

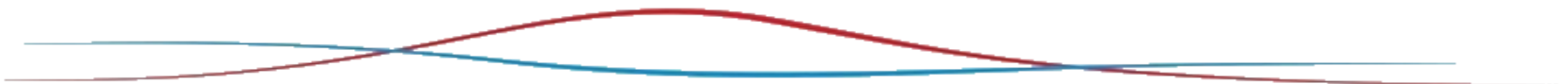


Θερμαντικά σώματα

Θέρμανση – Ψύξη – Κλιματισμός I
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΛΜΕΠΑ

Δρ. Γεώργιος Μιχ. Σταυρακάκης
Χημ. Μηχανικός PhD, MSc ΕΜΠ

Εαρινό εξάμηνο 2020-21





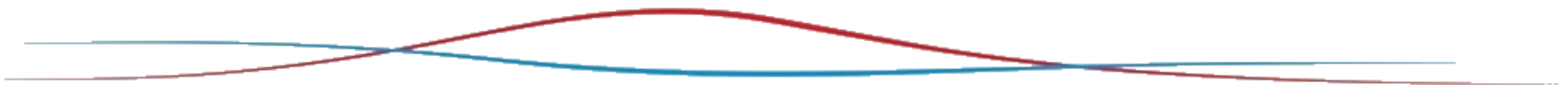
Εισαγωγικά

Το θερμαντικό σώμα είναι η τερματική μονάδα του κυκλώματος σωληνώσεων διανομής του θερμού νερού, από την οποία διέρχεται το θερμό νερό, και έχει «καθήκον» να αποδώσει το προσδιδόμενο από το θερμό νερό ποσό θερμότητας στον υπό μελέτη χώρο, τέτοιο ώστε να αντισταθμίσει τη θερμική απώλεια του χώρου προς επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας εσωτερικού αέρα.

Το σύστημα «θερμαντικό σώμα – Χώρος Μελέτης» είναι θεωρητικά ένας **εναλλάκτης θερμότητας**, στον οποίο το θερμαντικό σώμα είναι η μονάδα που φέρνει το θερμό νερό (την απαιτούμενη θερμική ενέργεια) που σκοπό έχει να θερμάνει τον ψυχρό αέρα του χώρου μελέτης.

Οι εναλλάκτες θερμότητας είναι συσκευές στις οποίες γίνεται ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ δύο ρευστών, δηλαδή θέρμανση του ενός και ψύξη του άλλου. **Όταν η μετάδοση (συναλλαγή) της θερμότητας επιτυγχάνεται μέσω κάποιας επιφάνειας που διαχωρίζει τα δύο ρευστά, τότε πρόκειται για εναλλάκτες επιφάνειας**, σε αντιδιαστολή με τους εναλλάκτες άμεσης επαφής ή μείξης, όπου η συναλλαγή θερμότητας είναι αποτέλεσμα της συνύπαρξης των δύο ρευστών μέσα στη συσκευή.

Το θερμαντικό σώμα σε κτιριακό χώρο είναι ένας επιφανειακός εναλλάκτης θερμότητας.



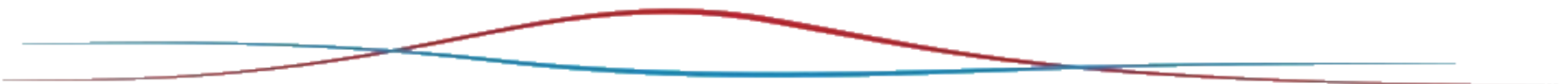


Στοιχεία εναλλακτών θερμότητας

Στις εγκαταστάσεις κλιματισμού χρησιμοποιείται μια μεγάλη ποικιλία εναλλακτών θερμότητας, τύπου επιφάνειας.

Α) Οι περισσότεροι από αυτούς ανήκουν στην **κατηγορία εναλλακτών κλασσικού τύπου (recuperators)**, όπου τα δύο ρευστά ρέουν ταυτόχρονα μέσα στον εναλλάκτη, εκατέρωθεν της διαχωριστικής επιφάνειας μέσω της οποίας γίνεται η συναλλαγή θερμότητας. Επίσης είναι δυνατόν το ένα ρευστό να μη ρέει βεβιασμένα, αλλά απλώς η κίνησή του να οφείλεται σε φυσική κυκλοφορία. Ας σημειωθεί ότι στους εναλλάκτες αυτούς είναι δυνατό να έχουμε και αλλαγή φάσης του ενός (οπότε το άλλο θερμαίνεται ή ψύχεται) ή και των δύο ρευστών. **Παραδείγματα εναλλακτών κλασσικού τύπου είναι τα διάφορα θερμαντικά σώματα** και στοιχεία αέρα – νερού, θερμαντήρες νερού ή αέρα, οι λέβητες, οι εξατμιστές, οι συμπυκνωτές κλπ.

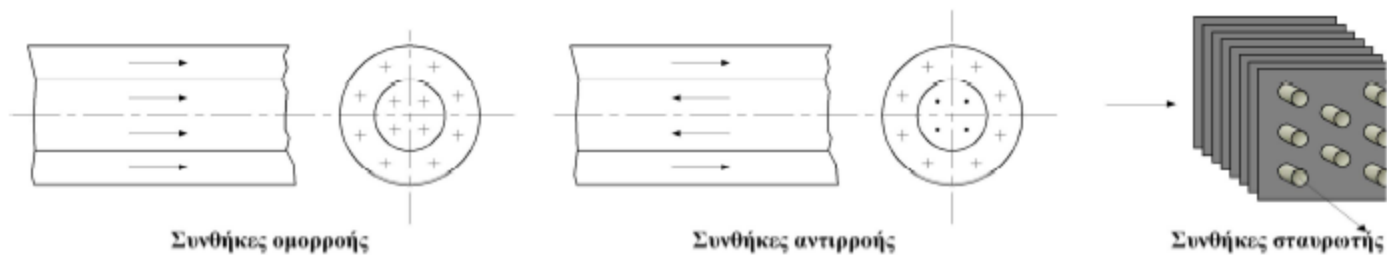
Β) Η άλλη κατηγορία είναι οι **εναλλάκτες αναγεννητικού τύπου (regenerators)**, όπου η επιφάνεια του εναλλάκτη εκτίθεται διαδοχικά στο θερμό και ψυχρό ρευστό. Το θερμό ρευστό ρέει μέσα στον εναλλάκτη και θερμαίνει την επιφάνεια ανταλλαγής της θερμότητας, δηλαδή ένα ποσό θερμότητας αποθηκεύεται προσωρινά σ' αυτήν, ενώ το ρευστό ψύχεται. Κατόπιν ρέει μέσα στον εναλλάκτη το ψυχρό ρευστό και παραλαμβάνει τη θερμότητα από την επιφάνεια. Έτσι, το ρευστό θερμαίνεται (ή αλλάζει φάση) και η επιφάνεια ψύχεται. Στις εγκαταστάσεις κλιματισμού εναλλάκτες αναγεννητικού τύπου συναντούμε σπανιότερα, κυρίως για σκοπούς εξοικονόμησης ενέργειας (π.χ. θερμικοί τροχοί).



Στοιχεία εναλλακτών θερμότητας

Με βάση την κατεύθυνση ροής των ρευστών, οι εναλλάκτες χαρακτηρίζονται βασικά ως:

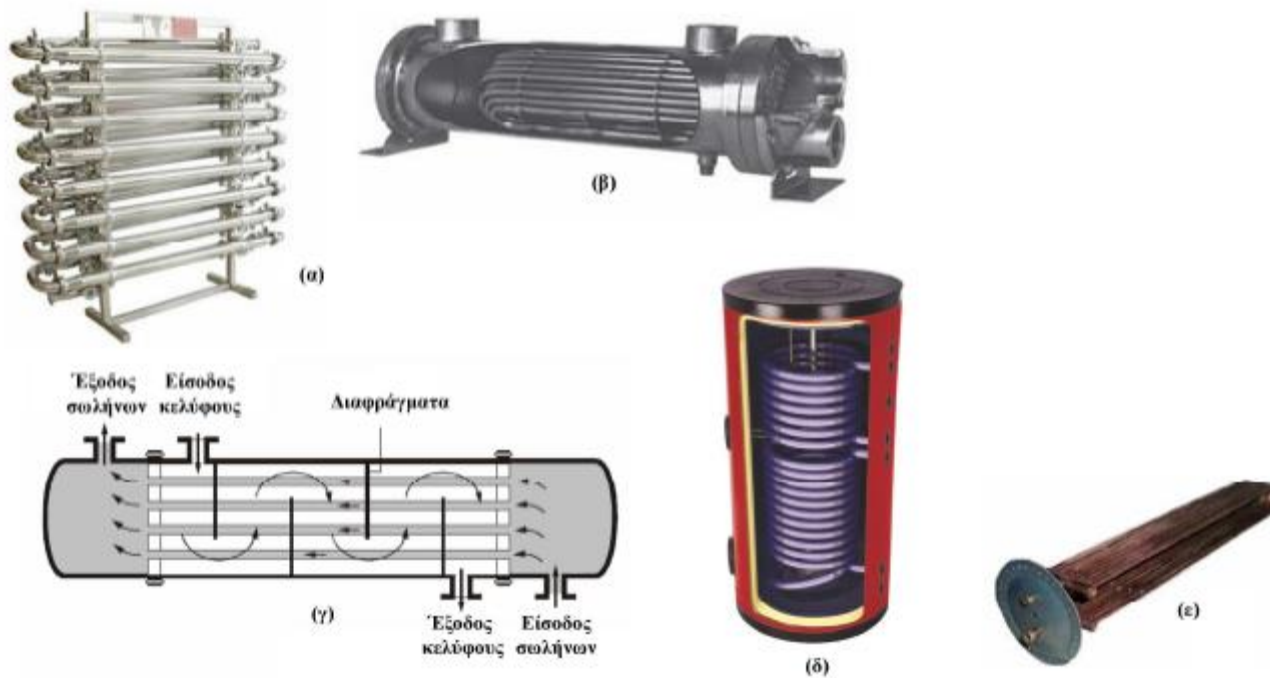
- **Εναλλάκτες ομορροής**, αν τα δύο ρευστά ρέουν παράλληλα, με την ίδια κατεύθυνση.
- **Εναλλάκτες αντιρροής**, αν τα δύο ρευστά ρέουν αντι-παράλληλα, με αντίθετες κατευθύνσεις.
- **Εναλλάκτες σταυρωτής ροής**, αν τα δύο ρευστά ρέουν σε διασταυρούμενες (κάθετα) διευθύνσεις.
- **Εναλλάκτες μονορροής**: Χαρακτηρίζονται έτσι εναλλάκτες, οποιασδήποτε κατασκευής, εφόσον η θερμοκρασία του ενός ρευστού παραμένει σταθερή, πρακτικά, σ' όλη την επιφάνεια συναλλαγής. Αυτό συμβαίνει στην περίπτωση που το ένα ρευστό αλλάζει φάση (π.χ. εξατμιστές ή συμπυκνωτές) ή όταν απλώς το ένα ρευστό, λόγω μεγάλης μάζας, διατηρεί σχεδόν σταθερή τη θερμοκρασία του (π.χ. σε δοχεία αποθήκευσης θερμού νερού, θαλασσινό νερό κλπ).



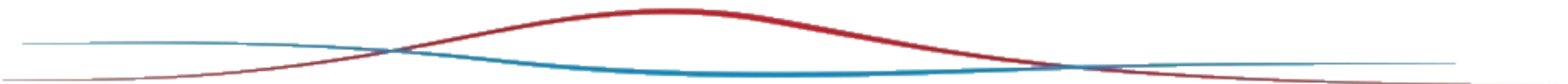
Σχήμα 2.29: Βασικές διατάξεις ροής σε εναλλάκτες.

Στοιχεία εναλλακτών θερμότητας

Συνήθεις κατασκευές εναλλακτών (βλ. «Δ.Α. Κατσαπρακάκης, Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση – Ψύξη – Κλιματισμός](#)»)

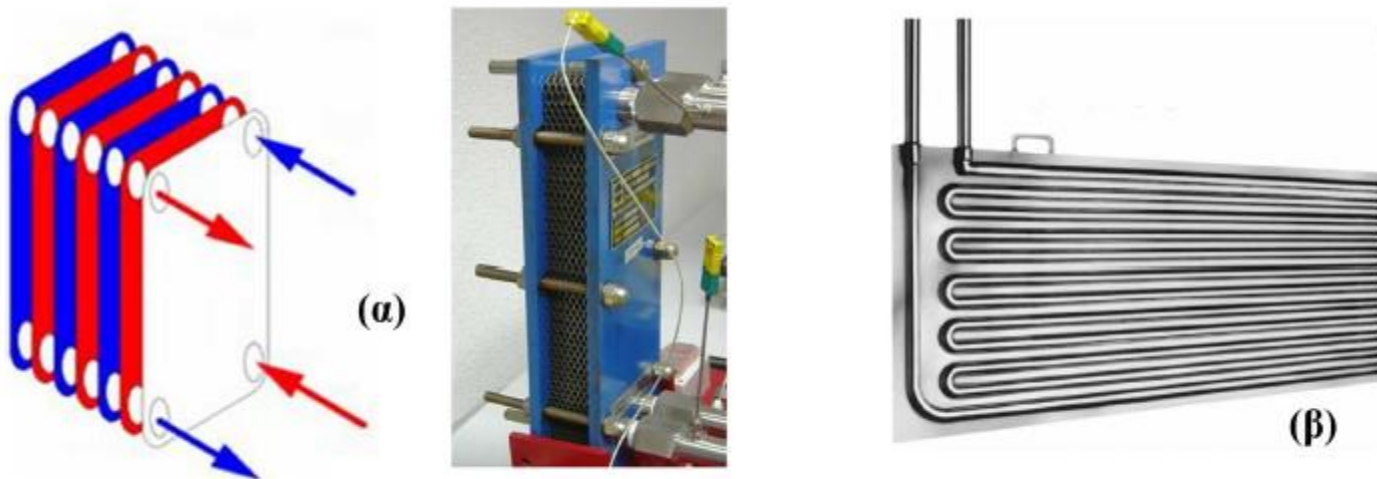


Σχήμα 2.30: Σωληνωτοί εναλλάκτες: (α) διπλού σωλήνα, (β) κελύφους-σωλήνων απλός, (γ) κελύφους-σωλήνων πολλαπλών διαδρομών με διαφράγματα, (δ) σπείρα, (ε) σερπαντίνα

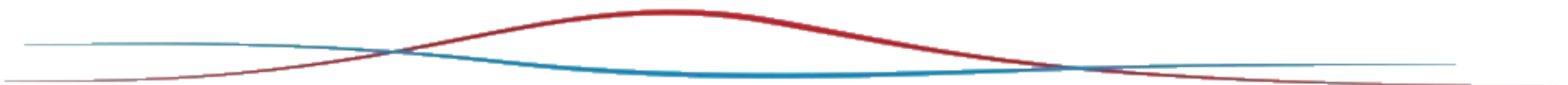


Στοιχεία εναλλακτών θερμότητας

Συνήθεις κατασκευές εναλλακτών (βλ. «Δ.Α. Κατσαπρακάκης, Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση – Ψύξη – Κλιματισμός](#)»)

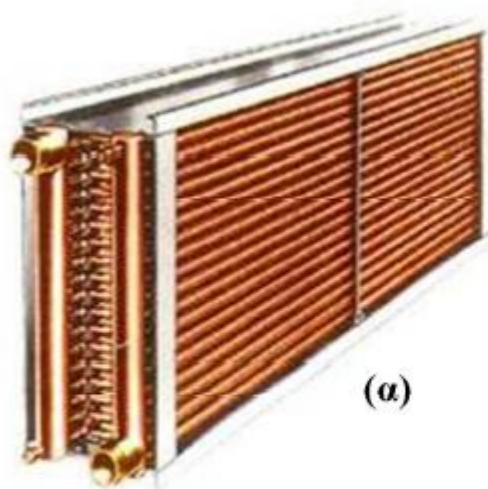


Σχήμα 2.31: Εναλλάκτες πλακών: (α) πλακοειδείς, (β) με ενσωματωμένο στοιχείο

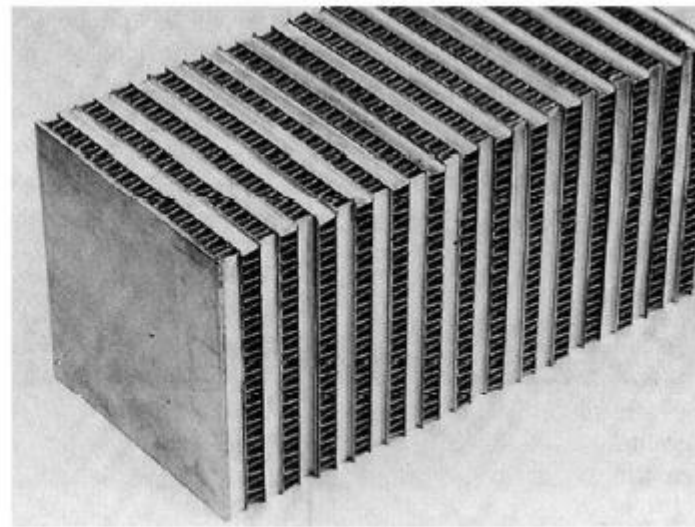


Στοιχεία εναλλακτών θερμότητας

Συνήθεις κατασκευές εναλλακτών (βλ. «Δ.Α. Κατσαπρακάκης, Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση – Ψύξη – Κλιματισμός](#)»)

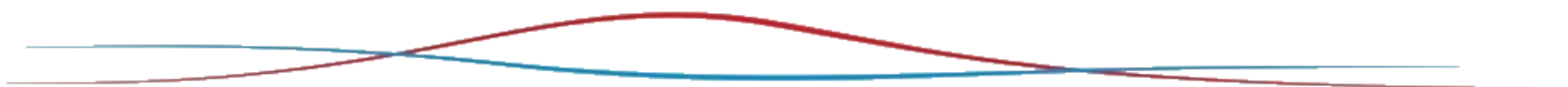


(α)



(β)

Σχήμα 2.32: Πτερυγιοφόροι εναλλάκτες: (α) με σωλίνες (στοιχεία), (β) με πλάκες





Στοιχεία εναλλακτών θερμότητας

Βασικές εξισώσεις εναλλακτών θερμότητας ειδικά για θερμαντικά σώματα

Εξωτερική εξίσωση θερμαντικού σώματος:

$$Q = \dot{m} * c * (T_v - T_r)$$

Εσωτερική εξίσωση θερμαντικού σώματος:

$$Q = F * K_o * T_m$$

Όπου:

Q είναι η θερμική απόδοση του θερμαντικού σώματος (σε W ή kcal/h)

$\dot{m}$ είναι η παροχή μάζας θερμού νερού στο θερμαντικό σώμα (σε kg/h)

c είναι η ειδική θερμοχωρητικότητα του ρευστού (θερμό νερό) (σε J/(kg°C))

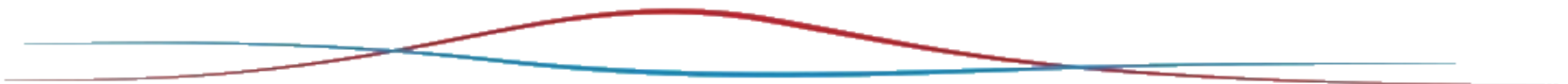
T_v είναι η θερμοκρασία εισόδου του θερμού νερού στο σώμα (σε °C)

T_r είναι η θερμοκρασία εξόδου του νερού από το σώμα (σε °C)

F είναι η επιφάνεια του θερμαντικού σώματος (m²)

K_o είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας του σώματος (σε W/(m²°C))

T_m είναι η καλούμενη ως μέση ενεργός θερμοκρασία του θερμαντικού σώματος (σε °C)





Μέση ενεργός θερμοκρασία και συντ. θερμοπερατότητας θερμαντικού σώματος

Η μέση ενεργός θερμοκρασία του σώματος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$T_m = \frac{T_v + T_r}{2} - T_i$$

Όπου T_i είναι η θερμοκρασία του χώρου (σε °C) (η επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικού αέρα που μπορεί να βρεθεί για διάφορες χρήσεις χώρων στον Πίνακα 2.2 της TOTEE 20701-1/2017).

Ο **συντελεστής θερμοπερατότητας του σώματος** ποικίλει ανάλογα με τη μορφή του σώματος και τη μέση ενεργό θερμοκρασία του. Στις τεχνικές προδιαγραφές θερμαντικών σωμάτων τύπου ΑΚΑΝ ή πάνελ, ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι διαθέσιμος σε μία **μέση ενεργό θερμοκρασία αναφοράς $T_m = 60$ °C**, και συμβολίζεται ως K_{060} . Για παράδειγμα ενδεικτικές τιμές του K_{060} δίδονται στον Πίνακα 2.3.1 της θεματικής ενότητας [ΘΕ2 ΤΕΕ «Επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης»](#).

Πίνακας 2.3.1. Απόδοση κοινών χαλύβδινων θερμαντικών σωμάτων με «φέτες» (Ακάν), για μέση ενεργό θερμοκρασία 60 °C.

Αρ. Στοιχείων (φέτες)	Μέγεθος	Μονάδα	Ονομαστικό Ύψος Σώματος (mm)			
			905	655	505	355
II	f	m ² /στοιχ.	0,20	0,15	0,12	0,09
	K ₀₆₀	W/m ² °C	8,60	8,83	9,10	9,30
	q ₆₀	W/m ²	517	530	545	560
III	F	m ² /στοιχ.	0,30	0,23	0,18	0,14
	K ₀₆₀	W/m ² °C	8,25	8,50	8,72	8,95
	q ₆₀	W/m ²	494	512	523	535
IV	F	m ² /στοιχ.	0,42	0,32	0,25	0,19
	K ₀₆₀	W/m ² °C	7,90	8,14	8,37	8,60
	q ₆₀	W/m ²	477	488	500	517



Μέση ενεργός θερμοκρασία και συντ. θερμοπερατότητας θερμαντικού σώματος

Συντελεστής θερμοπερατότητας του σώματος

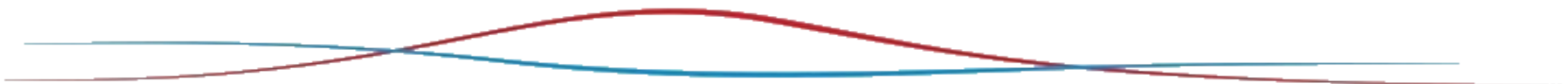
Στην περίπτωση που το θερμαντικό σώμα που σχεδιάζεται έχει ενεργό θερμοκρασία διαφορετική από τη μέση ενεργό θερμοκρασία αναφοράς (π.χ. για χώρο γυμναστικής, με $T_v = 90^\circ\text{C}$, $T_r = 70^\circ\text{C}$ και $T_i = 18^\circ\text{C}$, προκύπτει $T_m = 62^\circ\text{C}$) τότε ο συντελεστής θερμοπερατότητας του σώματος ενδιαφέροντος μπορεί να προκύψει από τη θεωρητική προσέγγιση:

Εάν K_{o1} ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπό μέση ενεργό θερμοκρασία t_{m1} και K_{o2} ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπό μέση ενεργό θερμοκρασία t_{m2} ισχύει:

$$\frac{K_{o1}}{K_{o2}} = \left(\frac{t_{m1}}{t_{m2}} \right)^{0,33}$$

Εάν στην παραπάνω εξίσωση θέσουμε το γνωστό $K_{o1} = K_{o60}$ για την μέση ενεργό θερμοκρασία αναφοράς $T_{m1} = 60^\circ\text{C}$ στην οποία είναι διαθέσιμες οι τεχνικές προδιαγραφές σωμάτων, τότε ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υπό μελέτη σώματος με $K_{o2} = K_o$ και $T_{m1} = T_m$ θα προκύπτει από τη σχέση:

$$\frac{K_{o60}}{K_o} = \left(\frac{60}{T_m} \right)^{0,33}$$





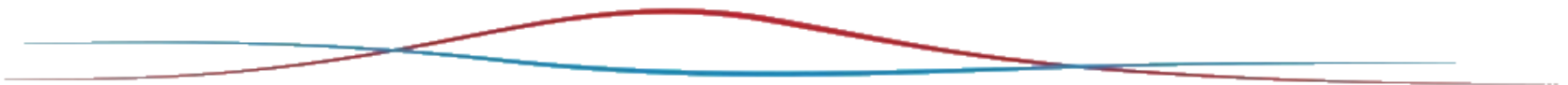
Μέση ενεργός θερμοκρασία και συντ. θερμοπερατότητας θερμαντικού σώματος

Συντελεστής θερμοπερατότητας του σώματος

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του σώματος είναι καθοριστικός παράγοντας διότι αντικατοπτρίζει το ποσό θερμότητας που μπορεί να αποδώσει το σώμα. Όπως έχει οριστεί και στους υπολογισμούς κτιριακού κελύφους, ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι ανάλογος του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας του υλικού του σώματος, δηλ.:

$$K_o \propto \frac{\lambda \left(\sigma \varepsilon \frac{W}{mK} \right)}{d \left(\sigma \varepsilon m \right)}$$

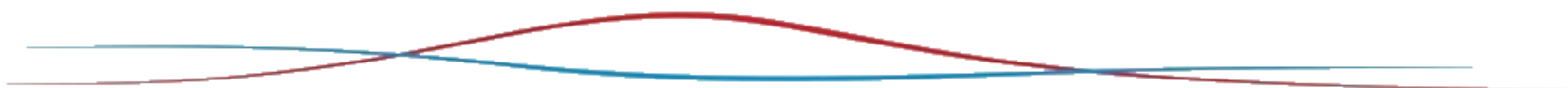
Στην περίπτωση θερμαντικού σώματος θέλουμε την μέγιστη θερμική απόδοση δηλ. το υλικό του σώματος θα πρέπει να έχει υψηλό λ . Π.χ. στην περίπτωση σωμάτων τύπου ΑΚΑΝ ή πανελ είναι συνήθως χαλύβδινα (βλ. Πίνακα 1 της [TOTE 20701-2/2017](#), μεταλλικά υλικά σε αντιπαραβολή με μονωτικά υλικά).





Μέση ενεργός θερμοκρασία και συντ. θερμοπερατότητας θερμαντικού σώματος

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας Τιμές σχεδιασμού	Ειδική θερμοχω- ρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m ³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
3. Μέταλλα και γυαλί					
3.1. Γυαλί					
3.1.1. Γυαλί, υαλοπίνακας	2 500	1,00	750	∞	∞
3.1.2. Ψηφιδωτό γυαλί, υαλογράφημα	2 000	1,20	750	∞	∞
3.2. Μέταλλα					
3.2.1. Σίδηρος, χυτός	7 500	50,00	450	∞	∞
3.2.2. Χαλύβας (ατσάλι)	7 800	50,00	450	∞	∞
3.2.3. Ανοιξείδιωτος χαλύβας	7 900	17,00	500	∞	∞
3.2.4. Χαλκός	8 900	380,00	380	∞	∞
3.2.5. Ορείχαλκος (κράμα χαλκού και ψευδάργυρου)	8 400	120,00	380	∞	∞
3.2.6. Μπρούντζος (κράμα χαλκού και κασσίτερου)	8 700	65,00	380	∞	∞
3.2.7. Μόλυβδος	11 300	35,00	130	∞	∞
3.2.8. Ψευδάργυρος	7 200	110,00	380	∞	∞
3.2.9. Αλουμίνιο, κράμα αλουμινίου	2 800	160,00	880	∞	∞
3.2.10. Φύλλο αλουμινίου των 125 kg/m ² (ως φράγμα υδρατμών)	2 500	54,00	∞	∞	∞
7. Θερμομονωτικά υλικά					
7.1. Ινώδη ανόργανα υλικά					
7.1.1. Υαλοβάμβακας					
7.1.1.1. Υαλοβάμβακας σε μορφή παπλώματος	13 - 50	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
7.1.1.2. Υαλοβάμβακας σε μορφή πλακών	20 - 110	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
7.1.2. Πετροβάμβακας					
7.1.2.1. Πετροβάμβακας σε μορφή παπλώματος	40 - 100	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
7.1.2.2. Πετροβάμβακας σε μορφή πλακών	50 - 180	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
7.1.2.3. Πετροβάμβακας σε χύμα μορφή		0,036 - 0,040			





Παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμική απόδοση σώματος

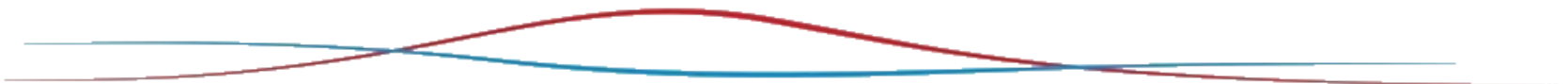
Από τις παραπάνω θεωρητικές πτυχές είναι φανερό ότι η θερμική απόδοση των θερμαντικών σωμάτων εξαρτάται από:

- Την συνολική εξωτερική του επιφάνεια.
- Τη θερμοκρασία του θερμού νερού που περιέχει.
- Την επιθυμητή θερμοκρασία που έχει ο υπό μελέτη χώρος.

Και επιπλέον από:

- Τον όροφο που βρίσκεται, π.χ. 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.

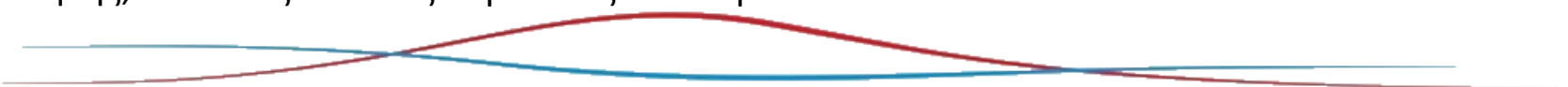
Σημειώνεται ότι τα καλύμματα ή άλλα αντικείμενα που τοποθετούνται σε μικρή απόσταση από τα θερμαντικά σώματα περιορίζουν πολύ την απόδοσή τους έως και 30%!!!



Τύποι Θερμαντικών σωμάτων

Α) Θερμαντικά σώματα με φέτες τύπου ΑΚΑΝ (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός Ι](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

- Μηχανισμός απόδοσης θερμότητας: 70 – 80 % συναγωγή/20 – 30 % ακτινοβολία.
- Η χωρητικότητά τους σε νερό είναι από τις μεγαλύτερες που συναντάμε σε θερμαντικά σώματα και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αργούν σχετικά να ζεσταθούν, όπως αργούν και να κρυώσουν.
- Σύνηθες υλικό κατασκευής: Χάλυβας.
- Συνήθεις θερμοκρασίες λειτουργίας: $T_v = 90^{\circ}\text{C}$, $T_r = 70^{\circ}\text{C}$.
- Τρόπος κατασκευής: Σε φέτες οι οποίες ενώνονται μεταξύ τους. Η φέτα στα χαλύβδινα αποτελείται από δύο συγκολλημένα ημικελύφη διαμορφωμένα σε πρέσα κατάλληλα ώστε να δημιουργούνται εσωτερικοί αγωγοί με μορφή στήλης, από τους οποίους περνά το ζεστό νερό.



Τύποι Θερμαντικών σωμάτων

Α) Θερμαντικά σώματα με φέτες τύπου ΑΚΑΝ (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός Ι](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

Τρόπος κατασκευής και ονοματολογία

Οι φέτες κατασκευάζονται σε απόλυτα τυποποιημένες διαστάσεις σε τέσσερα ύψη και τρία πάχη.

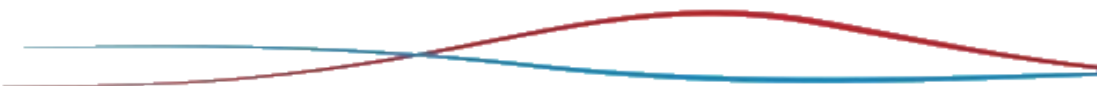
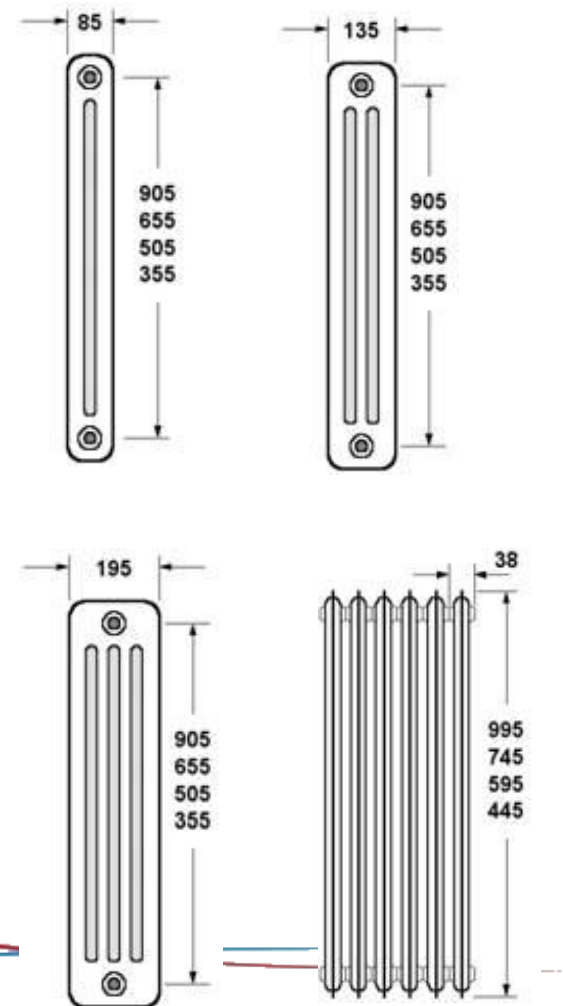
Ονοματολογία: π.χ. III/905/16

Αρκούν τρεις αριθμοί οι οποίοι δηλώνουν κατά σειρά:

Αριθμό στηλών, ονομαστικό ύψος και αριθμός φετών. Το παραπάνω παράδειγμα αντιστοιχεί σε ΑΚΑΝ τρίστηλο, ονομαστικού ύψους 905 mm που αποτελείται από 16 φέτες.

Όταν στη φέτα διαμορφώνονται δύο στήλες νερού έχουμε δίστηλο σώμα και συμβολίζεται με το λατινικό αριθμό II, όταν έχουμε τρεις στήλες νερού είναι τρίστηλο σώμα με συμβολισμό III, και με τέσσερις στήλες νερού έχουμε τετράστηλο σώμα με συμβολισμό IV.

Το πάχος της κάθε φέτας είναι: II=85mm, III=135mm, IV=195mm. Το πλάτος της κάθε φέτας είναι 38mm.





Τύποι θερμαντικών σωμάτων

Α) Θερμαντικά σώματα με φέτες τύπου ΑΚΑΝ (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός Ι](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

Τυπικές αποδόσεις

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.



Τύποι θερμαντικών σωμάτων

Α) Θερμαντικά σώματα με φέτες τύπου ΑΚΑΝ (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός Ι](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

Τυπικές αποδόσεις

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	4.56	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

Τύποι Θερμαντικών σωμάτων

Β) Θερμαντικά σώματα τύπου πάνελ (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός Ι](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

- Έχουν σε μεγάλο βαθμό εκτοπίσει όλα τα άλλα σώματα στις εγκαταστάσεις κεντρικών θερμάνσεων με νερό. Αυτό οφείλεται στην ωραία εμφάνιση, στη ποικιλία διαστάσεων, στην αντοχή τους στο χρόνο και στη λογική τιμή τους.
- Σύνηθες υλικό κατασκευής: Χαλύβδινα ελάσματα.
- Συνήθεις θερμοκρασίες λειτουργίας: $T_v = 90^{\circ}\text{C}$, $T_r = 70^{\circ}\text{C}$ (πλέον υπάρχουν και χαμηλών θερμοκρασιών $70^{\circ}\text{C}/55^{\circ}\text{C}$).
- Τρόπος κατασκευής: Κατασκευάζονται από **χαλύβδινα ελάσματα πάχους 1,1 - 1,25 mm, διαμορφωμένα σε πρέσα και συγκολλημένα μεταξύ τους ώστε να δημιουργείται μια υδροφόρα πλάκα. Το σώμα αποτελείται από μία έως τρεις υδροφόρες πλάκες. Μεταξύ των πλακών συνήθως τοποθετείται μαϊανδρος συγκολλημένος στις πλάκες για αύξηση της θερμαινόμενης επιφάνειας. Στο επάνω μέρος και στα πλάγια τοποθετούνται καλύμματα για αισθητικούς λόγους. Διατίθενται βαμμένα ηλεκτροστατικά σε χρώμα λευκό και κάποιες φορές, κατόπιν παραγγελίας, και σε άλλα χρώματα.**



Τύποι Θερμαντικών σωμάτων

Β) Θερμαντικά σώματα τύπου πάνελ (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός Ι](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

Τρόπος κατασκευής και ονοματολογία

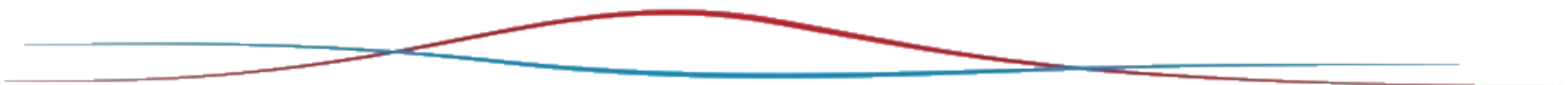
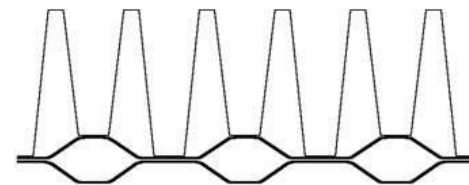
Περιγράφεται από 3 αριθμούς:

- Ο πρώτος αριθμός είναι διψήφιος: Πρώτο ψηφίο: Αριθμός πλακών, Δεύτερο ψηφίο: Αριθμός μαιάνδρων.
- Ο δεύτερος αριθμός αφορά στο συνολικό ύψος του σώματος σε mm (συνολικό ύψος, και όχι απόσταση των βρόχων σύνδεσης όπως στα ΑΚΑΝ).
- Ο τρίτος αριθμός δίνει το μήκος του σώματος σε mm.



Π.χ. έστω σώμα τύπου πάνελ 22/600/1000 σημαίνει:

Θερμαντικό σώμα τύπου πάνελ με 2 υδροφόρες πλάκες, 2 μαιάνδρους, ύψος 600 mm και μήκος 1000 mm.





Τύποι θερμαντικών σωμάτων

Β) Θερμαντικά σώματα τύπου πάνελ (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός Ι](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

Τυπικές αποδόσεις

Υψος mm		400			600			900		
Τύπος		1.1	2.2	3.3	1.1	2.2	3.3	1.1	2.2	3.3
Μήκος m	Μονάδες θερμικών αποδόσεων									
0,40	Kcal / hr Watt	352 409	656 763	928 1.079	488 567	915 1.063	1.293 1.503	680 791	1.221 1.420	1.757 2.043
0,50	Kcal / hr Watt	441 512	820 953	1.161 1.350	611 710	1.114 1.295	1.617 1.880	851 989	1.526 1.774	2.197 2.554
0,60	Kcal / hr Watt	529 682	983 1.143	1.393 1.619	733 852	1.372 1.595	1.940 2.256	1.021 1.187	1.831 2.129	2.636 3.065
0,70	Kcal / hr Watt	617 717	1.147 1.333	1.625 1.889	855 994	1.601 1.861	2.263 2.631	1.191 1.384	2.136 2.483	3.075 3.575
0,80	Kcal / hr Watt	705 820	1.311 1.524	1.857 2.159	977 1.136	1.830 2.127	2.586 3.007	1.361 1.582	2.442 2.839	3.514 4.086
0,90	Kcal / hr Watt	793 922	1.475 1.715	2.089 2.429	1.099 1.278	2.058 2.393	2.910 3.383	1.531 1.780	2.747 3.194	3.954 4.597
1,00	Kcal / hr Watt	881 1.024	1.639 1.906	2.321 2.698	1.221 1.419	2.287 2.659	3.233 3.759	1.701 1.977	3.052 3.548	4.393 5.108
1,10	Kcal / hr Watt	969 1.127	1.803 2.096	2.553 2.968	1.343 1.561	2.516 2.925	3.556 4.135	1.871 2.175	3.357 3.903	4.832 5.618
1,20	Kcal / hr Watt	1.057 1.229	1.969 2.289	2.785 3.238	1.465 1.703	2.744 3.190	3.880 4.511	2.041 2.373	3.662 4.258	5.272 6.130
1,30	Kcal / hr Watt	1.145 1.331	2.130 2.477	3.047 3.508	1.587 1.845	2.973 3.457	4.203 4.887	2.211 2.570	3.968 4.614	5.711 6.641
1,40	Kcal / hr Watt	1.233 1.434	2.244 2.667	3.249 3.778	1.709 1.987	3.202 3.723	4.526 5.262	2.381 2.768	4.273 4.968	6.150 7.151
1,50	Kcal / hr Watt	1.321 1.536	2.458 2.858	3.481 4.048	1.832 2.130	3.431 3.989	4.850 5.639	2.552 2.967	4.578 5.323	6.590 7.662
1,60	Kcal / hr Watt	1.409 1.638	2.622 3.049	3.714 4.319	1.954 2.272	3.659 4.254	5.173 6.015	2.722 3.165	4.883 5.678	7.029 8.173
1,70	Kcal / hr Watt	1.498 1.742	2.786 3.239	3.946 4.588	2.076 2.414	3.888 4.520	5.496 6.390	2.892 3.362	5.188 6.032	7.468 8.683
1,80	Kcal / hr Watt	1.586 1.844	2.950 3.430	4.178 4.858	2.198 2.555	4.117 4.787	5.819 6.766	3.062 3.560	5.494 6.388	7.907 9.194
2,00	Kcal / hr Watt	1.762 2.049	3.278 3.812	4.642 5.397	2.442 2.840	4.574 5.319	6.466 7.518	3.402 3.956	6.104 7.097	8.786 10.216

ΥΨΟΣ Η (MM) ΜΗΚΟΣ L (MM)	ΤΥΠΟΣ 11				ΤΥΠΟΣ 22				ΤΥΠΟΣ 33			
	300	500	600	900	300	500	600	900	300	500	600	900
400	249	398	464	620	463	723	840	1125	661	1022	1180	1546
520	323	520	603	805	603	941	1094	1463	860	1331	1537	2013
600	373	597	695	928	695	1085	1260	1685	991	1530	1770	2323
720	448	715	834	1114	833	1302	1512	2022	1190	1840	2125	2783
800	497	795	927	1237	926	1445	1679	2248	1322	2045	2361	3093
920	571	915	1066	1423	1064	1664	1933	2586	1520	2351	2715	3557
1000	621	996	1158	1547	1159	1808	2100	2806	1653	2550	2951	3866
1120	696	1114	1297	1732	1296	2025	2353	3143	1851	2863	3305	4329
1200	745	1192	1390	1856	1389	2170	2521	3371	1983	3064	3542	4638
1320	820	1312	1528	2042	1528	2387	2773	3708	2182	3374	3896	5102
1400	870	1392	1621	2166	1620	2532	2941	3933	2314	3578	4132	5412
1600	994	1591	1853	2475	1852	2894	3361	4495	2644	4085	4722	6185
1800	1118	1786	2082	2780	2083	3255	3781	5051	2993	4601	5313	6952
2000	1242	1985	2313	3089	2315	3617	4201	5612	3306	5112	5903	7725
2200	1366	2184	2545	3398	2543	3973	4616	6174	3632	5618	6488	8497
2400	1490	2382	2776	3706	2774	4335	5036	6735	3963	6128	7079	9269
2600	1615	2580	3008	4016	3005	4696	5456	7296	4293	6638	7667	10042
2800	1739	2779	3239	4325	3236	5057	5876	7857	4623	7150	8257	10814
3000	1863	2977	3470	4634	3468	5418	6295	8419	4953	7660	8847	11587

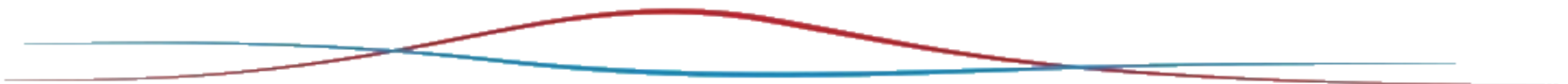
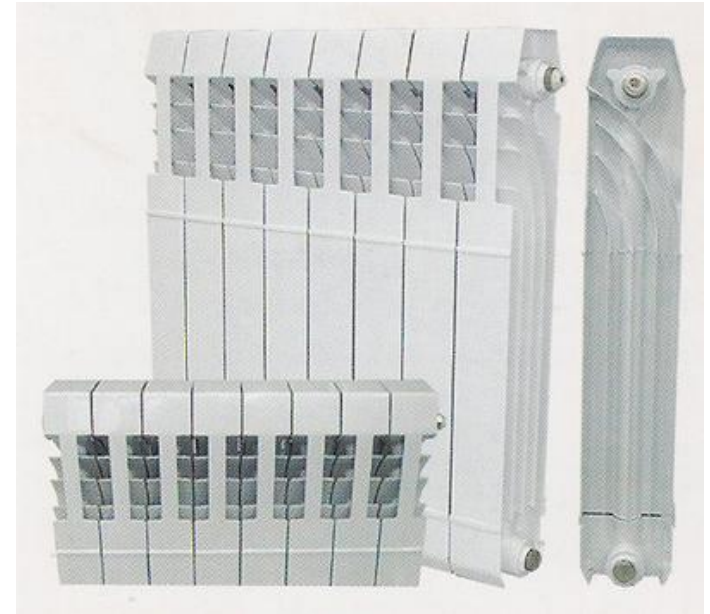
Οι αποδόσεις των σωμάτων ισχύουν για είσοδο νερού 90° C
έξοδο 70° C και θερμοκρασία χώρου 20° C.



Τύποι Θερμαντικών σωμάτων

Γ) Θερμαντικά σώματα Αλουμινίου (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός Ι](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

- 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 .





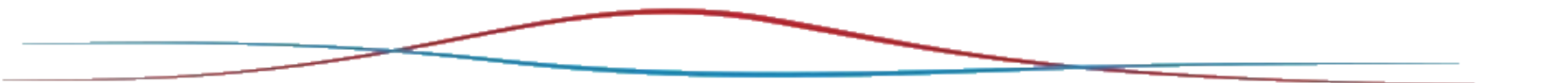
Τύποι θερμαντικών σωμάτων

Γ) Θερμαντικά σώματα Αλουμινίου (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός I](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

Τυπικές αποδόσεις

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





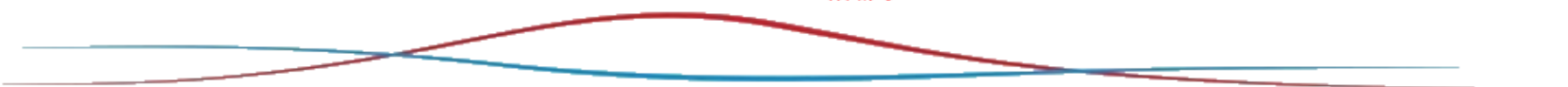
Τύποι Θερμαντικών σωμάτων

Γ) Θερμαντικά σώματα Αλουμινίου (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός I](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

Τυπικές αποδόσεις

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



Τύποι Θερμαντικών σωμάτων

Δ) Θερμαντικά σώματα τύπου Runtal (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός Ι](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

- 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.
- 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.

Τα σώματα αυτά χρησιμοποιούνται πλέον ελάχιστα, καθώς έχουν εκτοπιστεί σε μεγάλο βαθμό από τα πάνελ.



Τύποι θερμαντικών σωμάτων

Δ) Θερμαντικά σώματα τύπου Runtal (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός Ι](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

Τυπικές αποδόσεις

Μήκος Σώματος (m)	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ Kw/h											
	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	2886	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 KONBEKTEP



Τύποι θερμαντικών σωμάτων

Δ) Θερμαντικά σώματα τύπου Runtal (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός Ι](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

Τυπικές αποδόσεις

Μήκος Σώματος (m)	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ Kcal/h							
	Τύπος	H280	H350	H420	H490	H560	H630	H700
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
1,20		516	636	744	840	948	1056	1164
1,40		602	742	868	980	1106	1232	1358
1,60		688	848	992	1120	1264	1408	1552
1,80		774	954	1116	1260	1422	1584	1746
2,00		860	1060	1240	1400	1580	1760	1940
2,40		1032	1272	1488	1680	1896	2112	2328
2,80		1204	1484	1736	1960	2212	2464	-
3,20		1376	1696	1984	2240	2528	2816	3104
3,60		1548	1908	2232	2520	2844	3168	3492
4,00		1720	2120	2480	2800	3160	3520	3880
5,00		2150	2650	3100	3500	3950	4400	4850
6,00		2580	3180	3720	4200	4740	5280	5820

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

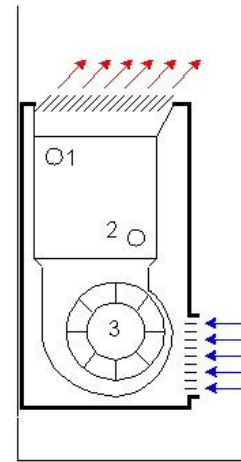
Μήκος Σώματος (μέτρα)	Θερμική Απόδοση Kcal/h					
	Τύπος	H 420 M 280	H 560 M 420	H 700 M 560	2H 560 M 560	2H 700 M 560
0,50		470	-	-	-	-
0,70		658	952	-	2009	-
0,90		846	1224	1530	2583	3060
1,00		940	1360	1700	2870	3400
1,20		1128	1632	2040	3444	4080
1,40		1316	1904	2380	4018	4760
1,60		1504	2176	2720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

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

Τύποι Θερμαντικών σωμάτων

Ε) Θερμαντικά σώματα εξαναγκασμένης μεταφοράς - Fan Convectors (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός Ι](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

Οι fan convectors φέρουν, επιπλέον των απλών convectors, ανεμιστήρα στο κάτω μέρος τους για δυναμική εκφόρτιση του θερμαντικού στοιχείου και ενίσχυση της απόδοσης με συναγωγή. Τα πτερύγια τώρα είναι τοποθετημένα πιο πυκνά, μια και δε στηριζόμαστε στη φυσική κυκλοφορία του αέρα, η οποία θα παρεμποδιζότανε με μια τέτοια κατασκευή. Με τα fan convectors επιτυγχάνουμε μεγάλη θερμική ισχύ από μικρό μέγεθος σώματος. Βασικό μειονέκτημα των σωμάτων αυτών είναι ο θόρυβος που παράγεται από τον ανεμιστήρα και τη ροή του αέρα, καθώς επίσης η ανάγκη ηλεκτρικού ρεύματος για να λειτουργήσουν. Τα fan convectors είναι εξοπλισμένα με διακόπτη εκκίνησης και επιλογέα ταχυτήτων του ανεμιστήρα, καθώς και με θερμοστάτη χώρου. Επίσης έχουν φίλτρο συγκράτησης της σκόνης ή άλλων αιωρούμενων σωματιδίων.

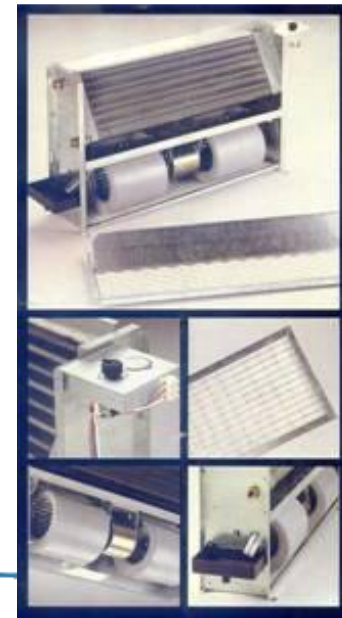


Τύποι Θερμαντικών σωμάτων

Ε) Θερμαντικά σώματα εξαναγκασμένης μεταφοράς – Fan Coil Units (FCU) (βλ. Σημειώσεις «Μ. Μονιάκης, [Θέρμανση-Ψύξη-Κλιματισμός I](#)» και φάκελο «[Παρουσιάσεις Φαντάκη](#)»)

Τα σώματα fan coils είναι **μια επέκταση της ιδέας των fan convectors** με τις παρακάτω διαφορές:

- Τα fan coils δουλεύουν τόσο με ζεστό νερό για τη **θέρμανση** του χώρου, όσο και με κρύο νερό για την **ψύξη** του.
- Στο κάτω μέρος του στοιχείου τους φέρουν λεκάνη συγκέντρωσης και σωλήνα αποχέτευσης των συμπυκνωμάτων νερού, που παράγεται από τη συμπύκνωση των υδρατμών του αέρα, όταν αυτά εργάζονται για ψύξη.
- Το μέγεθός τους είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό των κονβέκτορς λόγω του μεγαλύτερου στοιχείου που έχουν. Αυτό είναι απαραίτητο γιατί, όταν δουλεύουν για ψύξη, η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ στοιχείου και χώρου είναι μόλις 15 – 20 Co (έναντι 40 – 60 Co στη θέρμανση), πράγμα που οδηγεί στην ανάγκη για μεγαλύτερη επιφάνεια συναλλαγής.
- Έχουν διακόπτη επιλογής για λειτουργία χειμώνα ή θέρους.





Φύλλο καταγραφής σωμάτων στους θερμαινόμενους χώρους

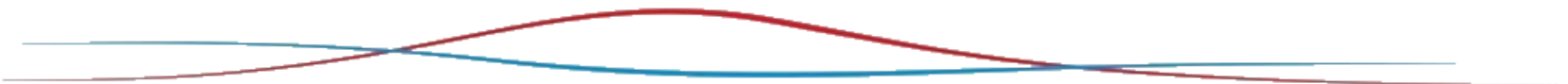
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ) ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ							
A.A	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΑΠΩΛΕΙΣ (W)	ΑΠΩΛΕΙΣ (Kcal/h)	ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΙΣΧΥΣ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ (mm)	ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
Σημ. 1 W = 1,163 Kcal/h				(ή 1kcal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



Τοποθέτηση Θερμαντικών σωμάτων

Προκειμένου ένα θερμαντικό σώμα να επιτελεί σωστά το σκοπό του, που είναι η επίτευξη της επιθυμητής και ομοιόμορφης θερμοκρασίας στο χώρο, θα πρέπει να τοποθετείται στα πιο ψυχρά σημεία του δωματίου. Με βάση αυτό σαν τα πλέον κατάλληλα σημεία προτείνονται:

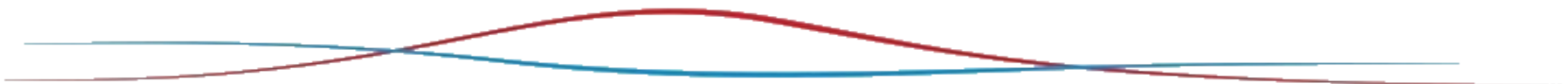
- Κάτω από τα παράθυρα.
- Εναλλακτικά της προηγούμενης περίπτωσης, δίπλα στα εξωτερικά παράθυρα, ώστε και το σώμα να δουλεύει σωστά και η τυχόν κουρτίνα να μην δημιουργεί πρόβλημα στην απόδοση του σώματος.
- Δίπλα από την εξωτερική πόρτα. Αν υπάρχουν περισσότερες της μιας εξωτερικής πόρτας, δίπλα σε αυτή που ανοιγοκλείνει συχνότερα.
- Στη γωνία που σχηματίζουν δύο εξωτερικοί τοίχοι.
- Στους βορινούς εξωτερικούς τοίχους. Αν δεν υπάρχει βορινός εξωτερικός τοίχος η σειρά επιλογής εξωτερικού τοίχου είναι, ανατολικός ή δυτικός και τελευταίος ο νότιος.



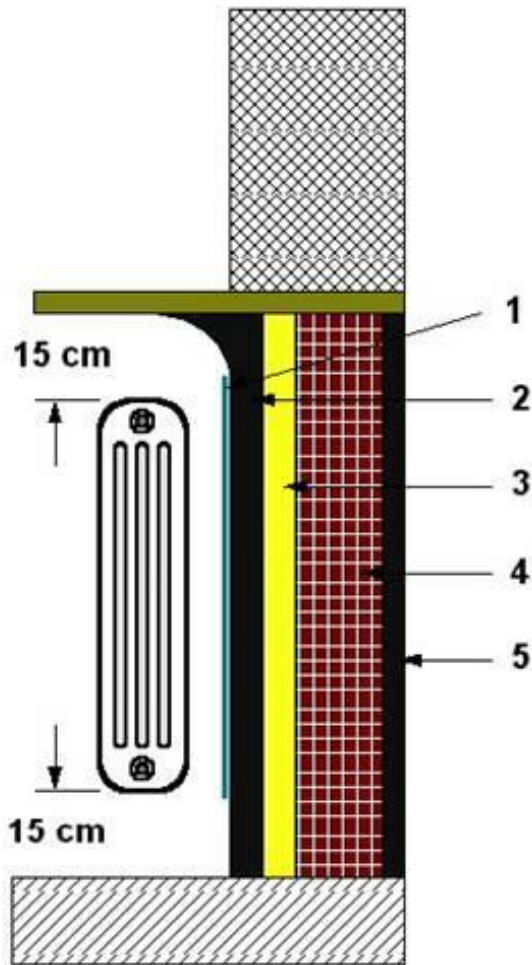


Τοποθέτηση Θερμαντικών σωμάτων

- Τα σώματα τοποθετούνται **κοντά στο δάπεδο** γιατί εκεί υπάρχει το πιο κρύο στρώμα αέρα. Η απόσταση από το δάπεδο δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη των 10 cm.
- **Μπροστά από το σώμα δεν πρέπει να τοποθετούνται έπιπλα ή άλλα αντικείμενα.**
- Σε περίπτωση που το σώμα τοποθετείται **σε εσοχή** του τοίχου στο πάνω μέρος πρέπει να υπάρχει **ελεύθερη απόσταση για κυκλοφορία του αέρα τουλάχιστον 15 cm.**
- **Η απόσταση από τον πίσω τοίχο πρέπει να είναι 2 cm**, για να κυκλοφορεί ο θερμός αέρας.
- Σημαντικότερη βελτίωση επιφέρει η **μόνωση του τοίχου πίσω από το σώμα**. Αιτία είναι η μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας που επικρατεί μεταξύ της εσωτερικής και της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου, που οφείλεται στην θερμική ακτινοβολία που δέχεται από τη πίσω επιφάνεια του σώματος.
- Η με οποιονδήποτε τρόπο μείωση της ταχύτητας του αέρα έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του, το κάψιμο της σκόνης που αιωρείται και την εμφάνιση μαυρισμάτων στους τοίχους πάνω από τα σώματα.
- Όταν το μήκος του σώματος είναι 1,5 φορά μεγαλύτερο από το ύψος του, η σύνδεσή του με το δίκτυο πρέπει να γίνεται διαγώνια.
- Η είσοδος του νερού πρέπει να γίνεται από την πάνω μούφα και η έξοδος από την κάτω.



Παράδειγμα βέλτιστης θέσης σε εσοχή



1.Αντανακλαστική επιφάνεια

2.Εσωτερικός σοβάς

3.Θερμομονωτικό υλικό

4.Τοίχος

5.Εξωτερικός σοβάς



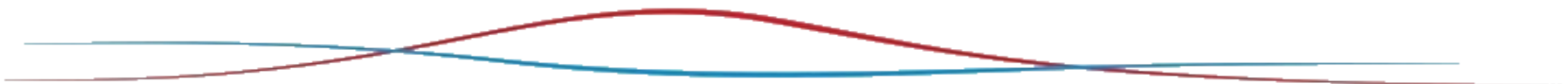
Εκτίμηση θερμικής απόδοσης σώματος

Όπως παρουσιάστηκε στα παραπάνω, υπάρχει μία ευρεία γκάμα θερμαντικών σωμάτων με διαθέσιμες τυπικές θερμικές αποδόσεις. Έτσι, έχοντας υπολογίσει τις θερμικές απώλειες ενός χώρου μπορούμε να προδιαγράψουμε τα απαραίτητα θερμαντικά σώματα για την αντιστάθμιση των θερμικών απωλειών.

Τονίζεται ότι οι διαθέσιμες τυπικές αποδόσεις των διάφορων σωμάτων είναι διαθέσιμες σε συγκεκριμένη μέση ενεργό θερμοκρασία, συχνά $T_m = 60^\circ\text{C}$. Μπορεί όμως για τον χώρο που μελετάμε, είτε λόγω πτώσης θερμοκρασίας του νερού προσαγωγής (π.χ. στους ορόφους του κτιρίου) είτε λόγω διαφοροποίησης της επιθυμητής εσωτερικής θερμοκρασίας, η μέση ενεργός θερμοκρασία του σώματος να προκύπτει διαφορετική των 60°C . Σε αυτή την περίπτωση καλούμαστε να υπολογίσουμε τη θερμική απόδοση Q για τη δεδομένη μέση ενεργό θερμοκρασία. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται η ακόλουθη σχέση:

$$\frac{Q_{60}}{Q} = \left(\frac{60}{T_m} \right)^{1,33} = K$$

Όπου K ονομάζεται συντελεστής αναγωγής (της θερμικής απόδοσης του θερμαντικού σώματος).





Άσκηση

Να προταθεί ένα κατάλληλο θερμαντικό σώμα τύπου πάνελ σε χώρο που η θερμική απώλεια είναι 1500 W. Η επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία του χώρου είναι 22°C, ενώ λόγω απωλειών δικτύου η θερμοκρασία εισόδου και εξόδου του θερμού νερού στο σώμα είναι 82°C και 73°C, αντίστοιχα. Να προσδιοριστεί επίσης η απαιτούμενη παροχή θερμού νερού στο σώμα για την κάλυψη των θερμικών απωλειών. Δίδεται η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού $c=4184 \text{ J/(kgK)}$. Υπάρχει χωρικός περιορισμός ότι το σώμα δεν μπορεί να υπερβαίνει σε μήκος 60cm.

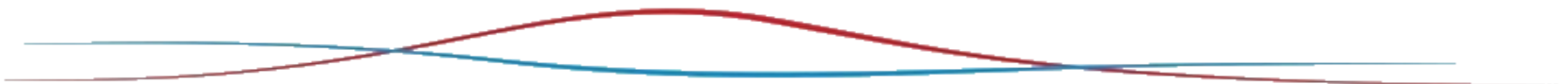
Λύση

Υπολογισμός μέσης ενεργού θερμοκρασίας του θερμαντικού σώματος:

$$T_m = \frac{T_v + T_r}{2} - T_i = \frac{82 + 73}{2} - 22 = 55,50^\circ\text{C}$$

Ο χώρος έχει απώλειες $Q=1500 \text{ W}$ ή $1289,77 \text{ kcal/h}$. Το Q_{60} του ζητούμενου σώματος προσδιορίζεται:

$$\frac{Q_{60}}{Q} = \left(\frac{60}{T_m}\right)^{1,33} \Leftrightarrow Q_{60} = 1430,68 \text{ kcal/h}$$





Άσκηση

Να προταθεί ένα κατάλληλο θερμαντικό σώμα τύπου πάνελ σε χώρο που η θερμική απώλεια είναι 1500 W. Η επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία του χώρου είναι 22°C, ενώ λόγω απωλειών δικτύου η θερμοκρασία εισόδου και εξόδου του θερμού νερού στο σώμα είναι 82°C και 73°C, αντίστοιχα. Να προσδιοριστεί επίσης η απαιτούμενη παροχή θερμού νερού στο σώμα για την κάλυψη των θερμικών απωλειών. Δίδεται η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού $c=4184 \text{ J/(kgK)}$. Υπάρχει χωρικός περιορισμός ότι το σώμα δεν μπορεί να υπερβαίνει σε μήκος 60cm.

Λύση

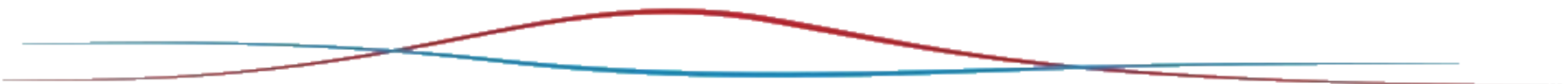
Από πίνακα τυπικών αποδόσεων σωμάτων πάνελ εντοπίζω την τιμή που είναι πλησιέστερη σε $Q_{60} = 1430,68 \text{ kcal/h}$ και πληρείται ο περιορισμός $L < 60\text{cm}$: Εντοπίζεται η τιμή 1463 kcal/h.

ΥΨΟΣ Η (MM) ΜΗΚΟΣ L (MM)	ΤΥΠΟΣ 11				ΤΥΠΟΣ 22				ΤΥΠΟΣ 33			
	300	500	600	900	300	500	600	900	300	500	600	900
400	249	398	464	620	463	723	840	1125	661	1022	1180	1546
520	323	520	603	805	603	941	1094	1463	860	1331	1537	2013
600	373	597	695	928	695	1085	1260	1685	991	1530	1770	2323
720	448	715	834	1114	833	1302	1512	2022	1190	1840	2125	2783
800	497	795	927	1237	926	1445	1679	2248	1322	2045	2361	3093
920	571	915	1066	1423	1064	1664	1933	2586	1520	2351	2715	3557
1000	621	996	1158	1547	1159	1808	2100	2806	1653	2550	2951	3866
1120	696	1114	1297	1732	1296	2025	2353	3143	1851	2863	3305	4329
1200	745	1192	1390	1856	1389	2170	2521	3371	1983	3064	3542	4638
1320	820	1312	1528	2042	1528	2387	2773	3708	2182	3374	3896	5102
1400	870	1392	1621	2166	1620	2532	2941	3933	2314	3578	4132	5412
1600	994	1591	1853	2475	1852	2894	3361	4495	2644	4085	4722	6185
1800	1118	1786	2082	2780	2083	3255	3781	5051	2993	4601	5313	6952
2000	1242	1985	2313	3089	2315	3617	4201	5612	3308	5112	5903	7725

Προτείνεται σώμα πάνελ

22/900/520

Δηλ. με 2 πλάκες, 2 μαιάνδρους,
ύψους 90cm και μήκους 52cm.





Άσκηση

Να προταθεί ένα κατάλληλο θερμαντικό σώμα τύπου πάνελ σε χώρο που η θερμική απώλεια είναι 1500 W. Η επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία του χώρου είναι 22°C, ενώ λόγω απωλειών δικτύου η θερμοκρασία εισόδου και εξόδου του θερμού νερού στο σώμα είναι 82°C και 73°C, αντίστοιχα. Να προσδιοριστεί επίσης η απαιτούμενη παροχή θερμού νερού στο σώμα για την κάλυψη των θερμικών απωλειών. Δίδεται η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού $c=4184 \text{ J/(kgK)}$. Υπάρχει χωρικός περιορισμός ότι το σώμα δεν μπορεί να υπερβαίνει σε μήκος 60cm.

Λύση

Για τον προσδιορισμό της απαιτούμενης παροχής θερμού νερού, από την εξωτερική εξίσωση εναλλαγής θερμότητας στο σώμα έχουμε:

$$Q = \dot{m} * c * (T_v - T_r) \Leftrightarrow 1500 \text{ W} = \dot{m} * 4184 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} * (82 - 73) \text{ K} \Leftrightarrow$$

$$\dot{m} = 0,0398 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \text{ ή } 143,4 \text{ kg/h.}$$

