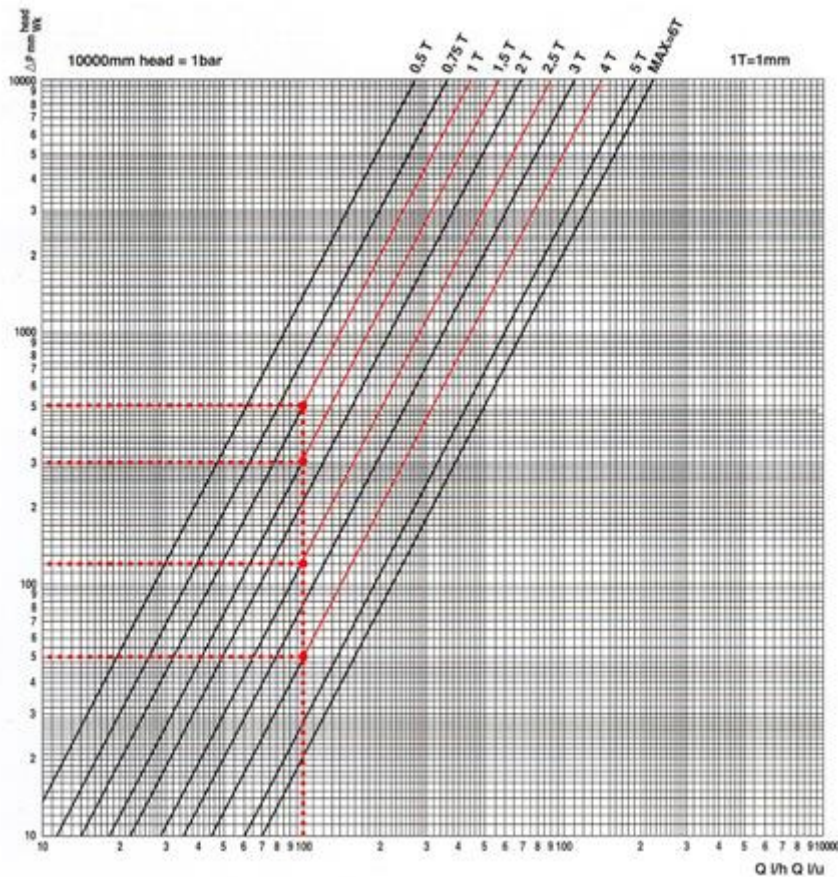
6.5.2.9. Πτώση πίεσης που δημιουργεί η βαλβίδα

Για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε τις ρυθμιστικές βαλβίδες πρέπει να γνωρίζουμε την πτώση πίεσης που δημιουργούν σε συνάρτηση με την παροχή του νερού και τις στροφές από την κλειστή θέση.

Αυτό γίνεται με τη βοήθεια νομογραφημάτων που δίνουν οι κατασκευαστές τους. Έτσι όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, για παροχή $Q=100\text{lt/h}$ η πτώση πίεσης στη βαλβίδα για διάφορες στροφές είναι η παρακάτω:

- Για 4 στροφές 50 mmWS
- Για 2,5 στροφές 130 mmWS
- Για 1,5 στροφές 300 mmWS
- Για 1 στροφή 500 mmWS

Οι στροφές μετράνε πάντα από την κλειστή θέση της βαλβίδας, δηλαδή αφού κλείσουμε τη βαλβίδα με τη βοήθεια του ειδικού κλειδιού, μετράμε πόσες στροφές θα την ανοίξουμε.



6.5.2.10. Παράμετροι μονοσωλήνιου

Όρια στον υπολογισμό των σωλήνων

Μέγιστη (επιτρεπόμενη) Ταχύτητα (V_{max}) [m/s]

Η μέγιστη επιτρεπτή ταχύτητα του νερού στους βρόχους έχει καθοριστεί σε 1,0 m/s, παρόλο που το σύστημα είναι αθόρυβο μέχρι περίπου τα 1,5 m/s. Ο λόγος είναι ότι πρέπει να υπάρχει ένας συντελεστής ασφαλείας, όχι μόνο για το θόρυβο, αλλά και για τον κίνδυνο φθοράς των σωλήνων εσωτερικά στις καμπύλες από την τριβή του νερού.

Αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την τελική επιλογή της διατομής του σωλήνα. Προφανώς όσο μεγαλύτερη είναι η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα, τόσο μικρότερες άρα και οικονομικότερες θα είναι οι σωλήνες που θα επιλεγούν από το πρόγραμμα.

Μέγιστη Ανηγμένη πτώση πίεσης λόγω τριβών (r_{max}) [mmWS/m]

Για σωλήνες > DN 50 το όριο αυτό είναι περίπου 60 mmWS/m (=600 Pa/m). Για μικρότερες σωλήνες μπορεί να φθάσει τα 100 mmWS/m

Μέγιστη ολική πτώση πίεσης βρόχου ($\Delta p_{loopmax}$) [mWS]

Για τεχνικούς λόγους δεν επιτρέπεται η ολική πτώση πίεσης στους βρόχους να πάρει πολύ μεγάλες τιμές γιατί θα καταλήξουμε σε αντισυμβατικούς κυκλοφορητές. Ένα συνηθισμένο όριο είναι έως 3-6 mWS (m υδάτινης στήλης).

Οι παραπάνω μέγιστες τιμές V_{max} , r_{max} και $\Delta p_{loopmax}$ λειτουργούν σαν οριακές τιμές, δηλαδή, όταν κάποιο μέγεθος ξεπεράσει το αντίστοιχο όριο, τότε το αντίστοιχο λαμπάκι αλλάζει χρώμα και γίνεται κόκκινο από πράσινο.

Δθ Θερμοκρασιακή διαφορά [°C]

Είναι η διαφορά θερμοκρασίας του νερού μεταξύ του συλλέκτη προσαγωγής και του συλλέκτη επιστροφής.

$$\Delta\theta = \theta_V - \theta_R$$

θ_V = θερμοκρασία του νερού στο πρώτο Θ.Σ. του βρόχου

Είναι η θερμοκρασία του νερού στην έξοδο του Λέβητα και έχει ορισθεί κατά την εισαγωγή των Δεδομένων της Μελέτης.

θ_R = θερμοκρασία του νερού στην έξοδο του τελευταίου Θ.Σ. του βρόχου.

Μπορείτε να ορίσετε διαφορετικό Δθ σε κάθε βρόχο, δηλαδή μπορείτε να ορίσετε την παροχή του κάθε βρόχου.

Αυτό γίνεται γιατί το πρόγραμμα στην συνέχεια θα κάνει την εξισορρόπηση του δικτύου, οπότε θα προσθέσει σε κάθε βρόχο την απαραίτητη πτώση πίεσης.

Εφαρμογή σε όλα

 Σημειώνουμε ότι όσο μικραίνει το Δθ τόσο μεγαλώνει η παροχή και συνεπώς αυξάνουν οι τριβές και η ταχύτητα του νερού, αλλά ταυτόχρονα ελαττώνεται το μέγεθος των θερμαντικών σωμάτων (γιατί αυξάνεται η μέση θερμοκρασία λειτουργίας).



6.5.3.Υλικά μονοσωλήνιου

Σωλήνας κυκλωμάτων

Από τις αναδυόμενες λίστες του (κάθε) προγράμματος επιλέγετε τον τύπο και κατόπιν το DN του σωλήνα.

Ο σωλήνας αυτός είναι ο **default** σωλήνας σε κάθε νέο μονοσωλήνιο κύκλωμα. Κατά κανόνα, όλη η οικοδομή στρώνεται με τον ίδιο σωλήνα.

Οι εύκαμπτοι σωλήνες έχουν τυποποιηθεί με βάση την εξωτερική διάμετρο και το πάχος του τοιχώματος. Έτσι ο σωλήνας $\Phi 16 \times 1$ σημαίνει εξωτερική διάμετρος 16 mm και πάχος 1 mm. Αν σε κάποιο στάδιο της μελέτης αποφασίσετε να αλλάξετε σωλήνα, π.χ. αντί WiCu $\Phi 16 \times 1$ να βάλετε VPE, τότε, αφού επιλέξετε το νέο σωλήνα, κάντε κλικ στο

Στο εμφανιζόμενο πλαίσιο διαλόγου απαντήστε ΝΑΙ και αυτόματα σε όλους τους βρόχους θα μπει ο νέος σωλήνας.

Παρασκευαστήρας ZXN (boiler)

Από τις αναδυόμενες λίστες του (κάθε) προγράμματος επιλέγετε τον τύπο και κατόπιν το μοντέλο του παρασκευαστήρα ZNX.

Ο παρασκευαστήρας αυτός είναι ο **default** παρασκευαστήρας ZNX σε κάθε νέο μονοσωλήνιο κύκλωμα που τροφοδοτεί παρασκευαστήρας ZNX .

Αν έχετε χρεώσει σε ένα ή περισσότερα διαμερίσματα παρασκευαστήρα ZNX και κατόπιν θελήσετε να τους αλλάξετε όλους, τότε, αφού επιλέξετε το νέο Παρασκευαστήρα κάντε κλικ στο κουμπί **Εφαρμογή σε όλα**.

Στο εμφανιζόμενο πλαίσιο διαλόγου απαντήστε ΝΑΙ και αυτόματα σε όλους τους βρόχους θα μπει ο νέος Παρασκευαστήρας ZNX.

Διακόπτης θερμαντικών. σωμάτων, Ρυθμιστική βαλβίδα

Αν γνωρίζετε τον αριθμό kv του διακόπτη των θερμαντικών σωμάτων ή τον αριθμό kv της ρυθμιστική βαλβίδας (αμφότερα σε ανοικτή θέση), διορθώστε την τιμή kv=2.00 που σας προτείνει το πρόγραμμα .

Θυμίζουμε ότι το kv χρησιμοποιείτε στον υπολογισμό της πτώσης πίεσης στα εξαρτήματα.

6.5.3.1. Επιλογή θερμαντικών σωμάτων

Ως γνωστόν οι κατασκευαστές των θερμαντικών σωμάτων δίνουν τις αποδόσεις τους (Q_{60}) για μέση θερμοκρασία λειτουργίας 60 °C.

Η μέση θερμοκρασία λειτουργίας δίνεται από τον τύπο

$$\theta_m = (\theta_v + \theta_r)/2 - \theta_{int}$$

όπου

- $\theta_m \rightarrow$ μέση θερμοκρασία λειτουργίας του θερμαντικού σώματος
- $\theta_v \rightarrow$ θερμοκρασία εισόδου του νερού στο θ.σώμα
- $\theta_r \rightarrow$ θερμοκρασία εξόδου του νερού από το θ.σώμα
- $\theta_{int} \rightarrow$ θερμοκρασία του αέρα του δωματίου

Η μέση αυτή θερμοκρασία λειτουργίας προκύπτει ως εξής

- θερμοκρασία νερού προσαγωγής $\theta_{in} = 90^\circ\text{C}$
- θερμοκρασία νερού επιστροφής $\theta_r = 70^\circ\text{C}$
- μέση θερμοκρασία θερμαντικού σώματος $\theta_m = (90+70)/2 = 80^\circ\text{C}$
- θερμοκρασία δωματίου $\theta_{int} = 20^\circ\text{C}$

- συνεπώς θερμοκρασία λειτουργίας $80-20 = 60^{\circ}\text{C}$

Έτσι η απόδοση του Θ.Σ., που λειτουργεί σε μέση θερμοκρασία θ_m διαφορετική των 60 , πρέπει να διορθωθεί σύμφωνα με το τύπο.

$$Q_{rad,60} = Q_{rad} \times k$$

όπου k = συντελεστής διόρθωσης που υπολογίζεται από τον τύπο:

$$k = (\theta_m / 60)^{1.33}$$

Για την διαστασιολόγηση του θερμαντικού σώματος χρειαζόμαστε

- η απαιτούμενη απόδοση Q_{rad} σε [W]
- την μέση θερμοκρασία λειτουργίας (θ_m)

6.5.3.2. Επιλογή FCU

Ως γνωστόν οι κατασκευαστές των FCUs δίνουν τη θερμική ισχύ για τουλάχιστον δύο θερμοκρασίες του νερού προσαγωγής που συνήθως είναι 50°C και 70°C .

Επειδή όμως το FCU διαθέτει και ανεμιστήρα που συνήθως έχει 3 ταχύτητες, Για κάθε θερμοκρασία νερού μας δίνουν την θερμική ισχύ

Πρόβλημα

Για το FCU μοντέλο **CLIMAVENETA i-LIFE Slim 102**, έχουμε τα παρακάτω δεδομένα :

Για θερμοκρασία νερού προσαγωγής 50°C :

- Θερμική ισχύς στη υψηλή ταχύτητα του ανεμιστήρα $Q_{50\max} = 1106 \text{ W}$
- Θερμική ισχύς χωρίς ανεμιστήρα $Q_{50\min} = 213 \text{ W}$

Για θερμοκρασία νερού προσαγωγής 70°C :

- Θερμική ισχύς στη υψηλή ταχύτητα του ανεμιστήρα $Q_{70\max} = 1918 \text{ W}$
- Θερμική ισχύς χωρίς ανεμιστήρα $Q_{70\min} = 327 \text{ W}$

Ποιά είναι η μέγιστη και ελάχιστη θερμική ισχύς του FCU για θερμοκρασία νερού προσαγωγής 60°C

Λύση

Η μέγιστη ισχύς του FCU αντιστοιχεί στην υψηλή ταχύτητα του ανεμιστήρα. Για την ταχύτητα αυτή έχουμε τα δύο σημεία

- Σημείο 1, $x_1=50$, $y_1=1106$
- Σημείο 2, $x_2=70$, $y_2=1918$

Με γραμμική παρεμβολή, μεταξύ των σημείων 1 και 2 βρίσκουμε το σημείο 3

- Σημείο 3, $x_3=60$, $y_3 = y_1 + (y_2-y_1) \times (x_3-x_1)/(x_2-x_1) = 1106 + (1918-1106) \times (60-50)/(70-50)=1512$

Η ελάχιστη ισχύς του FCU δίνεται χωρίς τον ανεμιστήρα.

- Σημείο 1, $x_1=50$, $y_1=213$
- Σημείο 2, $x_2=70$, $y_2=327$

Με γραμμική παρεμβολή, μεταξύ των σημείων 1 και 2 βρίσκουμε το σημείο 3

- Σημείο 3, $x_3=60$, $y_3 = y_1 + (y_2-y_1) \times (x_3-x_1)/(x_2-x_1) = 213 + (327-213) \times (60-50)/(70-50)=270$

Απάντηση

$Q_{60min} = 270 \text{ W}$ και $Q_{60max}=1512 \text{ W}$

Σημείωση : Το τελευταίο κεφάλαιο 6.5. στηρίζεται σχεδόν αποκλειστικά, στις σημειώσεις, παρατηρήσεις κ.λπ. στοιχεία που παραθέτει η εταιρεία λογισμικού Ti-Soft στο αντίστοιχο κεφάλαιο του οδηγού χρήσης του προγράμματός της ThermoCad.

<https://www.ti-soft.com/el/support/help/welcome>

Τέλος Α! μέρους