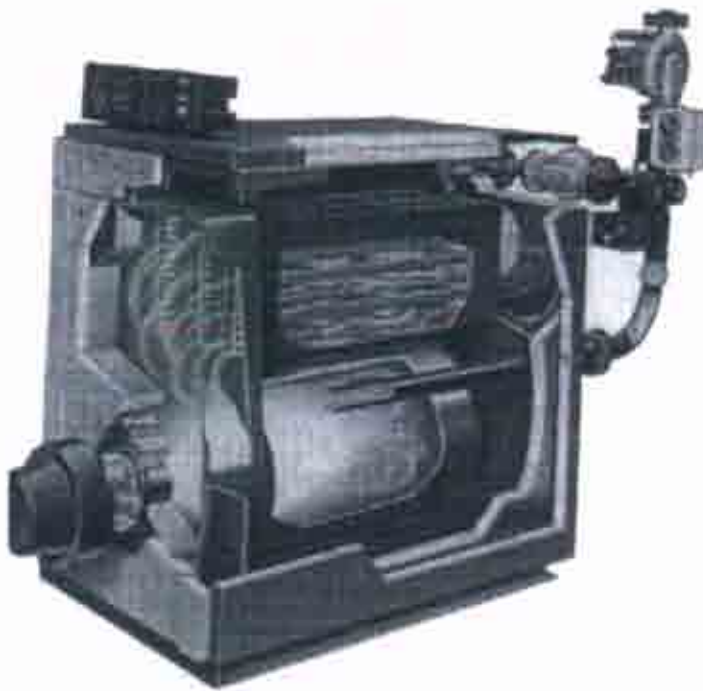


ΑΤΕΙ ΠΑΤΡΩΝ  
ΣΧΟΛΗ:ΣΤΕ  
ΤΜΗΜΑ:ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΜΕ ΘΕΜΑ:  
ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΤΟΥ  
ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ Ι



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:  
ΠΕΡΑΝΤΩΝΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ  
ΠΑΝΟΥΛΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:  
Κος.ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ



ΠΑΤΡΑ 2005

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ ΜΕ ΝΕΡΟ

### Γενικά

Η σύνταξη μελέτης κεντρικής θερμάνσεως με νερό γίνεται κατά στάδια και όπως αναφέρεται στη συνέχεια, περιλαμβάνει τους υπολογισμούς:

- α. Υπολογισμός των θερμικών απωλειών κάθε θερμαινόμενου χώρου.
- β. Υπολογισμός των θερμαντικών σωμάτων
- γ. Υπολογισμός των σωληνώσεων (διατομών και αντιστάσεων λόγω τριβής)
- δ. Υπολογισμός του λέβητα
- ε. Υπολογισμός του καυστήρα
- στ. Υπολογισμός του κυκλοφορητή
- ζ. Υπολογισμός του ασφαλιστικού συστήματος
- η. Υπολογισμός της καπνοδόχου
- θ. Υπολογισμός της δεξαμενής πετρελαίου

Στη συνέχεια περιγράφεται αναλυτικά καθένας από τους άνω τρόπους υπολογισμού.

Τ.Ε.Ι. Πάτρας

Όνοματεπώνυμο :

Σ.Τ.Ε.

Τμήμα Μηχανολογίας

Ημερομηνία :

Εργαστήριο : Θ.Ψ.Κ. Ι

### Θερμομόνωση - υπολογισμός συντελεστού θερμοπερατότητας (K)

Ός γνωστόν η θερμότητα μεταδίδεται δι' αγωγιμότητας, μεταφοράς και ακτινοβολίας. Στις κεντρικές θερμάνσεις βασικός σκοπός είναι να διατηρείται κατά τούς χειμερινούς μήνες στους χώρους που μένουν ή εργάζονται άνθρωποι, μια επιθυμητή σταθερή θερμοκρασία, ανεξάρτητα από την εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Είναι φανερό λόγω διαφοράς θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου - περιβάλλοντος να φεύγει συνεχώς θερμότητα μέσω των τοίχων, παραθύρων κ.λπ. προς το περιβάλλον, με αποτέλεσμα να είμαστε αναγκασμένοι να πληρώνουμε για ν' αντικαταστήσουμε τη θερμότητα που χάνεται προς το περιβάλλον.

Το σύνολο της θερμότητας που χάνεται από το θερμαινόμενο χώρο λέγεται θερμική απώλεια. Στις κεντρικές θερμάνσεις για να περιορίσουμε τις θερμικές απώλειες χρησιμοποιούμε ειδικά υλικά τα οποία πορίζουν αισθητά τη μετάδοση της θερμότητας δηλ. τις θερμικές απώλειες και τα οποία λέγονται θερμομονωτικά υλικά. Χαρακτηριστικό των θερμομονωτικών υλικών είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$ .

Όσο πιο μικρό  $\lambda$  έχει ένα υλικό τόσο πιο καλά μονώνει. Ένα υλικό για να θεωρείται θερμομονωτικό πρέπει να έχει  $\lambda$  της τάσεως 0,035. Οι θερμικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας υπολογίζονται από τον εξής τύπο:

$$Q = k \cdot F \cdot (t_{\text{εσ}} - t_{\text{εξ}}) \left[ \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right]$$

Q...θερμικές απώλειες

$F[m^2]$  εμβαδόν διαχωριστικής επιφάνειας εσωτερικού χώρου περιβάλλοντος

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{es}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{1}{\alpha_{εξ}}} \left[ \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}} \right]$$

$t_{es} [^{\circ}\text{C}]$  θερμοκρασία εσωτερικού χώρου

$t_{εξ} [^{\circ}\text{C}]$  θερμοκρασία εξωτερικού χώρου

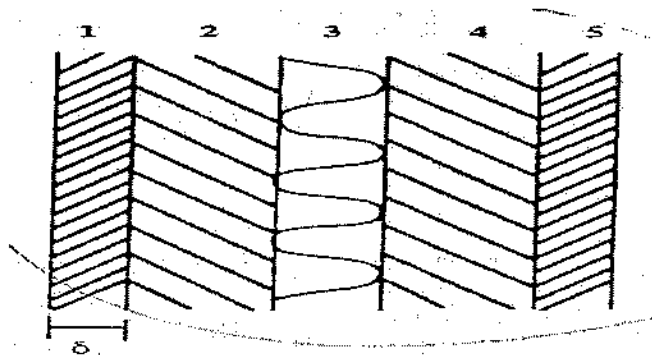
$\alpha_{es}, \alpha_{εξ} \left[ \frac{\text{kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{grd}} \right]$  συντελεστής μεταβίβασης θερμότητας τοίχου –

αέρα και αντίστροφα

$\delta [m]$  πάχος διαφόρων υλικών που αποτελούν τον τοίχο

$\lambda \left[ \frac{\text{kcal}}{\text{h} \cdot \text{m} \cdot \text{grd}} \right]$  συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας

### Υπολογισμός k ενός τοίχου



1. Εσωτερικός σοβάς :  $\delta_1 = 0,015\text{m}, \lambda_1 = 0,75 \frac{\text{kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}}$

2. Δρομικό τούβλο :  $\delta_2 = 0,09\text{m}, \lambda_2 = 0,45 \frac{\text{kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}}$

3. Μονωτικό υλικό :  $\delta_3 = x \text{ m}, \lambda_3 = 0,035 \frac{\text{kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}}$

4. Δρομικό τούβλο :  $\delta_4 = 0,09\text{m}, \lambda_4 = 0,45 \frac{\text{kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}}$

5. Εξωτερικός σοβάς :  $\delta_5 = 0,015\text{m}, \lambda_5 = 0,75 \frac{\text{kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}}$

$$\alpha_{\text{εσ}} = 7 \left[ \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}} \right], \alpha_{\text{εξ}} = 20 \left[ \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}} \right]$$

### Ασκήσεις

1. Να υπολογισθεί το  $k$  του παραπάνω τοίχου χωρίς μονωτικό υλικό
2. Να υπολογισθεί το  $k$  του ίδιου τοίχου με μονωτικό υλικό πάχους 5cm και να συγκριθεί με το  $k$  της παραγράφου 1
3. Να εκφραστεί το  $k$  σαν συνάρτηση του πάχους  $x$  του μονωτικού υλικού  $k=f(x)$  και να γίνει η γραφική παράσταση. Τι συμπεράσματα βγάξετε από τη γραφική αυτή παράσταση;

Τ.Ε.Ι. Πάτρας

Όνοματεπώνυμο :

Σ.Τ.Ε.

Τμήμα Μηχανολογίας

Ημερομηνία :

Εργαστήριο : Θ.Ψ.Κ. Ι

### Υπολογισμός θερμικών απωλειών δι' αγωγιμότητας

Βασικός σκοπός των κεντρικών θερμάνσεων είναι να διατηρείται μέσα σ' έναν κλειστό χώρο μια σταθερή προκαθορισμένη θερμοκρασία οποιαδήποτε κι αν είναι η εξωτερική θερμοκρασία. Λόγω διαφοράς θερμοκρασίας χάνεται θερμότητα μέσω των τοίχων, θυρών, παραθύρων κλπ. προς τον εξωτερικό χώρο. Το σύνολο αυτής της θερμότητας που χάνεται από τον κλειστό χώρο το λέμε θερμικές απώλειες.

$$Q_{\sigma} = Q_o + Q_a \left[ \frac{kcal}{h} \right] \text{ σύνολο θερμικών απωλειών}$$

$$Q_o = Q(1 + \Sigma J) \left[ \frac{kcal}{h} \right] \text{ συνολική απώλεια χώρου λόγω αγωγιμότητας}$$

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t \left[ \frac{kcal}{h} \right] \text{ θερμική απώλεια επιφανείας λόγω αγωγιμότητας}$$

Να υπολογισθούν οι θερμικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας για κάθε δωμάτιο της οικοδομής του σχεδίου.

Οι εσωτερικοί τοίχοι είναι από τούβλα και έχουν πάχος 19cm χωρίς επίχρισμα, είναι δε σοβατισμένοι και από τις δύο μεριές.

Οι εσωτερικοί τοίχοι είναι από τούβλα πάχους 9cm χωρίς επίχρισμα και σοβατισμένοι κι από τις δύο πλευρές.

Η κεντρική πόρτα είναι μεταλλική,

Οι εσωτερικές πόρτες, είναι ξύλινες,

Τα παράθυρα και οι μπαλκονόπορτες (εκτός μπάνιου και κουζίνας) είναι ξύλινα απλά.

Η πλάκα από σκυρόδεμα με εσωτερικό σοβά έχει πάχος 15cm και επί πλέον έχει 5cm θερμομόνωση με:

$$\lambda = 0,038 \frac{\text{kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}}$$

Το δάπεδο είναι από μωσαϊκό και εδράζεται κατ ευθείαν επί του εδάφους. Η μπαλκονόπορτα και το παράθυρο της κουζίνας καθώς και το παράθυρο του μπάνιου είναι μεταλλικά.

### Εξωτερικές θερμοκρασίες (°C)

Όνομα πόλης	Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία (°C)	Υψόμετρο μετεωρολογικού σταθμού m	Όνομα πόλης	Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία (°C)	Υψόμετρο μετεωρολογικού σταθμού
Αργίριο	-3	45,8	Κάρπαθος	+1	10,0
Αθήνα			Κατερίνη	-5	31,5
Αστεροσκοπείο	+1	107,0			
Αίγιο	0	64,0	Κέρκυρα	0	1,0
Αλεξανδρούπολη	-7	2,5	Κοζάνη	-10	625,0
Αλιάρτος	-2	110,0	Κομοτηνή	-7	30,0
Ανάβρυτα	-2	290,0	Κόνιτσα	-6	542,0
Αργοστόλι	+1	1,7	Κόρινθος	+1	14,4
Άρτα	-2	42,0	Κύθηρα	+4	166,0
Βόλος	-3	2,7	Κύμη	0	221,0
Δράμα	-8	74,0	Κως	+3	10,0
Έδεσσα	-7	237,0	Λαμία	-4	143,0
Ελευσίνα	0	29,5	Λάρισα	-7	72,7
Ελληνικού Αττ.	+2	10,2	Λευκάδα	0	2,4
Ζάκυνθος	+2	6,6	Λήμνος	0	12,3
Ηράκλειο	+3	38,5	Μέγαρα	0	36,0
Θάσος	-6	2,6	Μεθώνη	+1	33,0
Θεσ/κη Μίκρα	-5	2,8	Μεσολόγγι	-2	1,0
Θήρα	+3	208,0	Μήλος	+3	182,0
Ιεράπετρα	+4	13,0	Μυτιλήνη	+2	3,2
Ιωάννινα	-6	483,0	Νάξος	+4	9,0
Καβάλα	-8	62,8	Ναύπλιο	0	1,5
Καλάβρυτα	-6	731,0	Ν. Φιλαδέλφεια Αττικής	0	136,0
Καλαμάτα	+1	4,6	Ξάνθη	-8	82,0
Καλαμπάκα	-6	226,0	Ορεστιάδα	-9	43,0
Κάρπαθος	+5	9,0	Παλαιοχώρα Κρήτης	+5	8,0

Όνομα πόλης	Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία (°C)	Υψόμετρο μετεωρολογικού σταθμού m	Όνομα πόλης	Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία (°C)	Υψόμετρο μετεωρολογικού σταθμού m
Πάτρα	-1	1,0	Σουφλί	-10	15,0
Πειραιάς	+2		Σπάρτη	0	212,0
Πολύγυρος	-8	107,0	Σταυρός Χαλκιδικής	-7	10,0
Πρέβεζα	0	64,0	Σύρος	+3	25,0
Προλεμαίδα	-12	2,5	Τανάγρα	-2	138,8
Πύργος	-1	110,0	Τρίκαλα	-6	116,0
Ρέθυμνο	+3	290,0	Τρίπολις	-5	661,4
Ρόδος	+3	1,7	Φλώρινα	-11	661,0
Σάμος	+3	42,0	Χαλκίδα	+2	4,0
Σέρρες	-9	2,7	Χανιά	+3	62,5
Σητεία	+4	74,0	Χίος	+3	60,0
Σκύρος	+2	237,0			

### Επιθυμητές θερμοκρασίες θερμαινόμενων χώρων (°C)

Είδος χώρου	t <sub>εσ</sub>	Είδος χώρου	t <sub>εξ</sub>
<u>Αποικίες</u>		Αποδυτήρια και λουτρά	22°
Δωμάτια, κουζίνες	16° - 20°	Προθάλαμοι, κλιμακοστάσια και κλειστοί χώροι διαλειμμάτων	5° ÷ 10°
Διάδρομοι, προθάλαμοι	15°	Τα παραπάνω για νηπιαγωγεία	5° ÷ 15°
Ποχωρητήρια	15°		
Κλιμακοστάσια	10°	<u>Ξενοδοχεία</u>	
Λουτρά	22°	Δωμάτια	20°
<u>Εμπορικά και Διοικητικά κτίρια</u>		Διάδρομοι, κλιμακοστάσια	18°
Αποσπαστήματα, γραφεία	20°	Λουτρά	22°
Δωμάτια ξενώνων, εστιατόρια	20°	Κουζίνες	18°
Προθάλαμοι, κλιμακοστάσια			
Ποχωρητήρια	15°	<u>Νοσοκομεία</u>	
<u>Σχολεία</u>		Δωμάτια αρρώστων και θάλαμοι	22° ÷ 26°
Αίθουσες διδασκαλίας, γραφεία	20°	Χειρουργείο	22° ÷ 30°
Αποσπαστήρια	15° - 18°	Λουτρά	22°
Αίθουσες γυμναστικής	15°	Διάδρομοι, αίθουσες αναμονής, βοηθητικοί χώροι	18°
Μεγάλες αίθουσες (Αμφιθ.)	18°	Κλιμακοστάσια	15°



### Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) τοίχων από τούβλα

α/α	Είδος τοίχου	Πάχος τοίχου χωρίς επιχρίσματα cm			
		6.5	9	19	29
1.	<u>Εσωτερικός</u> Με σοβάντισμα από τις δύο πλευρές	2,0	1,8	1,3	
1.	<u>Εξωτερικός</u> Με σοβάντισμα από τις δύο πλευρές	-	2,2	1,6	1,2
2.	Με σοβάντισμα εσωτερικά αρτιφισιέλ εξωτερικά	-	2,3	1,7	1,2

### Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) ανοιγμάτων

α/α	Είδος ανοίγματος	K	α/α	Είδος ανοίγματος	K
	<u>Θύρες</u>		8	Εξωτερικό μεταλλικό απλό	6,0
1	Εξωτερική από ξύλο	3,5	9	Εξωτερικό μεταλλικό διπλό	3,3
2	Εξωτερική μεταλλική	6,0	10	Εσωτερικό	3,0
3	Μπαλκονόθυρα ξύλινη απλή	5,0	11	Από γυάλινα τούβλα πάχους ≥ 80mm	2,5
4	Μπαλκονόθυρα ξύλινη διπλή	2,5			
5	Εσωτερική	2,5		<u>Βιτρίνες</u>	
	<u>Παράθυρα</u>		12	Μεγάλες εξωτερικές	6,5
6	Εξωτερικό ξύλινο απλό	5,0	13	Ιδιαίτερα ανεμόδαρτες	7,5
7	Εξωτερικό ξύλινο διπλό	2,8			

### Συντελεστής θερμοπερατότητας (K) ανοιγμάτων

Τύπος ανοίγματος	Υλικό πλαισίου			
	Ξύλο, Συνθετικό υλικό		Χάλυβας, άλλα μέταλλα, σκυρόδεμα	
	Συντελεστής θερμοπερατότητας			
	Kcal/m <sup>2</sup> h°C	W/m <sup>2</sup> K	Kcal/m <sup>2</sup> h°C	W/m <sup>2</sup> K
Απλό τζάμι	4,5	5,23	5,0	5,81
Διπλό μονωτικό τζάμι με διάκενο 6mm	2,8	3,26	3,2	3,72
Διπλό μονωτικό τζάμι με διάκενο 12mm	2,6	3,02	3,0	3,49
Διπλό τζάμι με απόσταση 2cm < S < 4cm	2,2	2,56	2,6	3,02
Διπλό τζάμι με απόσταση 4cm < S < 7cm	2,0	2,33	2,4	2,79
Διπλό παράθυρο με απόσταση τζαμιών ≥ 7cm	2,2	2,56	-	-
Τοίχος από γυάλινα τούβλα πάχους 80mm	-	-	3,0	3,49
Άνευ τζαμιών ξύλινο άνοιγμα	3,0	3,49	5,0	5,81

α/α	Είδος εξωτερικής οροφής	Καθαρό πάχος πλάκας	
		10	15
1.	Πλάκα από σκυρόδεμα με σοβά εσωτερικά	3,0	2,8
2.	Όπως η περίπτωση (1) στέγης αλλά και με μόνωση από μαλτεζόπλακες	2,3	2,1
3.	Όπως η περίπτωση (1) στέγης αλλά και με μόνωση από τσιμεντόπλακές	2,8	2,6
4.	Όπως η περίπτωση (1) στέγης αλλά και με μόνωση ελαφρόπετρας, ισχνού σκυροδέματος και μαλτεζόπλακες συνολικού πάχους 20cm	1,0	0,9
5.	Όπως η περίπτωση (1) στέγης αλλά και με λανκοπλάτ πάχους 2cm, ισχνό σκυρόδεμα 7cm και μωσαϊκό 2cm.	1,1	1,0
6.	Στέγη με κεραμίδια	1,6	
7.	Στέγη με πισσόχαρτο	2,1	
8.	Στέγη με κυματοειδή λαμαρίνα	10,4	

Για δάπεδα, από σκυρόδεμα ή μωσαϊκό που εδράζονται κατευθείαν επάνω στο έδαφος (χωρίς μόνωση), η θερμική απώλεια υπολογίζεται κατά προσέγγιση από τον τύπο:

$$Q_{\delta\alpha\pi} = 2,2 \cdot E_{\delta\alpha\pi} \cdot \left( \frac{t_{\epsilon\sigma} - t_{\epsilon\xi}}{2} \right) = 1,1 \cdot E_{\delta\alpha\pi} \cdot (t_{\epsilon\sigma} - t_{\epsilon\xi})$$

#### Έντυπο υπολογισμού θεσμικών απωλειών

Κατά τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών των χώρων, διευκολύνει πολύ η χρησιμοποίηση ειδικού εντύπου, που να αναγράφονται σε στήλες τα μεγέθη που δίνονται ή που προκύπτουν κατά

τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών. Οι μελετητές έχουν Κατά καιρούς επιλέξει διάφορες μορφές τέτοιων εντύπων.

Θα περιγραφεί ένα έντυπο που χρησιμοποιείται συχνά γιατί διευκολύνει σημαντικά τον υπολογισμό.

Πάντως, μπορεί ο μελετητής να τροποποιήσει ή και να επινοήσει ένα νέο έντυπο, αν νομίζει, ότι τούτο Θα διευκόλυνε τους υπολογισμούς του καλύτερα.

### Περιγραφή και τρόπος συμπλήρωσης του εντύπου

Πριν από τη συμπλήρωση των στηλών στο πάνω μέρος του εντύπου συμπληρώνονται τα ακόλουθα στοιχεία.

α. Αύξων αριθμός του φύλλου του εντύπου για να είναι εύκολη η ταξινόμηση των φύλλων.

β. Δίπλα στην ένδειξη "ΟΡΟΦΟΣ" γράφεται κατά περίπτωση, Υπόγειο, Ισόγειο, Α, Β, Γ κ.λπ.

γ. Δίπλα στην ένδειξη «ΚΤΙΡΙΟ» γράφεται το Ονοματεπώνυμο του ιδιοκτήτη και η Διεύθυνση της οικοδομής ή τα στοιχεία της οικοδομής αν Πρόκειται για δημόσιο κτίριο κ.λπ.

Ακολουθεί ο τρόπος συμπλήρωσης των 16 στηλών του εντύπου:

Στήλη (1). Εδώ γράφεται συντομογραφικά το είδος του τοιχώματος ή του ανοίγματος ως εξής:

$\Pi_{εξ}$  ή  $\Pi_{εσ}$  = Παράθυρο εξωτερικό ή παράθυρο εσωτερικό.

$\Theta_{εξ}$  ή  $\Theta_{εσ}$  = Θύρα εξωτερική ή θύρα εσωτερική.

$T_{εξ}$  ή  $T_{εσ}$  = Τοίχος εξωτερικός ή τοίχος εσωτερικός.

$\Delta$  = Δάπεδο

O = Οροφή

Στήλη (2). Στη στήλη αυτή γράφεται ο προσανατολισμός του τοιχώματος ή του ανοίγματος π.χ. Β, ΒΑ, Ν κ.λπ.

Στήλη (3). Στη στήλη αυτή γράφεται το πάχος της επιφάνειας σε m

Στήλη 4). Στη στήλη αυτή γράφεται το μήκος της επιφάνειας σε m

Στήλη 5). Στη στήλη αυτή γράφεται το ύψος ή το πλάτος της επιφάνειας σε m

Στήλη (6). Στη στήλη αυτή γράφεται το εμβαδόν της επιφάνειας σε 2, δηλαδή το γινόμενο του περιεχομένου των στηλών (4)x(5).

Στήλη (7). Στη στήλη αυτή γράφεται ο αριθμός των ίδιων επιφανειών που το εμβαδόν τους αναφέρεται στη στήλη (6) π.χ. παραθύρων θυρών κ.λπ.

Στήλη (8). Στη στήλη αυτή γράφεται η επιφάνεια σε  $m^2$  που πρέπει να αφαιρεθεί από την επιφάνεια της στήλης 6) (π.χ. η επιφάνεια θυρών ή παραθύρων που πρέπει να αναιρεθεί για να βρεθεί η καθαρή επιφάνεια του τοιχώματος).

Στήλη (9). Στη στήλη αυτή γράφεται η καθαρή επιφάνεια υπολογισμού του τοιχώματος σε  $m^2$ . Η επιφάνεια αυτή βρίσκεται από την αφαίρεση των στηλών (6)-(8).

Στήλη (10). Στη στήλη αυτή γράφεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας της επιφάνειας σε  $kcal/m_2.h.^{\circ}C$

Στήλη (11). Στη στήλη αυτή γράφεται η διαφορά μεταξύ της εσωτερικής και της εξωτερικής θερμοκρασίας του χώρου  $\Delta t = t_{εσ}-t_{εξ}$  σε  $^{\circ}C$

Στήλη (12). Στη στήλη αυτή γράφονται οι απώλειες θερμότητας λόγω θερμικής αγωγιμότητας της επιφάνειας σε  $kcal/h$ , δηλαδή το γινόμενο του περιεχομένου των τριών προηγούμενων στηλών (9) x (10) x (11)

Στήλη (13). Στη στήλη αυτή γράφεται η προσαύξηση λόγω διακοπτομένης λειτουργίας  $Z_D$  σε ποσοστά επί τοις %.

Στήλη (14). Στη στήλη αυτή γράφεται η προσαύξηση λόγω προσανατολισμού και λόγω ύψους  $Z_H$  του χώρου σε ποσοστά επί τοις %.

**Στήλη (15).** Στη στήλη αυτή γράφεται ο συντελεστής συνολικής προσαύξησης  $Z$  του χώρου που υπολογίζεται από τη σχέση:

**Στήλη (16).** Στη στήλη αυτή γράφεται η συνολική θερμική απώλεια λόγω αγωγιμότητας του χώρου που προκύπτει μετά την προσαύξηση. Αυτή προκύπτει αν το άθροισμα των θερμικών απωλειών της στήλης (12) πολλαπλασιαστεί με το συντελεστή προσαυξήσεως τη στήλης (15) δηλ.  $(12) \times (15)$ .

Στο ίδιο έντυπο, μετά τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών λόγω αγωγιμότητας του χώρου, υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες λόγω αερισμού. Αυτές υπολογίζονται από τη γνωστή σχέση:

$$\dot{Q}_A = (\Sigma w_l) \Delta t \cdot \Sigma \Delta \cdot \Sigma A \cdot \Sigma \Gamma$$

και προσθέτονται στην τελική στήλη του εντύπου (16) μαζί με τις απώλειες λόγω αγωγιμότητας. Έτσι προκύπτουν οι συνολικές θερμικές απώλειες του χώρου.



Τ.Ε.Ι. Πάτρας

Όνοματεπώνυμο :

Σ.Τ.Ε.

Τμήμα Μηχανολογίας

Ημερομηνία :

Εργαστήριο : Θ.Ψ.Κ. Ι

Να υπολογισθεί το σύνολο των θερμικών «απωλειών» ( $Q_{\sigma}$ )

Να γίνει η σωστή επιλογή των θερμαντικών σωμάτων.

$$Q_{\sigma} = Q_0 + Q_A \left[ \frac{kcal}{h} \right]$$

$$Q_0 = Q (1 + \Sigma J) \left[ \frac{kcal}{h} \right]$$

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t \left[ \frac{kcal}{h} \right]$$

$\Sigma J = Z_H + Z_D$  σύνολο προσαυξήσεων

$Z_H$  ... Προσαύξηση προσανατολισμών

$Z_D$  ... Προσαύξηση λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας

Η προσαύξηση λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας εξαρτάται από τη μέση θερμοπερατότητα:

$$D = \frac{\Sigma Q}{E_{\sigma \sigma \nu} (t_{\sigma \sigma} - t_{\epsilon \xi})} \left[ \frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot grd} \right]$$

και από την κατηγορία λειτουργίας της κεντρικής θέρμανσης:

$$Q_A = (\Sigma w) \cdot \Delta t \cdot \Sigma \Delta \cdot \Sigma A \cdot \Sigma \Gamma \left[ \frac{kcal}{h} \right]$$

θερμαντικές απώλειες λόγω αερισμού.

w ... παροχή αέρα ανά μονάδα μήκους χαραμάδας

I ... μήκος χαραμάδας

$\Delta t$  ...  $t_{\sigma \sigma} - t_{\epsilon \xi}$  (oC)

$\Sigma \Delta$  ... συντελεστής διεισδυτικότητας αέρα

ΣΑ ... συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης

ΣΓ ... γωνιακός συντελεστής

### Συντελεστής προσαύξησης των θερμικών απωλειών

Το συνολικό ποσό των θερμικών απωλειών ενός χώρου λόγω αγωγιμότητας, δηλαδή, το άθροισμα που προκύπτει από τις θερμικές απώλειες όλων των επιφανειών (τοιχοί, ανοίγματα κ.λπ.) θα πρέπει να προσαυξηθεί λόγω:

α. Προσανατολισμού και ύψους του χώρου και

β. Μη συνεχούς λειτουργίας της κεντρικής θερμάνσεως.

Ακολουθεί περιγραφή του τρόπου υπολογισμού καθεμιάς προσαυξήσεως.

### Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού και ύψους του χώρου (ZH)

Οι συνολικές απώλειες αγωγιμότητας ενός χώρου θα πρέπει να αυξηθούν ή να μειωθούν σύμφωνα με τις τιμές του πίνακα (5.5.1) ανάλογα με τον “προσανατολισμό του χώρου”.

#### Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού (%)

BA	B	BΔ	Δ	A	NA	N	NΔ
+5	+5	+5	0	0	-5	-5	-5

Συνήθως η κεντρική θέρμανση δεν λειτουργεί όλο το εικοσιτετράωρο αλλά μόνο ορισμένες ώρες.

Λόγω της διακοπτόμενης λειτουργίας οι θερμικές απώλειες προσαυξάνονται με ένα συντελεστή  $Z_D$  που ονομάζεται “συντελεστής διακοπτόμενης λειτουργίας”. Ο συντελεστής αυτός δίνεται από τον τύπο (5.52) σε συνάρτηση με το μέγεθος (D) της μέσης θερμοπερατότητας. Η μέση θερμοπερατότητα υπολογίζεται από τη σχέση:



$$D = \frac{\Sigma Q}{E_{\sigma}(t_{\epsilon\sigma} - t_{\epsilon\xi})}$$

όπου  $E_{\sigma}$  = Το συνολικό εμβαδό των επιφανειών που περιβάλλουν το χώρο (τοίχοι, οροφή, δάπεδο).

$\Sigma Q$ ,  $t_{\epsilon\sigma}$ ,  $t_{\epsilon\xi}$  έχουν οριστεί αρχικά.

### Συντελεστής ( $Z_D$ ) διακοπτόμενης λειτουργίας (%)

Λειτουργία ανά εικοσιτετράωρο	Τιμές D			
	0,1-0,29	0,30-0,69	0,70-1,49	1,50-2,99
Συνεχής λειτουργία	7%	7%	7%	7%
Λειτουργία από 12 ως 15 ώρες το 24ωρο	20%	15%	15%	15%
Λειτουργία από 8 ως 12 ώρες το 24ωρο	30%	25%	20%	15%

Άρα οι συνολικές θερμικές απώλειες του χώρου λόγω αγωγιμότητας είναι:

$$QO = (\Sigma Q) \left( 1 + \frac{Z_H}{100} + \frac{Z_D}{100} \right)$$

### Υπολογισμός θερμικών απωλειών λόγω ανανέωσης του αέρα (αερισμός)

Λόγω διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού του θερμαινόμενου χώρου και του εξωτερικού περιβάλλοντος ή άλλου γειτονικού χώρου, δημιουργείται από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων του χώρου ροή αέρα από το εσωτερικό του χώρου προς τα έξω και αντίστροφα.

Λόγω της διαφυγής αυτής του αέρα δημιουργούνται θερμικές απώλειες οι οποίες εξαρτώνται από τους εξής παράγοντες : α) Από τη

διαπερατότητα των χαραμάδων των ανοιγμάτων του χώρου, β) Από τη θερμοκρασιακή διαφορά  $\Delta t = t_{εξ} - t_{εσ}$ , γ) Από το λόγο των εμβαδών των επιφανειών των εξωτερικών ανοιγμάτων του χώρου προς τα εσωτερικά ανοίγματα, δ) Από τους ανέμους που επικρατούν στη περιοχή της οικοδομής, και ε) Από το οικοδομικό σύστημα της περιοχής.

Γενικά οι απώλειες λόγω αερισμού υπολογίζονται από τον τύπο:

$$Q_A = (\Sigma w \cdot l) \Delta t \cdot (\Sigma \Delta) \cdot (\Sigma A) \cdot (\Sigma \Gamma) \left( \frac{kcal}{h} \right)$$

όπου:  $w$  = Παροχή του αέρα ανά μονάδα μήκους χαραμάδας ( $m^3/mh$ ).

$l$  = Μήκος χαραμάδας (m).

$$\Delta t = t_{εσ} - t_{εξ} (^\circ C)$$

$\Sigma \Delta$  = Συντελεστής διεισδυτικότητας αέρα (διαπερατότητας).

$\Sigma A$  = Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης.

$\Sigma \Gamma$  = Γωνιακός συντελεστής.

#### α) Προσδιορισμός W.

Η διερχόμενη από τις χαραμάδες παροχή αέρα (σε  $m^3/h$  και μήκος χαραμάδας) δίνεται από τον πίνακα (5.6.1).

#### Ανά μονάδα χαραμάδας διερχόμενη ποσότητα αέρα ( $w$ ) σε ( $m^3/mh$ )

Είδος ανοίγματος (Κατασκευή άριστη)	Από ξύλο ή συνθετικό	Από μέταλλο
<u>Παράθυρα</u>		
α) Χωρίς εξώφυλλα απλά	3,0	1,5
β) Με εξώφυλλα απλά	2,5	1,5
γ) Με διπλό τζάμι ή απλό αεροστεγές	2,0	1,2
<u>Θύρες</u>		
α) Θύρα απλή	3,0	1,5
β) Θύρα αεροστεγής	2,0	1,2
Εσωτερικές θύρες κοινές	40	

**β) Προσδιορισμός ΣΔ.**

Ο συντελεστής διαπερατότητας (ΣΔ) του αέρα από τις χαραμάδες δίνεται από τον πίνακα (5.6.2) σε συνάρτηση με το λόγο  $E_{εξ}/E_{εσ}$ , με το υλικό των ανοιγμάτων και τη στεγανότητά τους.

Όπου  $E_{εξ}$  είναι το συνολικό εμβαδό της επιφάνειας των ανοιγμάτων και  $E_{εσ}$  είναι το συνολικό εμβαδό της επιφάνειας των εσωτερικών ανοιγμάτων του χώρου.

**Συντελεστής διαπερατότητας (ΣΔ) αέρα**

	Ανοίγματα από ξύλο ή συνθετικό		Ανοίγματα μεταλλικά		ΣΔ
	Θύρες εσωτερικές κοινές	Θύρες εσωτερικές στεγανές	Θύρες εσωτερικές κοινές	Θύρες εσωτερικές στεγανές	
$\frac{E_{εξ}}{E_{εσ}} <$	1,5	3	2,5	6	0,9
$\frac{E_{εξ}}{E_{εσ}} =$	1,5 ÷ 3	3 ÷ 9	2,5 ÷ 6	6 ÷ 20	0,7

**γ) Προσδιορισμός ΣΑ.**

Ο συντελεστής όγκο τοποθεσίας και ανεμόπτωσης του προσβαλομένου κτιρίου (ΣΑ) δίνεται από τον πίνακα (5.6.3) σε συνάρτηση με την ανεμόπτωση της περιοχής και το οικοδομικό σύστημα.

Ανεμόπτωση	Θέση κτιρίου	Οικοδομικό σύστημα συνεχές	Οικοδομικό σύστημα ελεύθερο
Κανονική	Προστατευμένη	0,24	0,34
	Απροστάτευτη	0,41	0,58
	Τελείως ακάλυπτη	0,6	0,84

<b>Ισχυρή</b>	Προστατευμένη	0,41	0,59
	Απροστάτευτη	0,60	0,84
	Τελείως ακάλυπτη	0,80	1,13

#### **δ) Προσδιορισμός ΣΓ.**

Ο συντελεστής γωνιακών εξωτερικών ανοιγμάτων (ΣΓ) λαμβάνεται ίσος προ( στην περίπτωση όπου τα ανοίγματα βρίσκονται ακριβώς στη γωνία των δύο τοίχων.

Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις λαμβάνεται  $\Sigma\Gamma=1$ .

### **Εκλογή και υπολογισμός των θερμαντικών σωμάτων**

#### **Γενικά περί κοινών θερμαντικών σωμάτων.**

Στους θερμαινόμενους χώρους με κεντρική θέρμανση νερού η θερμότητα εκλύεται από τα θερμαντικά σώματα. Αυτά είναι εναλλάκτες θερμότητας θερμού νερού -αέρα.

Τα θερμαντικά σώματα παλιότερα ήταν κατασκευασμένα από χυτοσίδηρο. Σήμερα τα σώματα που χρησιμοποιούνται περισσότερο κατασκευάζονται από σιδηροελάσματα που διαμορφώνονται, στο εργοστάσιο κατασκευής, στις πρέσες και συγκολλούνται με ηλεκτροσυγκόλληση. Από τα σώματα που κατασκευάζονται από σιδηροελάσματα τα πιο συνηθισμένα είναι τα «κοινά» θερμαντικά σώματα (σχ. 5.9α). Τα σώματα αυτά σχηματίζονται από την συγκόλληση όμοιων κατακόρυφων πεπλατισμένων στοιχείων, που λέγονται «φέτες». Στις φέτες καθώς και σε όλο το θερμαντικό σώμα εσωτερικά, κυκλοφορεί το ζεστό νερό. Με τον τρόπο αυτό σχηματισμού των θερμαντικών σωμάτων, δημιουργείται μεγάλη εξωτερική επιφάνεια σώματος και επομένως καλύτερος τρόπος αποβολής της θερμότητας. Με την αυξομείωση του αριθμού των στοιχείων (φέτες) ενός σώματος

αυξομειώνεται αντίστοιχα και η θερμαντική του επιφάνεια και επομένως και η θερμική του ισχύς.

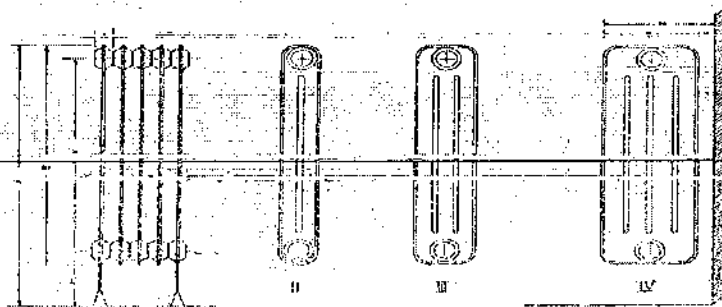
Οι φέτες των θερμαντικών σωμάτων διακρίνονται από άποψη πλάτους στις ακόλουθες τρεις κατηγορίες (σχ. 5.9α):

α. Τις δίστηλες όπου στο εσωτερικό κάθε φέτας το νερό κυκλοφορεί σε δύο κατακόρυφες στήλες (πλάτος φέτας 80 mm).

β. Τις τρίστηλες όπου το νερό κυκλοφορεί σε τρεις στήλες (πλάτος φέτας 130 mm) και

γ. Τις τετράστηλες όπου το νερό κυκλοφορεί σε τέσσερες στήλες (πλάτος φέτας 200 mm).

Ο αριθμός των στηλών συμβολίζεται με τους λατινικούς αριθμούς: II, III, IV αντίστοιχα.



Σχήμα 5.9α  
Κουνά θερμαντικά σώματα

### Διαστάσεις θερμαντικών σωμάτων

Τύποι		Δίστηλα				Τρίστηλα				Τετράστηλα			
		905	605	505	355	905	605	505	355	905	605	505	355
Ολικό ύψος από έδαφος	A	1060	810	660	510	1060	810	660	510	1060	810	660	510
Ολικό ύψος σώματος	B	995	745	595	445	995	745	595	445	995	745	595	445
Πλάτος σώματος	E	80	80	80	80	130	130	130	130	200	200	200	200
Πάχος στοιχείων	Δ	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Αξονική απόσταση	K	905 655 505 355	905 655 505 355	905 655 505 355
Ύψος περιστροφής	M	110 110 110 110	110 110 110 110	110 110 110 110
Απόσταση από τοίχο	H	30 30 30 30	30 30 30 30	30 30 30 30
Συνολικό πλάτος	N	110 110 110 110	160 160 160 160	230 230 230 230



Θερμαντική επιφάνεια σωμάτων (m<sup>2</sup>)

Αριθ. στοι- χείων N	ΔΙΣΤΗΛΑ								
	Μήκος σώματος L (mm)	905		655		505		355	
		F	Q	F	Q	F	Q	F	Q
		m <sup>2</sup>	Kcal/h	m <sup>2</sup>	Kcal/h	m <sup>2</sup>	Kcal/h	m <sup>2</sup>	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	0,45	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	4,05	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



Αριθ. στοι- χείων N	Μήκος σώματος L(mm)	ΤΡΙΣΤΗΛΑ							
		905		655		505		355	
		F	Q	F	Q	F	Q	F	Q
		m <sup>2</sup>	Kcal/h	m <sup>2</sup>	Kcal/h	m <sup>2</sup>	Kcal/h	m <sup>2</sup>	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	1280	2,30	1000	1,80	810	1,40	640
11	440	3,30	1400	2,53	1100	1,98	890	1,54	710
12	480	3,60	1530	2,76	1200	2,16	970	1,68	770
13	520	3,90	1660	2,99	1300	2,34	1050	1,82	840
14	560	4,20	1790	3,22	1400	2,52	1130	1,96	900
15	600	4,50	1910	3,45	1500	2,70	1210	2,10	970
16	640	4,80	2040	3,68	1600	2,88	1300	2,24	1030
17	680	5,10	2170	3,91	1700	3,06	1380	2,38	1100
18	720	5,40	2300	4,14	1800	3,24	1460	2,52	1160
19	760	5,70	2420	4,37	1900	3,42	1540	2,66	1230
20	800	6,00	2550	4,60	2000	3,60	1620	2,80	1290
21	840	6,30	2660	4,83	2100	3,78	1690	2,94	1340
22	880	6,60	2780	5,06	2200	3,96	1760	3,08	1400
23	920	6,90	2900	5,29	2300	4,14	1840	3,22	1470
24	960	7,20	3030	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

Αριθ. στοι- χείων N	Μήκος σώματος L(mm)	ΤΕΤΡΑΣΤΗΛΑ							
		905		655		505		355	
		F	Q	F	Q	F	Q	F	Q
		m <sup>2</sup>	Kcal/h	m <sup>2</sup>	Kcal/h	m <sup>2</sup>	Kcal/h	m <sup>2</sup>	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	0,38	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	1,60	670	1,25	540	0,95	420
6	240	2,52	1030	1,92	800	1,50	650	1,14	500
7	280	1,94	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	4,80	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	8,00	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

Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ

Σ.Τ.Ε.

ΤΜΗΜΑ

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Θ.Ψ.Κ. Ι

### Υπολογισμός Σωληνώσεων Κεντρικής Θέρμανσης

#### Δισωλήνιου συστήματος

Κατά τον υπολογισμό των σωληνώσεων μιας εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης σκοπός μας είναι, κάθε κλάδος της εγκατάστασης να παρουσιάζει τις ίδιες υδραυλικές αντιστάσεις.

Η πτώση της πίεσης του νερού στις σωληνώσεις προέρχεται:

α) Από τις απώλειες πίεσης λόγω τριβής στα τοιχώματα των σωληνώσεων που εξαρτώνται από την τραχύτητα της εσωτερικής επιφάνειας των σωληνώσεων και των ταχυτήτων του νερού.

β) Από τις απώλειες πίεσης στα ειδικά τεμάχια (γωνίες, ταν κ.λπ.) που εξαρτώνται από την μορφή των ειδικών τεμαχίων και την ταχύτητα του νερού.

#### **Α. Υπολογισμός απώλειας πίεσης λόγω τριβών στα τοιχώματων των σωληνώσεων**

Για τον υπολογισμό των απωλειών υπάρχουν ειδικά έντυπα όπως το επισυναπτόμενο. Για κάθε τμήμα του κυκλώματος γνωρίζουμε το ποσό της θερμότητας που περνάει μέσα από αυτό και παίρνουμε την ταχύτητα του νερού 0.8m/sec περίπου. Γνωρίζοντας τα δύο αυτά στοιχεία,

προσδιορίζουμε από τον πίνακα 5.10.2. σελίς 126, την διάμετρο του τμήματος και το  $R \left[ \frac{mm\Sigma Y}{m} \right]$

## **B. Υπολογισμός πίεσης στα ειδικά τεμάχια**

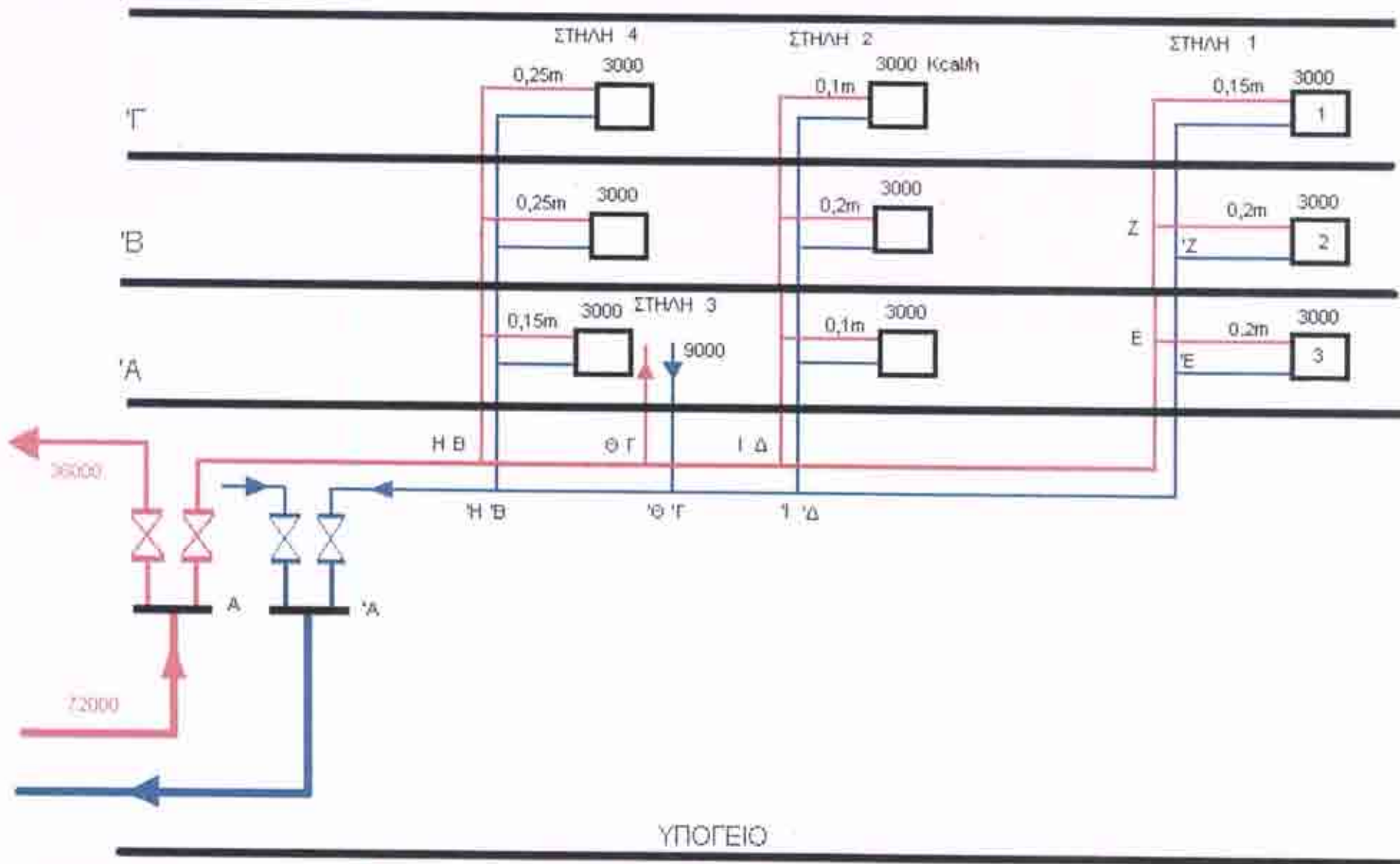
### Άσκηση

α) Να υπολογιστεί το σύνολο των απωλειών πίεσης (και οι διάμετροι των σωληνώσεων) του κυκλώματος του σώματος Νο I (το πιο δυσμενές σώμα).

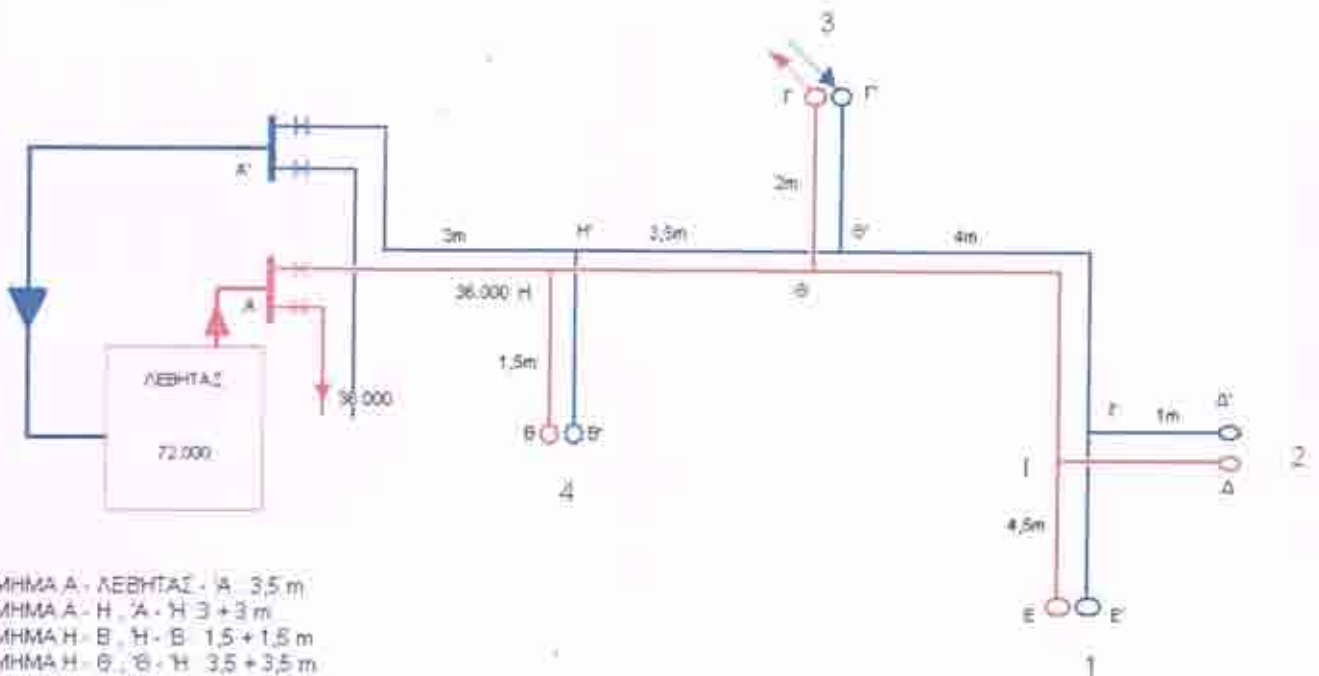
β) Να υπολογισθούν οι σωληνώσεις των στηλών II και IV. (Κάθε θερμαντικό σώμα έχει ρυθμιστικό διακόπτη στην είσοδο και βάννα στην έξοδο).



# ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΑ



### ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΑ



- ΤΜΗΜΑ Α-ΛΕΒΗΤΑΣ-Α 3,5 m
- ΤΜΗΜΑ Α-Η, Α-Η 3+3 m
- ΤΜΗΜΑ Η-Β, Η-Β 1,5+1,5 m
- ΤΜΗΜΑ Η-Θ, Θ-Η 3,5+3,5 m
- ΤΜΗΜΑ Θ-Γ, Θ-Γ 2+2 m
- ΤΜΗΜΑ Θ-Ι, Θ-Ι 4+4 m
- ΤΜΗΜΑ Ι-Δ, Ι-Δ 1+1 m
- ΤΜΗΜΑ Ι-Ε, Ι-Ε 4,5+4,5 m

## Υπολογισμός λέβητα

Η θερμαινόμενη επιφάνεια του λέβητα προσδιορίζεται από τη σχέση:

$$E_{\lambda} = \frac{Q}{A}(1 + \pi) \quad (m^2)$$

Όπου:  $Q$  = Συνολική θερμική απώλεια του κτιρίου (Kcal/h).

$A$  = Απόδοση θερμαινόμενης επιφάνειας του λέβητα (Kcal/m<sup>2</sup>.h).

$\pi$  = Προσαύξηση θερμ. απωλειών λόγω απωλειών δικτύου κ.λπ (-).

Οι τιμές της προσαύξησης ( $\pi$ ) για συνεχή λειτουργία είναι οι ακόλουθες:

$\pi$  0,10 για μικρό δίκτυο

$\pi$  = 0,15 για μέτριο δίκτυο

$\pi$  = 0,20 για εκτεταμένο δίκτυο.

Για διακοπτόμενη λειτουργία, καλό είναι, οι παραπάνω τιμές να προσαυξάνονται ακόμη κατά 0,05 έως 0,10.

Η απόδοση ανά τετραγωνικό μέτρο θερμαινόμενης επιφάνειας της εστίας των λεβήτων ( $A$ ) ποικίλει και εξαρτάται κυρίως από τον τύπο και το μέγεθος του λέβητα. Σε μεγάλους λέβητες αναφέρονται ενδεικτικά ότι μπορεί το ( $A$ ) να φθάσει τις 35.000 (Kcal/m<sup>2</sup>.h) ενώ σε μικρούς κυμαίνεται από 10.000 έως 12.000. Επειδή συνεχώς βελτιώνεται η κατασκευή των λεβήτων κατά συνέπεια βελτιώνονται και οι τιμές αυτές. Κατά την εκλογή του λέβητα οι τιμές του ( $A$ ) λαμβάνονται από τα επίσημα προσπέκτους των κατασκευαστών.

Πάντως κατά την εκλογή του λέβητα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά μεγέθη:



1. Υλικά και τρόπος κατασκευής.
2. Διάρκεια ζωής.
3. Βαθμός απόδοσης.
4. Καταπόνηση του χώρου καύσεως.
5. Διαστάσεις, τρόπος συναρμολόγησης κατά την εγκατάσταση του λέβητα κ.λπ.

### Υπολογισμός καυστήρα

Οι καυστήρες πετρελαίου, που χρησιμοποιούνται στους λέβητες κεντρικής θερμάνσεως, φέρουν αντλία που διασκορπίζει το πετρέλαιο, μέσω του ή των μπέκ, μέσα στο θάλαμο καύσεως σε μορφή σταγονιδίων.

Επίσης έχουν ανεμιστήρα, που φυσά στο θάλαμο καύσεως, τον απαιτούμενο για την καύση αέρα.

Η έναυση του καυσίμου γίνεται με ηλεκτρικό σπινθήρα, που δημιουργείται με ηλεκτρικό τόξο υψηλής τάσεως.

Σπάνια υπάρχει και σύστημα προθέρμανσης του πετρελαίου.

Εκτός από τους καυστήρες πετρελαίου, υπάρχουν και καυστήρες για την καύση μαζούτ. Αυτοί είναι πολυπλοκότεροι και πολύ ακριβότεροι από τους συνήθεις καυστήρες πετρελαίου. Σε αυτούς γίνεται πάντοτε προθέρμανση του καυσίμου, λόγω της μικρότερης ρευστότητας του μαζούτ.

Η κατανάλωση του καυστήρα σε (Kg/h) δίνεται από τη σχέση:

$$K = \frac{Q}{q \cdot \eta} \quad (\text{Kg} / \text{h})$$

Όπου:  $Q$  = Θερμικό φορτίο λέβητα (Kcal/h).

$\eta$  = Βαθμός απόδοσης καυστήρα (-).

$q$  = Θερμογόνος δύναμη καυσίμου (Kcal/Kg).

Αν ληφθούν  $\eta \cong 0,6 / 0,7$  και  $q = 10.000 \text{ Kcal/kg}$  που ισχύουν για συνήθεις περιπτώσεις καυστήρων τότε η παραπάνω σχέση γίνεται:

$$K = \frac{Q}{6500} (\text{Kg/h}) \quad \text{ή} \quad K = \frac{Q}{5500} \quad (1\text{t/h}) \quad \text{ή} \quad K = \frac{Q}{25000} \quad (\text{Gal/h})$$

σε αγγλικά γαλόνια, ή  $K = Q/20\ 700 \text{ (Gal/h)}$  σε αμερικάνικα γαλόνια.

### Υπολογισμός κυκλοφορητή

Η θεωρητική ισχύς του κυκλοφορητή δίνεται από τη σχέση:

$$N_k = \frac{G \cdot H_A}{3600 \cdot 75 \cdot \eta} \quad (\text{HP})$$

όπου:  $H_A =$  Πτώση πίεσεως (δρώσα) που υπολογίζεται κατά τον προσδιορισμό των διαμέτρων του δικτύου (m Υ.Σ).

$\eta =$  Βαθμός απόδοσης του κυκλοφορητή (-).

$G =$  Παροχή νερού (Kcal/h).

Η παροχή νερού ( $G$ ) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$G = \frac{Q}{\Delta t \cdot C} \quad (\text{Kg/h})$$

Όπου:  $Q =$  Θερμικό φορτίο λέβητα (Kcal/h).

$\Delta t =$  Θερμοκρασιακή πτώση στα σώματα ( $^{\circ}\text{C}$ ).

Συνήθης τιμή  $\Delta t = 20^{\circ}\text{C}$

$C =$  Ειδική θερμότητα νερού ίση με:

$$1 \text{ Kcal/kg.grad}$$

Συνήθως δεν χρειάζεται ο προσδιορισμός της ισχύος του κυκλοφορητή, διότι σε συνάρτηση με τα μεγέθη  $G$  και  $H_A$ , οι κατασκευαστές των κυκλοφορητών δίνουν τον κατάλληλο τύπο από διαγράμματα.

Μερικοί κατασκευαστές, όπως η Bell - Cosset και η TACO, χαρακτηρίζουν τους τύπους των κυκλοφορητών ανάλογα με τη διάμετρο του σωλήνα στην έξοδο του κυκλοφορητή. Όταν όμως χαρακτηρίζεται ο κυκλοφορητής με τη διάμετρο του, πρέπει να αναφέρεται και ο

κατασκευαστικός του οίκος, διότι κυκλοφορητές που αναφέρονται με την ίδια διάμετρο δεν έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά στους διάφορους κατασκευαστές.

Στο σχήμα (5.13) φαίνεται η μορφή των χαρακτηριστικών καμπύλων που χρησιμοποιούνται για την επιλογή των κυκλοφορητών.

Στη μελέτη κεντρικής θερμάνσεως, εκτός από τον τύπο του προτεινόμενου κυκλοφορητή πρέπει να αναφέρονται πάντα και τα  $G$  και  $H_A$  για να υπάρχει δυνατότητα εναλλακτικής λύσης, σε περίπτωση όπου είναι αδύνατη ή δεν συμφέρει η προμήθεια του προτεινόμενου κυκλοφορητή.

?

## ΛΕΒΗΤΕΣ

Οι λέβητες μπορούν να καταταχθούν σε δύο κατηγορίες: λέβητες υποπίεσης και πιεστικοί λέβητες.

Οι λέβητες υποπίεσης δουλεύουν με πίεση, στο θάλαμο καύσης, χαμηλότερη από την ατμοσφαιρική πίεση. Αυτή η κατηγορία λεβήτων χρησιμοποιείται για σχετικά χαμηλές αποδόσεις (έως 200.000 Kcal/h).

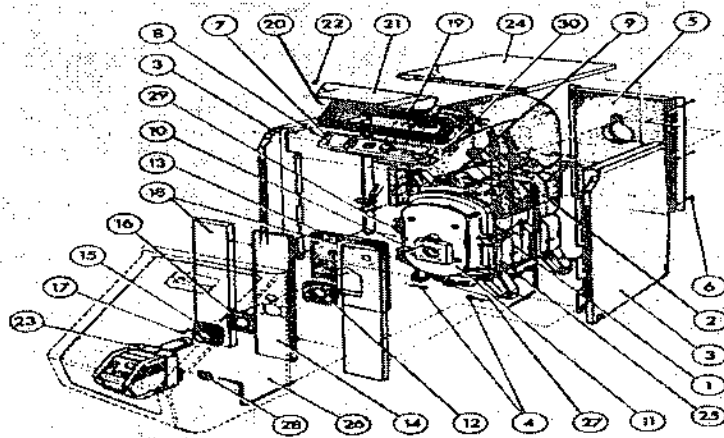
Οι πιεστικοί λέβητες δουλεύουν με πίεση, στο θάλαμο καύσης, υψηλότερη από την ατμοσφαιρική. Αυτή η κατηγορία λεβήτων για απόδοση μεγαλύτερη από 50.000 Kcal/h.

Οι πιεστικοί καυστήρες που είναι κατάλληλα για λειτουργία με αυτούς τους λέβητες διαθέτουν ανεμιστήρα αρκετά ισχυρό για να υπερνικήσει τη πίεση. Οι πιεστικοί λέβητες καταλαμβάνουν μικρότερο χώρο από τους λέβητες υποπίεσης.

Οι πιεστικοί λέβητες, που λειτουργούν με υψηλό στροβιλισμό των καυσαερίων στο θάλαμο καύσης και στις σωληνώσεις, έχουν διπλάσια ικανότητα ανταλλαγής ανά  $m^2$  από τους λέβητες υποπίεσης.

· Οι πιεστικοί λέβητες μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: λέβητες άμεσης απαγωγής και λέβητες αντιστροφής φλόγας.

Οι λέβητες άμεσης απαγωγής είναι κατασκευασμένοι κατά τρόπο τέτοιο ώστε η φλόγα να περνάει μέσα από το θάλαμο καύσης και τα προϊόντα της καύσης να περνάνε μέσα από το κύκλωμα καυσαερίων. Οι λέβητες αντιστροφής φλόγας έχουν θάλαμο καύσης με τυφλό τέρμα κι έτσι η φλόγα φθάνει στο τέρμα του θαλάμου καύσης και κατόπιν γυρίζει πίσω και τα προϊόντα της καύσης εισέρχονται στις σωληνώσεις καπνού (τούμπα).



1. Συναρμολόγηση καλύμματος του λέβητα
2. Άνω μόνωση
3. Πλευρικές πλάκες καλύμματος
4. Βίδες ασφαλείας πλακών πλευρικών καλυμμάτων
5. Οπίσθια πλάκα καλύμματος
6. Βίδες ασφαλείας οπίσθιας πλάκας του καλύμματος
7. Συναρμολόγηση ηλεκτρικού πίνακα
8. Βίδες ασφαλείας ηλεκτρικού πίνακα
9. Θάκη θερμοστατών και θερμομέτρου
10. Βίδα M 8 x 47
11. Θύρα λέβητα
12. Μόνωση κάτω από την εμπρόσθια πλάκα του καλύμματος του καυστήρα
13. Εμπρόσθια μόνωση
14. Κέντρο εμπρόσθιας πλάκας του καλύμματος του πίνακα
15. Φλάντζα συνδέσεως καυστήρα
16. Παρέμβυσμα φλάντζας
17. Βίδες ασφαλείας καυστήρα
18. Πλευρές εμπρόσθιας πλάκας του καλύμματος
19. Πλαίσιο πίνακα οργάνων
20. Βίδες ασφαλείας πλαισίου πίνακα οργάνων
21. Τζάμι καλύμματος πλαισίου πίνακα οργάνων
22. Λαβή τζαμού
23. Καυστήρας
24. Καπάκι
25. Μεντεσές
26. Ηχομονωτική ποδιά
27. Σύνδεση θερμοϊνόμετρου
28. Επαφές ηλεκτρικής συνδεσμολογίας (ισχύος) του καυστήρα
29. Βίδα M12 καμπλά (θύρα λέβητα)
30. Επαφές ηλεκτρικής συνδεσμολογίας (ισχύος) οργάνων του λέβητα

**Σχίρα 11.2.9:** Σχηματική παρουσίαση των στοιχείων που αποτελούν λέβητα "Joannes" της "Soulis A.E." [ΔΤ3], με ενσωματωμένο καυστήρα.

Στους λέβητες αντιστροφής της φλόγας, η φλόγα πρέπει να φθάνει στο τέρμα του θαλάμου καύσης, αποδίδει θερμότητα, γυρίζει προς τα πίσω αποδίδοντας θερμότητα, και τα αντίστοιχα προϊόντα της καύσης πρέπει να φθάνουν στο μπροστινό μέρος σε θερμοκρασία όχι μεγαλύτερη από 850°C (θερμοκρασίες μεγαλύτερες απ' αυτή μπορεί να προκαλέσουν ζημιά στη μπροστινή μεταλλική επένδυση του λέβητα). Όταν χρησιμοποιούμε σ' αυτούς τους λέβητες μαζούτ με σχετικά μεγάλη δυσρευστότητα, οι σταγόνες ψεκασμένου πετρελαίου είναι αρκετά μεγάλες και χρειάζεται αρκετός χρόνος για να καούν. Έτσι λοιπόν η φλόγα που διατρέχει το συνολικό μήκος του θαλάμου καύσης, επιστρέφει και κατά τη τροχιά που κάνει αποδίδει ένα σημαντικό ποσό θερμότητας στο θάλαμο καύσης.

Όταν χρησιμοποιούμε ντήζελ, που έχει μικρότερη δυσρευστότητα, οι ψεκασμένες σταγόνες καίγονται πιο γρήγορα και γι' αυτό η φλόγα δεν είναι τόσο μεγάλη.

Όταν χρησιμοποιούμε αέριο το μήκος της φλόγας είναι σημαντικά πιο μικρό. Η φλόγα από μαζούτ ή ντήζελ διατρέχει το συνολικό μήκος του θαλάμου καύσης και στις δύο κατευθύνσεις και επιστρέφει στο μπροστινά μέρος σε θερμοκρασία χαμηλότερη των 850°C.

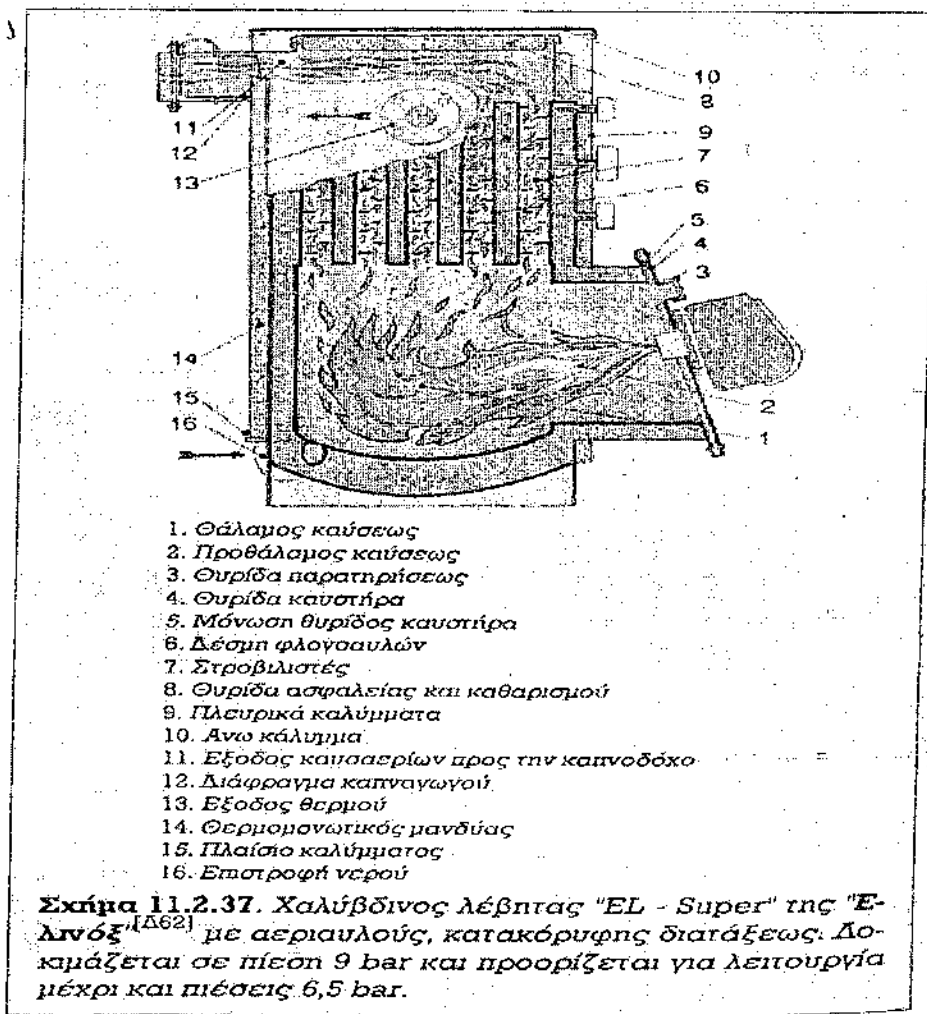
Όταν όμως καίμε αέριο, η φλόγα είναι μικρότερη σε μήκος και γι' αυτό το λόγο δε διατρέχει το συνολικό μήκος του θαλάμου καύσης και στις δύο κατευθύνσεις. Αυτό σημαίνει ότι δεν αποδίδει αρκετή θερμότητα και φθάνει στη μπροστινή επικάλυψη σε θερμοκρασία υψηλή όπως 1150°C. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του καλύμματος και σπάσιμο.

Για να αποφύγουμε αυτό το φαινόμενο είναι απαραίτητο η φλόγα ενός καυστήρα αερίου να έχει σχετικά μεγάλο μήκος. Αυτό γίνεται επιμηκύνοντας το λαιμό του καυστήρα κατά τέτοιο τρόπο ώστε η κεφαλή

καύσης να εισέρχεται σε μεγαλύτερο βάθος του θαλάμου καύσης: να περνά τουλάχιστο το σημείο επιστροφής της φλόγας.

Το βάθος διείδυσης ρυθμίζεται, ανάλογα με τις απαιτήσεις, μετακινώντας τη φλάτζα του καυστήρα που ολισθαίνει κατά μήκος του λαιμού του καυστήρα.

Επιπρόσθετα, έχει τοποθετηθεί ένα κολάρο στην έξοδο της κεφαλής του καυστήρα έτσι ώστε να είναι δυνατό να σφίγγουμε την έξοδο για να αυξάνουμε τη ταχύτητα του αερίου και συνεπώς να επιμηκύνουμε τη φλόγα. Οι ίδιες συσκευές μπορούν επίσης να εφαρμοστούν σε καυστήρες ντήζελ και μαζούτ.



Σ' αυτό το σημείο, όταν επιλέγουμε το καυστήρα που θέλουμε να ταιριάζουμε σ' ένα λέβητα, είναι σημαντικό να : γνωρίζουμε τη πίεση στο θάλαμο καύσης του λέβητα και την απαιτούμενη παροχή καύσιμου, βλέποντας το διάγραμμα που δίνει το εύρος λειτουργίας του καυστήρα.

Σεβασθείτε το μήκος της κεφαλής καύσης που καθορίζεται από το κατασκευαστή του λέβητα.

Ημι-μετακινούμενας λέβητας για πιεζόμενο κούσιμο. Αντιστροφή φλόγας μέσο σε θάλαμο καύσης με υγρό τέρμα. Τούμπα εφοδιασμένα με χυτοσιδηρούς στροβιλιστές.

Ημι-μετακινούμενος λέβητας για πιεζόμενο καύσιμο. Αντιστροφή φλόγας μέσα σε θάλαμο καύσης με υγρό τέρμα. Τούμπα εφοδιασμένα με χυτοσιδηρούς στροβιλιστές.

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**  
**ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Θ.Ψ.Κ.Ι**

**ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**  
**(ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ) ΑΠΟΔΟΣΗ ΛΕΒΗΤΑ**

**ΛΕΒΗΤΑΣ**

Ο λέβητας μεταβιβάζει τη θερμότητα, η οποία παράγεται από την καύση πετρελαίου, στο νερό που αποτελεί τον φορέα παροχής θερμότητας στα θερμαντικά σώματα. Οι ως άνω λέβητες παροχής θερμού νερού διακρίνονται

1. Στους Χαλύβδινους Λέβητες
2. Στους Χυτοσιδήρους Λέβητες

**Χαλύβδινοι λέβητες**

Οι χαλύβδινοι λέβητες κατασκευάζονται από χαλυβδοελάσματα κατάλληλου πάχους τα οποία συγκολλούνται μεταξύ τους και διαμορφώνουν έτσι τον θάλαμο καύσης, τον κύλινδρο φλογαυλών, τον καπνοθάλαμο κ.τ.λ. του λέβητα.

Οι λέβητες του εμπορίου είναι στην πλειονότητά τους αεριαυλωτοί (φλογαυλωτοί) δηλαδή, τα εξερχόμενα καυσαέρια διέρχονται δια μέσου των αυλών (σωλήνων) το προς θέρμανση νερό περιβάλλει τους αυλούς.

Στην αντίθετη περίπτωση μιλάμε για υδραυλωτούς λέβητες. (Το νερό διέρχεται μέσω των αυλών).

Αλλα χαρακτηριστικά των χαλύβδινων λεβήτων, που θα μπορούσαμε θεωρήσουμε και πλεονεκτήματα σε σχέση με τους αντίστοιχους (σε θερμική ισχύ) χυτοσιδήρους λέβητες είναι:



- Ο κατά τι υψηλότερος βαθμός απόδοσής τους
- Η μεγάλη αντοχή σε έλλειψη νερού
- Δυνατότητα επισκευής με συγκόλληση
- Καταλληλότητα για υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες
- Μεγάλη ειδική φόρτιση
- Περισσότερες δυνατότητες διαμόρφωσης στην κατασκευή
- Μεγαλύτερες ισχύς
- Το μικρότερο βάρος τους.

Συγκεκριμένα αν θεωρήσουμε για παράδειγμα έναν λέβητα θερμικής ισχύς 50.000 kcal/h τότε ο μεν χαλύβδινος θα ζυγίζει περίπου 190kg ενώ ο αντίστοιχος χυτοσίδηρος (μαντεμένιος) θα είναι της τάξης των 270kg.

Το μειονέκτημα των χαλύβδινων λεβήτων είναι η ευπάθειά τους στη διάβρωση και κατ' επέκταση ο περιορισμένος χρόνος ζωής τους (εκτιμάται 10/15 χρόνια).

Με τον όρο διάβρωση εννοούμε την αποσύνθεση ή διάλυση του μετάλλου η οποία αρχίζει και συνοδεύεται με την οξείδωση, δηλαδή την ένωση του οξυγόνου με μέταλλο και την κάλυψη του μετάλλου από την γνωστή οξείδωση (σκουριά).

Η τυποποίηση των χαλύβδινων λεβήτων του εμπορίου, διαφέρει ελάχιστα από κατασκευαστή σε κατασκευαστή και κυμαίνεται συνήθως από 20.000 kcal/h μέχρι και εκατομμύρια θερμ/ώρα (κατά παραγγελία).

Ένα ακόμα στοιχείο που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, είναι ότι σε περίπτωση μελλοντικής επέκτασης του συστήματος θέρμανσης κάποιας ημιτελούς οικοδομής, υπάρχει δυνατότητα αύξησης της Θ.Ι. (kcal/h) στους χαλύβδινους λέβητες, παρά μι με την αντικατάστασή τους. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να προβλέπονται τα απαιτούμενα θερμικά φορτία για τους μελλοντικούς ορόφους και να προμηθευόμαστε τον κατάλληλο

χαλύβδινο λέβητα ή κάποιον χυτοσίδηρο που θα μπορούμε να προσθέσουμε στοιχεία (φέτες) στο μέλλον.

?

### **Χυτοσίδηροι λέβητες**

Οι χυτοσιδηροί (μαντεμένιοι) λέβητες αποτελούνται από συναρμολογημένα χυτοσιδηρά κομμάτια τα στοιχεία ή φέτες.

Παρά το υψηλότερο για την Ελλάδα κόστος τους, προτιμούνται συνήθως από τους χαλύβδινους γιατί παρουσιάζουν τα εξής βασικά πλεονεκτήματα:

- Δεν σκουριάζουν (μεγάλη διάρκεια ζωής)
- Μεταφέρονται ευκολότερα σαν λυμένοι
- Παρέχουν τη δυνατότητα αύξησης της θερμικής ισχύς τους (μέσα σε κάποια όρια)
- Σε περίπτωση βλάβης κάποιου στοιχείου από κακή χύτευση, αντικαθίσταται εύκολα
- Παρά το μεγαλύτερο βάρος τους, καταλαμβάνουν μικρότερο όγκο.

Όπως και στους χαλύβδινους λέβητες, έτσι και στους χυτοσιδηρούς η μορφή θαλάμου καύσης σε συνδυασμό με τις διαδρομές των καυσαερίων και το μέγεθος θερμενόμενης επιφάνειας, συντελούν αποφασιστικά στην διαμόρφωση θερμοκρασίας εξόδου των καυσαερίων από το λέβητα σε αποδεκτά επίπεδα ( $t_k < 200^\circ\text{C}$ ) και στην επίτευξη υψηλού βαθμού απόδοσης ( $\eta > 90\%$ ).

Σήμερα όλοι οι αξιόλογοι κατασκευαστές χυτοσιδηρών λεβήτων πετρελαίου κατασκευάζουν λέβητες με στρογγυλές και όχι ορθογωνικές φέτες για ομοιόμορφη κατανομή στην περιφέρεια, των διαστολικών τάσεων, σε περίπτωση θερμικού σοκ, το οποίο υφίσταται συνήθως στο θάλαμο καύσης κατά τη διάρκεια του ανάματος.

Ο κυλινδρικός θάλαμος καύσης είναι ο ιδανικός για την κυλινδρική φλόγα πετρελαίου.

Ένα ακόμη κοινό γνώρισμα των λεβήτων ποιότητας είναι η λειτουργία τους με το σύστημα των τριών πλήρων διαδρομών καυσαερίων και ο σχεδιασμός τους για καύση πετρελαίου με πιεστικούς καυστήρες.

?

Αν δεχθούμε ότι η διάβρωση του χυτοσίδηρου, είναι ακόμη πολύ μικρή (εκτιμάται γύρω στο 1/10 mm το χρόνο -πειραματικά), τότε θα πρέπει οι χυτοσιδηροί λέβητες να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Όμως υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη στην επιλογή ενός καλού λέβητα.

Μερικοί από αυτούς είναι το ομοιόμορφο πάχος και η μέθοδος χύτευσης μαντεμιού, η αντοχή του σε δυσμενείς θερμικές καταπονήσεις (ελαστικότητα υλικού) κ.α. Για παράδειγμα σε εγκαταστάσεις θέρμανσης που λειτουργούν χωρίς βάνα ανάμιξης και με υψηλές θερμοκρασίες νερού (70 + 90 °C) προκαλούνται συχνά λόγω της διακοπόμενης λειτουργίας του λέβητα, ανομοιόμορφες καταπονήσεις των θερμικών επιφανειών του.

### **Λέβητες χαμηλών θερμοκρασιών**

Οι γνωστές κρίσεις του πετρελαίου και η ευρύτητα πλέων συνειδητοποίηση της ανάγκης προστασίας τον περιβάλλοντος έχουν επιβάλλει μια νέα τεχνολογία στη κατασκευή των λεβήτων, που η κεντρική της ιδέα συνίσταται στα εξής:

Μέγιστη εκμετάλλευση ενέργειας με ελάχιστη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Όπως όλοι γνωρίζουμε οι ανάγκες για θέρμανση ποικίλουν ανάλογα με την εποχή, το είδος του κτίσματος (καλά μονωμένο η όχι ) κτλ. Με αποτέλεσμα να χρειαζόμαστε πάντα νερό θερμοκρασίας 90 °C

Αν λειτουργήσουμε όμως τους συμβατικούς λέβητες σε χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω των 70 °C) τότε τα μειονεκτήματα είναι δυο:

**α) Διάβρωση του λέβητα** εξαιτίας της συμπύκνωσης (υγροποίηση) των καυσαερίων και

**β) Χαμηλός βαθμός απόδοσης.** Συνήθως οι συμβατικοί λέβητες επιτυγχάνουν έναν μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης που κυμαίνεται γύρω στο 65-70 %.

Οι αποδόσεις που μετρούνται με υψηλές θερμοκρασίες και με πλήρες φορτίο είναι οι ενδεδειγμένες, γι' αυτό οφείλουμε να ανατρέχουμε στα σχετικά διάγραμμα των κατασκευαστών.

Με αλλά λόγια χρειάζεται να υπάρχει ένας λέβητας που να είναι σε θέση λειτουργήσει με καλό βαθμό απόδοσης >85 % σε ποικίλες συνθήκες λειτουργίας χωρίς να ρυπαίνει το περιβάλλον και με την μεγαλύτερη δυνατή διάρκεια ζωής.

Τα παραπάνω μπορούμε να πούμε ότι έχουν επιτευχθεί σε ικανοποιητικό βαθμό την νέα γενιά λεβήτων τους στροβηλολέβητες.

Οι στροβηλολέβητες διαθέτουν πτερύγια με κυματοειδές σχήμα που αυξάνουν την επιφάνεια συναλλαγής και προκαλούν τον στροβιλισμό των καυσαερίων επακόλουθο τον υψηλότερο βαθμό εκμεταλλεύσεις των.

Ακόμα ο φλογοθάλαμος του στροβηλολέβητα δεν ψύχεται, όπως συμβαίνει στους συμβατικούς φλογαυλωτούς λέβητες, κατά τα διαστήματα διακοπής της λειτουργίας τους με αποτέλεσμα να μειώνονται δραστικά οι απώλειες κατά την αρχική φάση επαναλειτουργίας του καυστήρα.

Τα παραπάνω σε συνδυασμό με μια τέλεια καύση (ποιότητα = ρύθμιση καυστήρα και μια καλή μόνωση έχουν σαν φυσικό επακόλουθο την μέγιστη εκμετάλλευση της ενέργειας και τον υψηλό βαθμό απόδοσης του στροβηλολέβητα σε όλες τις θερμοκρασίες.

Συνίσταται η αντικραδασμική κατασκευή των βάσεων , ώστε ν' αποφεύγονται θόρυβοι που δημιουργούνται από στοιχεία της εγκατάστασης που συνδέονται με το λέβητα.

### **Καύση**

Σαν καύση εννοούμε τη διαδικασία εκείνη (χημική αντίδραση ) στην οποία παίζουν κύριο ρόλο η καύσιμη ύλη και το οξυγόνο, με αποτέλεσμα την παραγωγή θερμότητας, με άλλα λόγια την παραγωγή θερμικής ενέργειας.

Η παραπάνω διαδικασία ονομάζεται τέλεια καύση, όταν τα στοιχεία που συνθέτουν αναμιγνύονται σε βάθος και πλήρως , με την απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου. Επειδή στην πράξη δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί καθαρό οξυγόνο για λόγους οικονομίας και ασφάλειας, το οξυγόνο παίρνεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα.

Δεδομένης της εκατοστιαίας σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα, μπορούμε να καταλήξουμε στον απαιτούμενο αέρα, προκειμένου να επιτύχουμε μια τέλεια καύση ενός καύσιμου, αποτελούμενου από άνθρακα, υδρογόνο, θείο και οξυγόνο.

Σαν τελικά προϊόντα καύσης έχουμε τις ενώσεις  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  και  $\text{H}_2\text{O}$ .

Στην πράξη όμως, το φαινόμενο της καύσης επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες έτσι ώστε να μην μιλάμε για μια τέλεια καύση.

Για παράδειγμα στην περίπτωση των λεβήτων με καυστήρες πετρελαίου το τελικό προϊόν  $\text{SO}_2$  ενώνεται με το οξυγόνο του σε περίσσια συχνά εισπνεόμενου αέρα, σχηματίζει το  $\text{SO}_3$ , που με την παρουσία υδρατμών δημιουργεί το θειικό οξύ ένα από τα ισχυρότερα διαβρωτικά.

Επίσης μια κακή καύση μεταξύ άλλων δυσκολεύει τη μετάδοση θερμότητας, αυξάνει το κόστος συντήρησης και λειτουργίας των λεβήτων.

## **Συντήρηση λέβητων**

Η συντήρηση του λέβητα επί τόπου αναφέρεται κύριος στον καθαρισμό διαδρομής των καυσαερίων. Για τη συντήρηση του λέβητα πρέπει να γίνει διακοπή ηλεκτρικής παροχής και απομάκρυνση του καυστήρα.

Ακόμη στην αρχή και μια φορά κατά τη διάρκεια της εποχιακής λειτουργίας, πρέπει να γίνει ένας έλεγχος καύσης, για να διαπιστωθεί ότι η απόδοση του λέβητα δεν είναι κατώτερη απ' αυτή που ορίζουν οι κανονισμοί.

### **Έλεγχος καλής λειτουργίας**

Ο έλεγχος αυτός πρέπει να γίνει από ειδικευμένο συντηρητή καυστήρων και περιλαμβάνει τα εξής:

α) Λειτουργία του καυστήρα επί ½ ώρα και θέρμανση του νερού στους 80°C

β) Έλεγχος του δείκτη R<sub>z</sub> (μπάκαρα) και ρύθμιση του καυστήρα έτσι ώστε να είναι κάτω από 2.

γ) Μέτρηση του CO<sub>2</sub>.

Σύμφωνα με τους κανονισμούς ΕΛΟΤ ένας καλός καυστήρας πρέπει να δίνει CO<sub>2</sub> ≥ 10% για λέβητες 10.000-45.000 Kcal/h, πάνω από 11% για λέβητες 45.000-300.000 Kcal/h, και πάνω από 12% για λέβητες 300.000-1.000.000 Kcal/h.

δ) Μέτρηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων στη βάση της καπνοδόχου (0,4m από το λέβητα). Για να έχουμε οικονομική λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης πρέπει η θερμοκρασία αυτή να μην περνάει τους 280 °c. Αν τους περνάει πρέπει να μικρύνουμε τα μπέκ ή να βάλουμε στριβιλιστήρες στα τούμπα (ελατήρια κτλ.).

### **Απαραίτητα όργανα**

Τα όργανα με τα οποία μπορούμε να κάνουμε έλεγχο μιας κεντρικής θέρμανσης είναι:

α) Μετρητής περιεκτικότητας CO<sub>2</sub> στα καυσαέρια.

β) Μετρητής θερμοκρασίας στα καυσαέρια και στο χώρο του λεβητοστάσιου.

γ) Κανόνας υπολογισμού του βαθμού απόδοσης από τα στοιχεία που δίνουν οι μετρητές α και β.

δ) Μετρητής του δείκτη κάπνας (με αντλία, φίλτρα και πίνακα συγκρίσεις).

ε) Μετρητής ελκυσμού καπνοδόχου.

### **Μετρήσεις**

α. Σημειώνουμε στο φύλλο έλεγχου τη θερμοκρασία αέρα του χώρου του λεβητοστάσιου που δείχνει το θερμόμετρο.

β. Τοποθετούμε το θερμόμετρο στην τρύπα στο οριζόντιο τμήμα της καπνοδόχου (καπναγωγό) και σημειώνουμε την θερμοκρασία καυσαερίων T<sub>κ</sub>.

γ. Υπολογίζουμε τη διάφορα  $\Delta T = T_{\kappa} - T_{\alpha}$  και την τιμή αυτή τοποθετούμε κάτω την τιμή του CO<sub>2</sub> στον υπολογιστικό κανόνα (που περιέχεται στο βαλιτσάκι) ή στο διάγραμμα του παρακάτω σχήματος. Έτσι βρίσκουμε τον εσωτερικό βαθμό απόδοσης που σημειώνουμε στο φύλλο ελέγχου.

### **Συντήρηση οργάνων μέτρησης**

α. Αλλαγή υγρού στο μετρητή μετά από 300 περίπου μετρήσεις.

β. Τακτικό λάδωμα αντλίας μετρητή κάπνας

γ. Τακτικό καθάρισμα αντλιών από υπολείμματα κάπνας.

δ. Αποθήκευση των οργάνων, όταν δεν χρησιμοποιούνται για πολύ καιρό (π.χ. καλοκαίρι) σε δροσερό, ξηρό μέρος.

ΝΟΜΑΡΧΙΑ.....

ΚΛΙΜΑΚΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΓΙΟΤΟΤΗΤΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

## ΦΥΛΛΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

### Α.ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- |                                   |                         |
|-----------------------------------|-------------------------|
| 1. Πόλη/Συνοικία .....            | 8. Ονομαστική ισχύς     |
| λέβητα.....kcal                   |                         |
| 2. Οδός/Αριθμός .....             | 9. Κατασκευαστής/Τύπος  |
| λέβητα....                        |                         |
| 3. Είδος και χρήση οικοδομής .... |                         |
| .....                             |                         |
| 4. Όγκος οικοδομής .....          | 10. Κατασκευαστής/Τύπος |
| καυστήρα                          |                         |
| 5. Ονοματεπώνυμο                  | ιδιοκτήτη.....          |
| .....                             |                         |
| .....τηλ.....                     | 11. παροχή              |
| μπέκ.....GPH                      |                         |
| 6. Ονοματεπώνυμο υπευθύνου...     | 12. Είδος               |
| καυσίμου.....                     |                         |
| .....τηλ.....                     | 13. Προμηθευτής         |
| καυσίμου.....                     |                         |
| 7. Ονοματεπώνυμο συντηρητή...     |                         |
| .....τηλ.....                     |                         |
| .....τηλ.....                     | 14. Εγκατεστημένοι      |
| αυτοματισμοί...                   |                         |
| .....                             |                         |



15. Μόνωση λέβητα Δεν υπάρχει/κακή/μέτρια  
 16. Μόνωση σωληνώσεων Δεν υπάρχει/κακή/μέτρια  
 17. Λεβητοστάσιο σύμφωνα με ΓΟΚ : ΝΑΙ-ΟΧΙ

#### Β. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

1. Θερμοκρασία καυσαερίων.....°c 5. Ελκυσμός  
 καπνοδόχου..... mmΥΣ 2. Θερμά. χώρου λεβητοστασίου..... °c  
 6. Πίεση αντλίας καυστήρα..... bar  
 3. Διοξείδιο του άνθρακα (CO2)..... % 7. Πίεση εστίας  
 λέβητα..... bar  
 4. Δείκτης αιθάλης ( bacharach).....

#### Γ. ΥΠΟΛΟΠΙΣΜΟΙ

1. Εσωτερικός βαθμός απόδοσης ... %  
 2. Παροχή πετρελαίου.....kg/h  
 3. Φόρτιση λέβητα.....kcal/h

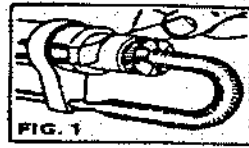
#### Δ.ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ

.....  
 .....  
 .....  
 Ο ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ Ο ΕΚΓΙΡΟΣΩΠΟΣ ΤΗΣ Ο  
 ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ  
 ΤΟΥ ΚΕΠΠΕ ΤΟΠΙΚΗΣ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΤΗΣ  
 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

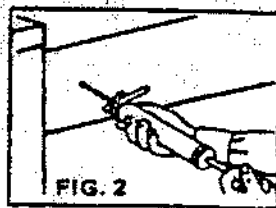
## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

### ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΕΩΣ

(Για δοκιμαστή καυστήρα λαδιού)



1) Σχιστέ την ταινία από το δελτίο του διάτρητου χάρτινου φίλτρου (μέσα στο φάκελο κλίμακα καπνού). Χαλαρώστε τη βίδα του σφικτήρα, εισάγεται το τέλος

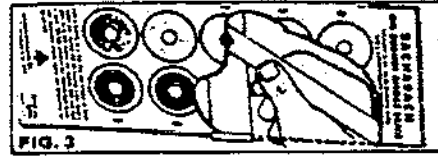


της ταινίας του χαρτιού στην σχισμή και σφικτέ την βίδα του σφικτήρα, απελευθερώστε τον δειγματοληπτικό σωλήνα από την λαστιχένια βαρελοειδή λαβή.

2) Εισάγεται τον δειγματοληπτικό σωλήνα, τουλάχιστον 2/2 ίντσες μέσα στο καπναγωγό μέσα από την 9/32 διάμετρο τρυπά που βρίσκεται μεταξύ κλίβανου/λέβητα στομίου του καπναγωγού και του ρυθμιστή ρευμάτων κυκλοφορίας.

3) Τραβήξτε το χερούλι της συσκευής μέσα από δέκα πλήρη διαδρομές αντλήσεως (σχ.2)

4) Αφαιρέστε τον δειγματοληπτικό σωλήνα από τον καπναγωγό, χαλαρώστε τη βίδα του σφικτήρα και αφαιρέστε το χάρτινο φίλτρο.



5) Ταιριάξτε το χρώμα του σημείου καπνού πάνω στην ταινία του χάρτινου φίλτρου στο πλησιέστερο σημείο από τα δέκα σημεία της κλίμακας καπνού καυστήρα λαδιού. Συγκρίνοντας το χρώμα του σημείου καπνού στον πίνακα, γλιστρήστε την ταινία του χάρτινου φίλτρου μεταξύ μιας από την κλίμακα καπνού και τη γλιστρά του άσπρου πλαστικού, βλέποντας το σημείο καπνού στο χάρτινο φίλτρο μέσα από το παράθυρο στο κενό των χρωματιστών σημείων στην κλίμακα καπνού με το σημείο καπνός πίσω από την άσπρη πλαστική γλιστρά (σχ.3)

6) Πάρτε προσθετά δείγματα που απαιτούνται σφίγγοντας την ταινία του χάρτινου φίλτρου στην σχισμή έτσι ώστε το προηγούμενο σημείο να είναι εμφανές έξω από τη σχισμή.

## **Μετρητής CO<sub>2</sub>**

### **Χειρισμός /Συντήρηση**

#### **Εισαγωγή**

Το μοναδικό χαρακτηριστικό του FYRITE είναι ότι το απορροφούμενο ρευστό χρησιμοποιείται σαν το ενδεικτικό ρευστό έτσι ώστε ένα συσκευασμένο δοχείο να παίρνει τη θέση και των δυο και του βαθμολογημένου σωλήνα και του σωληνίσκου απορροφητικότητας.  
?

**Η επιθεώρηση του FYRITE πριν και κατά την διάρκεια του ελέγχου.**

#### **Έλεγχος πριν τη χρήση**

Για να διασφαλιστεί ο κατάλληλος χειρισμός του FYRITE και τα αξιόπιστα αποτελέσματα ελέγξτε τα ακόλουθα:

## **Το επίπεδο του ρευστού του FYRITE**

Το επίπεδο του ρευστού του FYRITE, με το FYRITE σε κάθετη θέση, η κορυφή της στήλης του ρευστού δεν πρέπει να είναι λιγότερη από το 1/8 τη ίντσας ή το πολύ τα 5/8 της ίντσας πάνω από το πάτο του κέντρου του διαμετρήματος του FYRITE, με την προϋπόθεση να είναι επιτρεπτή η διαβάθμιση της κλίμακας και να είναι στο μηδέν.

Όταν το FYRITE εξαerώνεται σε κάθετη θέση, πρέπει να είναι πιθανή η ρύθμιση της κλίμακας στο μηδέν στην κορυφή της στήλης του ρευστού. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, προσθέστε ή μετακινήστε μικρό πόσο ρευστού.

## **Βασικός χειρισμός FYRITE επί τοις εκατό Διοξειδίου του Άνθρακα**

Απαιτούνται τέσσερα βασικά βήματα όταν κάνουμε μια ανάλυση:

Μοντέλο FYRITE (Διοξειδίου του άνθρακα)

(Κόκκινο υγρό)

- α) Εξαerώστε και ρυθμίστε την κλίμακα στο μηδέν.
- β) Δειγματοληψία εντός της αντλίας του FYRITE.
- γ) Απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα από τη δειγματοληψία.
- δ) Διαβάστε το % του διοξειδίου του άνθρακα στην κλίμακα.

## **Χειρισμός του FYRITE διοξειδίου του άνθρακα (κόκκινο υγρό)**

1) Κρατείστε το FYRITE όρθια και μακριά από το πρόσωπο. Πίστε τη βαλβίδα του Έμβολου (στιγμαία) για να δώσεις διέξοδο στο FYRITE και απελευθέρωσε.

2) Αντέστρεψε το FYRITE

Κρατά σε μικρή γωνία για να διοχετεύσεις το υγρό στο πάνω ρεζερβουάρ.

3) Γυρνά το όρθια. Κρατά το FYRITE σε 45° γωνία στιγμιαία για να επιστρέψει το υγρό στάζοντας να διοχετευθεί στο κάτω ρεζερβουάρ.

4) Κρατά το FYRITE σε όρθια θέση και μακριά από το πρόσωπο. Πίεσε τη βαλβίδα του εμβόλου (στιγμιαία) και απελευθέρωσε.

5) Κρατώντας το FYRITE όρθια, χαλαρώστε την ασφάλεια πίσω από την κλίμακα.

Γλίστρησε την κλίμακα μέχρι το πάνω μέρος της στήλης του υγρού, να είναι στη ίδια γραμμή με το «0» της κλίμακας. Σφίξε την ασφάλεια της κλίμακας.

**Προσοχή:** Όταν καθορίζεις το «0» της κλίμακας, κρατά το FYRITE κατακόρυφα και ευθυγράμμισε με τα μάτια την ώρα που τοποθετείς την κλίμακα στο πάνω μέρος της στήλης του υγρού.

6) Για να διοχετεύσεις δείγμα αερίου μέσα στο FYRITE εισήγαγε το ανοικτό άκρο του μεταλλικού σωλήνα που περιέχει το δείγμα, στο χώρο ανάλυσης του αερίου.

Κρατά το FYRITE σε όρθια θέση και τοποθέτησε το λαστιχένιο συνδετήρα της δειγματοληπτικής συσκευής πάνω από τη βαλβίδα του Έμβολου.

Πίεσε τη βαλβίδα του Έμβολου σταθερά με την κορυφή του συνδετήρα.

Διοχέτευσε το δείγμα συμπιέζοντας και απελευθερώνοντας την αναρροφητική βαλβίδα δεκαοχτώ φορές. Στη διάρκεια της 18ης συμπιέσεως της βαλβίδας (με τη βαλβίδα ξεφουσκωμένη) απελευθέρωσε την κορυφή του συνδετήρα και τη βαλβίδα του Έμβολου.

7) Απορρόφησε το δείγμα του αερίου στο FYRITE εισάγοντας, μέχρι το υγρό να στάξει στο πάνω ρεζερβουάρ, μετά γυρνά το όρθια για να στάξει το υγρό στο κάτω ρεζερβουάρ. Επανέλαβε τη διαδικασία μια φορά.

8) Κρατά το FYRITE σε 45° γωνία στιγμιαία για να επιτρέψεις στα σταγονίδια του υγρού να στάξουν στο κάτω ρεζερβουάρ.

9) Με το FYRITE κρατημένο όρθια, επέτρεψε στο υγρό που είναι στη στήλη, να σταθεροποιηθεί για μερικά δευτερόλεπτα. Τότε αμέσως διάβασε το ποσοστό του διοξειδίου του άνθρακα στην κλίμακα έχοντας ως σημείο αναφοράς την κορυφή της στήλης του υγρού.

### Υπολογισμός καπνοδόχου

Όταν το ύψος είναι ορισμένο η διατομή της καπνοδόχου, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E = \frac{1}{\eta} \frac{R}{\sqrt{h}}$$

Όπου: E = Επιφάνεια καπνοδόχου (m<sup>2</sup>)

R = Βάρος καυσαερίων (Kg/h)

$\eta$  = Συντελεστής εξαρτώμενος από το ύψος και τη διατομή της καπνοδόχου. Αυτός δίνεται από τον πίνακα (5.15).

h = Ύψος καπνοδόχου (m).

Το βάρος των καυσαερίων υπολογίζεται από τη σχέση:

$$R = \frac{3,2Q}{1000} \text{ (Kg/h)}$$

Όπου: Q = Θερμική ισχύς του λέβητα (Kcal/h).

Αυτός ο τρόπος υπολογισμού ισχύει όταν υπάρχουν οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

1. Σαν ελάχιστη διατομή λαμβάνεται επιφάνεια 14 x 20 cm έστω και αν από τον υπολογισμό έχει προκύψει μικρότερη.

Τιμές του συντελεστή μορφής καπνοδόχου ( $\eta$ ) σε συνάρτηση με τη θερμική ισχύ του λέβητα  $Q \cdot 10^{-3}$  (σε Kcal/h)

Διατομή				Ύψος καπνοδόχου (m)					
Ορθογωνι κή cm x cm	Διάμε- τρος cm	Επιφάνεια m <sup>2</sup>		10	12	15	20	25	30
20x20	23	0,040	Q	50	50	55			
			$\eta$	1300	1200	1100			
20x27	26	0,054	Q	70	75	80	90	95	
			$\eta$	1400	1300	1250	1200	1100	
27x27	30	0,073	Q	110	115	125	140	150	180
			$\eta$	1500	1450	1400	1350	1300	1250
27x40	33	0,108	Q	165	180	190	210	240	250
			$\eta$	1550	1500	1450	1400	1400	1350
40x40	45	0,160	Q	250	280	300	320	360	380
			$\eta$	1600	1600	1550	1500	1450	1400
40x43	52	0,212	Q	-	400	420	470	500	550
			$\eta$		1700	1650	1600	1550	1500
53x53	60	0,28	Q	-	-	600	660	720	770
			$\eta$			1750	1700	1650	1600
53x66	67	0,35	Q	-	-	800	870	950	1000
			$\eta$			1850	1800	1750	1700
66x66	75	0,44	Q	-	-	-	1100	1200	1300
			$\eta$				1850	1800	1750
66x85	84	0,56	Q	-	-	-	-	1600	1700
			$\eta$					1850	1800
72x92	92	0,66	Q	-	-	-	-	1800	2100
			$\eta$					1900	1850
85x85	96	0,72	Q	-	-	-	-	2100	2300
			$\eta$					1900	1850

2. Ο ελκυσμός του λέβητα είναι 4 mm στήλης νερού (αυτό τον ελκυσμό έχουν οι περισσότεροι χυτοσιδηροί λέβητες).

3. Το οριζόντιο τμήμα της καπνοδόχου είναι μικρότερο από το 1/4 του ύψους της.

4. Η καπνοδόχος είναι εσωτερική ή αν είναι αδύνατο να γίνει εσωτερική έχει θερμική μόνωση.

5. Αν οι διαστάσεις ορθογωνικής διατομής είναι  $\alpha \times \beta$  τότε να ισχύει:

$$\frac{2}{3} \leq \frac{\alpha}{\beta} \leq 1$$

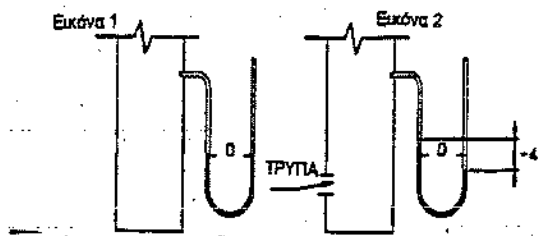
6. Για ύψη καπνοδόχου μικρότερα από τα 10m δεν ωφελεί τον ελκυσμό η αύξηση της διατομής που αντιστοιχεί στο ύψος των 10m. Σε τέτοια περίπτωση καλόν είναι να τοποθετηθεί καυστήρας με μεγαλύτερο ελκυσμό ή να τοποθετηθεί ανεμιστήρας για τη δημιουργία εξαναγκασμένου ελκυσμού.

Ο πίνακας (5.15) περιλαμβάνει τις διατομές της καπνοδόχου για μια σειρά ορισμένων υψών. Για διαφορετικά ύψη η διατομή πρέπει να υπολογιστεί από την άνω σχέση.



## ΚΑΜΙΝΑΔΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ

Η καμινάδα είναι μία καλά ποσοτικοποιημένη ροή που μεταφέρει τα προϊόντα της καύσης και τα εναποθέτει στην ατμόσφαιρα.



Ας θεωρήσουμε τη καμινάδα που εμφανίζεται στο σχήμα στην οποία έχουμε εφαρμόσει μανόμετρο υδάτινης στήλης.

Εάν η θερμοκρασία στο εσωτερικό της καμινάδας είναι ίδια με την εξωτερική θερμοκρασία, π.χ.  $15^{\circ}\text{C}$ , η πίεση στο εσωτερικό θα είναι ίδια με την εξωτερική πίεση και άρα το μανόμετρο ύδατος θα παραμείνει στη θέση «0» και δε θα έχουμε «ένδειξη».

Εάν ο αέρας στο εσωτερικό της καμινάδας θερμανθεί στους  $150^{\circ}\text{C}$  π.χ. και η εξωτερική θερμοκρασία παραμείνει στους  $15^{\circ}\text{C}$ , μία διαφορά πίεσης δημιουργείται ανάμεσα στον εσωτερικό και τον εξωτερικό χώρο της καμινάδας και ο αέρας στο εσωτερικό της καμινάδας γίνεται ελαφρύτερος με τάση να ανέβει προς τα πάνω.

Αυτό το φαινόμενο αποδεικνύεται αν παρατηρήσουμε τα δύο επίπεδα του ύδατος, που επιτυγχάνονται από τους δύο κλάδους του μανόμετρου. Μπορούμε να δούμε το νερό να πέφτει από τη πλευρά που βρίσκεται υπό ατμοσφαιρική πίεση και ανεβαίνει από τη πλευρά που δε βρίσκεται (εικ.2).

Η διαφορά ανάμεσα στα δύο επίπεδα καθορίζει τη διαφορά πίεσης (έλκυσμός) σε χιλιοστά υδάτινης στήλης (π.χ.  $-4\text{mm Υδ.στ.}$ ). Είναι δε σε συνάρτηση με τη διαφορά θερμοκρασίας (ανάμεσα στο εσωτερικό και το εξωτερικό της καμινάδας) και το ύψος της καμινάδας.

Αν δημιουργήσουμε ένα άνοιγμα στη βάση της καμινάδας, το κενό μέσα στη καμινάδα θα τραβήξει αέρα απ' έξω. Ας υποθέσουμε ότι ο αέρας που έλκεται από το εξωτερικό εισχωρεί στη καμινάδα έχοντας ήδη υψηλή θερμοκρασία (έστω 150°C) και άρα δεν ψύχει το εσωτερικό της καμινάδας. Γι' αυτή τη περίπτωση, η διαφορά πίεσης που μετράμε με το υδάτινο μανόμετρο θα είναι χαμηλότερη (από -4mm Υδ. στ. θα πάει στο -3mm Υδ.στ. ή -2mm Υδ.στ.) γιατί η ροή αερίου που εισέρχεται και ανεβαίνει πρέπει να υπερνικήσει τις απώλειες λόγω τριβής ανάμεσα στα μόρια που αποτελούν τον αέρα και στα τοιχώματα της καμινάδας.

Εάν μεγαλώσουμε το μέγεθος του ανοίγματος, η διαφορά πίεσης που διαβάζουμε στο μανόμετρο πέφτει και συνεχίζει να πέφτει όσο μεγαλώνουμε το άνοιγμα έως ότου δεν υπάρχει διαφορά πίεσης (0 mm Υδ.στ.).

Εάν τώρα εφαρμόσουμε ένα ανεμιστήρα στο άνοιγμα (κατάλληλης ικανότητας), με το διάφραγμα ρύθμισης εντελώς κλειστό και τον εκκινήσουμε, η θερμοκρασία στο εσωτερικό της καμινάδας παραμένει στους 150°C και η στάθμη παραμένει στα 4mm Υδ.στ. Εάν σταδιακά ανοίξουμε το διάφραγμα αέρα θα δούμε ότι η ένδειξη του μανόμετρου σταδιακά θα μειώνεται μέχρι να προσεγγίσει τη τιμή των 0 mm Υδ.στ.

Αν ανοίξουμε κι' άλλο το διάφραγμα αέρα, το μανόμετρο ύδατος δείχνει θετικές τιμές πίεσης από 0<sub>a</sub>+1 +2,...+9. Αυτό συμβαίνει επειδή μπαίνει στη καμινάδα τόσο μεγάλη ποσότητα αέρα ώστε δεν είναι το κενό που τον αποφορτίζει, αλλά ο ανεμιστήρας που πιέζει τον αέρα και υπερνικά την αντίσταση ανάμεσα στον αέρα και τα τοιχώματα της καμινάδας και ανάμεσα στα μόρια του αέρα.

Εφαρμόστε τώρα ένα λέβητα κενού στη καμινάδα. Εάν ο καυστήρας είναι κλειστός, το κενό που μετράται στο λέβητα και στη καμινάδα είναι 4 mm Υδ.στ. Ανάβουμε το καυστήρα σε πολύ χαμηλή ροή (1) και τα προϊόντα της καύσης περνάνε μέσα από το θάλαμο καύσης, το κύκλωμα

του λέβητα και ξεφορτώνονται στη καμινάδα. Αφού η φλόγα είναι πολύ μικρή, η ποσότητα των προϊόντων καύσης είναι πολύ μικρή και αν υποθέσουμε ότι η καμινάδα είναι καλά διαστασιολογημένη η τιμή κενού που μετράμε παραμένει στα 4 mm Υδ.στ., ενώ η τιμή που μετράμε μέσα στο λέβητα πέφτει, ας πούμε, στα 2mm Υδ.στ. Αυξάνοντας το ρυθμό ροής καυσίμου (2) και φυσικά τον αέρα καύσης, υπάρχει μία αντίστοιχη αύξηση των προϊόντων της καύσης και στην αντίσταση του ξεφορτώματός τους.

Κατά συνέπεια, το κενό στο λέβητα καταργείται και το μανόμετρο νερού στο λέβητα πηγαίνει στα 0mm Υδ.στ. Μεγαλώνοντας κι' άλλο το ρυθμό ροής (3) και τον αντίστοιχο αέρα καύσης, με αντίστοιχη αύξηση των προϊόντων της καύσης, δεν είναι πλέον η καμινάδα που ελκύει αλλά ο ανεμιστήρας του καυστήρα που πιέζει για να υπερκινήσει την αντίσταση του ξεφορτώματος και έτσι το μανόμετρο δίνει θετικές τιμές της πίεσης +1,+2.....+9 mm Υδ.στ. κλπ. Είδαμε πώς λειτουργεί θεωρητικά ένας λέβητας με πιεστικό θάλαμο καύσης, όπου δεν είναι η κάμινάδα που απορροφά τα καυσαέρια αλλά ο ανεμιστήρας του καυστήρα που τα πιέζει προς τα έξω.

Η πίεση του θαλάμου καύσης σε ένα πιεστικό λέβητα εξαρτάται από τη ποσότητα του καυσίμου που καίγεται στο θάλαμο καύσης άρα, όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα καυσίμου που καίγεται τόσο μεγαλύτερη είναι η πίεση στο θάλαμο καύσης. Προφανώς ένας πιεστικός λέβητας πρέπει να συνοδεύεται από καυστήρα ικανό να υπερκινήσει τη πίεση στο θάλαμο καύσης. Ο καυστήρας αυτός, που ονομάζεται «πιεστικός», λειτουργεί σωστά με λέβητες πιεστικούς, ή λέβητες κενού, αρκεί η μέγιστη και η ελάχιστη ικανότητα που δηλώνεται από το κατασκευαστή του καυστήρα να λαμβάνεται υπόψη.

## ΣΥΝΔΕΣΗ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ-ΛΕΒΗΤΑ ΚΑΙ ΚΑΜΙΝΑΔΑ

Οι καλύτερες συνθήκες εγκατάστασης είναι όταν έχουμε το λέβητα όσο πιο κοντά γίνεται στη καμινάδα έτσι ώστε η σύνδεση καμινάδας-λέβητα να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη σε μήκος.

Ο ελκυσμός (τράβηγμα αέρα) της καμινάδας εξαρτάται από τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα από τον εσωτερικό και τον εξωτερικό χώρο της καμινάδας: πρακτικά, όσο πιο ζεστά είναι τα καυσαέρια τόσο πιο καλός είναι ο ελκυσμός.

Πρέπει να έχουμε υπόψη ότι τα καυσαέρια εξέρχονται από το λέβητα σε μία συγκεκριμένη θερμοκρασία κατόπιν περνάνε μέσα από τη σύνδεση λέβητα - καμινάδας και την καμινάδα. Η θερμοκρασία τους μειώνεται εξαιτίας απώλειας θερμότητας αφού οι καμινάδες που χρησιμοποιούμε δεν μπορούν να μονωθούν τελείως.

Η τιμή της θερμοκρασίας που καθορίζει το αποτέλεσμα του ελκυσμού από τη μέση θερμοκρασία που υπάρχει στη καμινάδα

= θερμοκρασία στην έξοδο του λέβητα+θερμοκρασία στο καπάκι της καμινάδας

### 2

Γι' αυτό το λόγο συνιστάται το όλο κύκλωμα, από την έξοδο του λέβητα έως το καπάκι της καμινάδας, να είναι καλά μονωμένο και επαρκώς σφραγισμένο στα σημεία ενώσεων, για να αποφύγουμε την είσοδο κρύου αέρα που θα έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας των καυσαερίων. Οι καμινάδες είναι φτιαγμένες από μονωτικό υλικό για να μειώσουν στο ελάχιστο τις απώλειες θερμότητας (βλ.σχέδιο).

Το καπάκι της καμινάδας πρέπει να είναι κατασκευασμένο κατά τρόπο τέτοιο ώστε να μην επηρεάζεται από τον άνεμο και πρέπει να προεξέχει από τη ταράτσα για να μη της απαγορεύει ο άνεμος να μεταφέρει τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα.

Πρέπει να έχουμε υπόψη ότι αν για τον οποιοδήποτε λόγο (πχ. παρουσία ανέμου) τα καυσαέρια δεν ελευθερώνονται σωστά, ο λόγος αέρα /καυσίμου για τον οποίο έχουμε ρυθμίσει το καυστήρα επηρεαστεί.

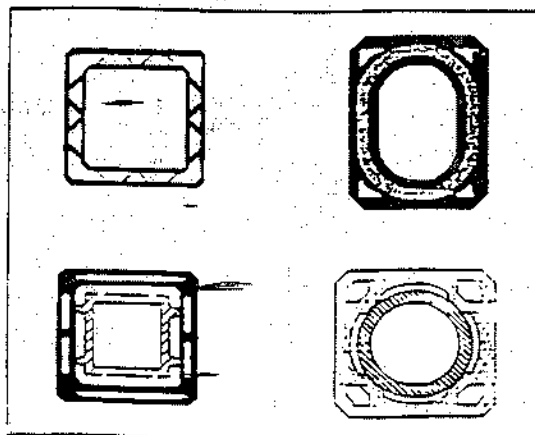
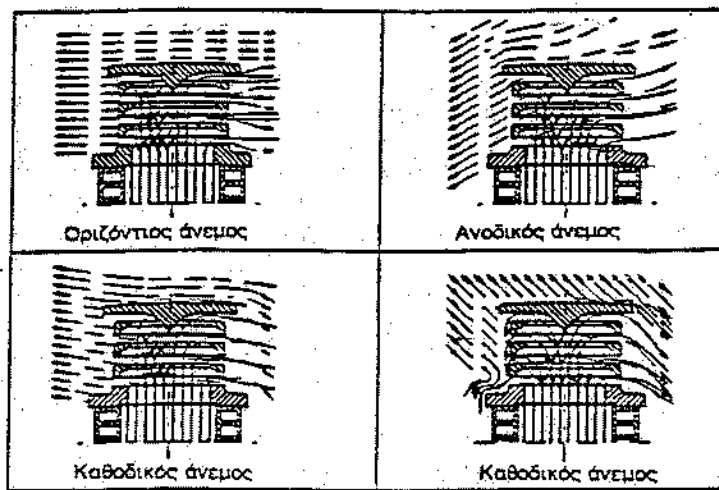
Πρακτικά, η ποσότητα αέρα που έχουμε ρυθμίσει για σωστή καύση μειώνεται και ακολούθως η αιθάλη των καυσαερίων αυξάνεται αν χρησιμοποιούμε υγρά καύσιμα, είτε η περιεκτικότητα σε μονοξείδιο του άνθρακα αυξάνεται αν χρησιμοποιούμε αέριο καύσιμο.

Αυτό προφανώς είναι πολύ σοβαρό όταν καίμε αέριο καύσιμο εξαιτίας της υψηλής τοξικότητας του μονοξειδίου του άνθρακα (μπορεί να προκαλέσει θάνατο) και της πιθανότητας έκρηξης.

Το ίδιο μπορεί να ειπωθεί για επιτοίχιους λέβητες και γι' αυτό το λόγο κάθε επιτοίχιος λέβητας πρέπει να έχει τη δική του καμινάδα με έξοδο στην ταράτσα εκτός από επιτοίχιους λέβητες κασσίτερου (tin wall boilers) που μπορούν να έχουν καμινάδα στο τοίχο.

Η διατομή της καμινάδας μπορεί να είναι κυκλική, τετραγωνισμένη ή ορθογωνική. Η προτιμότερη διατομή είναι η κυκλική επειδή υπάρχουν μειωμένες πιθανότητες τα τοιχώματα της καμινάδας να εμφανίσουν κραδασμούς και έτσι θα είναι πιο αθόρυβη η λειτουργία.

Πρέπει να έχουμε υπόψη όταν χρησιμοποιούμε καμινάδα με ορθογωνική διατομή, το μήκος της μεγάλης πλευράς δεν πρέπει να ξεπερνάει το διπλάσιο της μικρής πλευράς.



Διαφορετικές διατομές προκατασκευασμένων καμινάδων

## ΧΗΜΕΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

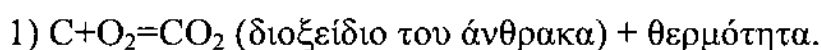
Θεωρούμε ότι είναι η κατάλληλη στιγμή να πούμε ότι η καύση καυσίμων ουσιών γίνεται πάντοτε με την εκπομπή καυσίμων αερίων συνεπώς, για να επιτύχουμε τη καύση ξύλου, κάρβουνου, πετρελαίου κλπ. είναι απαραίτητο λοιπόν να φέρνουμε το καύσιμο σε θερμοκρασία τόσο υψηλή που να εκπέμπει εύφλεκτο ατμό (αέριο). Προφανώς αυτό δεν είναι απαραίτητο για καύσιμα που είναι ήδη σε αέρια κατάσταση (μεθάνιο, προπάνιο κλπ.).

Η παραδοσιακή καύση είναι το χημικό φαινόμενο της οξείδωσης του καυσίμου και συνεπώς είναι απαραίτητο να έχουμε στο θάλαμο καύσης, εκτός από το καύσιμο, αρκετό οξυγόνο έτσι ώστε να λαμβάνει χώρα πλήρης καύση.

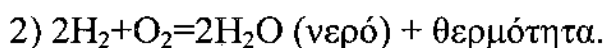
Επαρκής ποσότητα οξυγόνου παρέχεται επιτρέποντας στον αέρα του δωματίου να εισχωρήσει στο θάλαμο καύσης μέσω ανεμιστήρα. Ο αέρας έχει περιεκτικότητα σε οξυγόνο ( $O_2$ ), κατ' όγκο, 20,9% και το υπόλοιπο 79,1% αποτελείται πρακτικά από άζωτο (N). Όταν λοιπόν επιτρέπουμε σε αρκετή ποσότητα οξυγόνου να εισχωρήσει στο θάλαμο καύσης είναι αναπόφευκτο να επιτρέπουμε την είσοδο ενός σημαντικού ποσού αζώτου το οποίο, προφανώς, δεν λαμβάνει μέρος στη καύση. Τα συνήθη καύσιμα (ντήζελ, μαζούτ, μεθάνιο, προπάνιο κλπ.) έχουν σαν κύρια συστατικά τον άνθρακα (χημικός συμβολισμός "C") και το υδρογόνο (χημικός συμβολισμός "H")

Το ποσοστό "C" και "H" διαφέρει από καύσιμο σε καύσιμο.

Η καύση (η χημική αντίδραση της οξείδωσης) λαμβάνει χώρα σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:



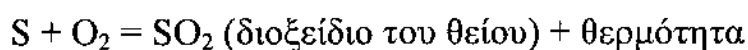
Στην πράξη, ο άνθρακας που περιέχεται στο καύσιμο καίγεται και ενώνεται με το οξυγόνο " $O_2$ " που περιέχεται στον αέρα, μετατρέποντάς το σε διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ ) και αναπτύσσει θερμότητα. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι άχρωμο άοσμο και δεν είναι τοξικό.



Στην πράξη δύο μόρια υδρογόνου " $2H_2$ " ενώνονται μεταξύ τους με οξυγόνο " $O_2$ " στον αέρα και μετατρέπονται σε 2 μόρια νερού " $2H_2O$ " και αναπτύσσουν θερμότητα.

Εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας το νερό που σχηματίζεται κατά τη διάρκεια της καύσης είναι στο στάδιο του ατμού και γι' αυτό είναι άχρωμο και άοσμο.

Σε υγρά καύσιμα υπάρχει επίσης και ένα ορισμένο ποσοστό θείου (χημικός συμβολισμός "S"): 0,5% στο ντήζελ και έως 3% στο μαζούτ. Η καύση του θείου πραγματοποιείται σύμφωνα με τον ακόλουθο τύπο:



Στην πράξη, το θείο "S" που περιέχεται στο καύσιμο καίγεται και ενώνεται με οξυγόνο "O" του αέρα και το μετατρέπει σε διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) και αναπτύσσει θερμότητα.

Το διοξείδιο του θείου έχει οξύτατη και δυσάρεστη οσμή.

### ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Η προηγούμενη περιγραφή αναφέρεται σε πλήρη καύση που λαμβάνει χώρα με επαρκή ποσότητα οξυγόνου, δηλαδή αέρα.

Εάν η ποσότητα αέρα δεν επαρκεί τότε δεν λαμβάνει χώρα πλήρης καύση και ένα μέρος άνθρακα "C" δεν καίγεται.

Σ' αυτή την περίπτωση, εάν χρησιμοποιήσουμε υγρά καύσιμο, θα έχουμε εμφάνιση καπνού στο θάλαμο καύσης και στη καμινάδα.

Όταν χρησιμοποιούμε αέριο καύσιμο σχηματίζεται ένα σημαντικό ποσό μονοξειδίου του άνθρακα "CO". Αυτό το αέριο είναι αόρατο και ιδιαίτερα τοξικό (δηλητηριώδες).

Θα πρέπει να έχουμε υπόψη ότι όταν καίμε αέριο με ανεπαρκή ποσότητα αέρα, δεν υπάρχει ορατή ένδειξη καπνού και άρα δεν είναι δυνατό να κρίνουμε με σιγουριά εάν η καύση του αερίου γίνεται σωστά.

Η χημική αντίδραση καύσης του άνθρακα με ανεπαρκή ποσότητα αέρα είναι ή ακόλουθη:  $C + O = CO$  (μονοξείδιο του άνθρακα) + θερμότητα

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι άχρωμο, άοσμο και άγευστο και γι αυτό η παρουσία του δεν γίνεται αντιληπτή. Είναι δυνατόν να μετρηθεί μόνο με τα κατάλληλα όργανα. Η μέγιστη επιτρεπτή τιμή δεν μπορεί να ξεπερνά το 0,1% (1000 ppm).



Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι εύφλεκτο αέριο και αν η συγκέντρωσή του στον αέρα της καμινάδας πλησιάσει μια συγκεκριμένη υψηλή τιμή μπορεί να γίνει σπινθήρας και να εκραγεί.

Με βάση την τελευταία παρατήρηση, είναι δυνατό να συμπαιράνει κανείς ότι μπορεί να είναι πολύ επικίνδυνο να ρυθμίζει κανείς με το χέρι το διάφραγμα ρύθμισης αέρα ενός καυστήρα αερίου όταν ο καυστήρας είναι ήδη αναμμένος. Πρέπει επίσης να έχουμε υπόψη ότι το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ιδιαίτερα δηλητηριώδες για ανθρώπους και ζώα και ότι ακόμη και μικρές ποσότητες από αυτό μπορεί να προκαλέσουν σοβαρές ασθένειες, ακόμη και το θάνατο.

Σχέσεις μετατροπής μονάδων μέτρησης:

$$p \text{ ppm} \times 1,25 = \text{mg/m}^3$$

$$p \text{ ppm} \times 1,07 = \text{mg/kWh}$$

Ο τύπος υπολογισμού της μέγιστης ποσότητας μονοξειδίου του άνθρακα (CO) που απαιτείται για στοιχειομετρική καύση είναι ο ακόλουθος:

ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΚΟ CO<sub>2</sub> x ΜΕΤΡΗΜΕΝΟ CO

ΜΕΤΡΗΜΕΝΟ CO<sub>2</sub>

#### **ΣΗΜΕΙΩΣΗ:**

Ο τύπος αερίου που κανονικά μοιράζεται σήμερα σε πόλεις για εσωτερική χρήση και θέρμανση είναι το μεθάνιο. Το αέριο μεθάνιο δεν περιέχει μονοξείδιο του άνθρακα και γι' αυτό πρακτικά οι άνθρωποι που θέλουν να αυτοκτονήσουν αναπνέοντας το αέριο αυτό αποτυγχάνουν. Πάντως, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η κακή καύση αερίου μεθανίου (όπως και των άλλων αερίων) εξαιτίας ανεπαρκούς ποσότητας αέρα καύσης, έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία σημαντικής ποσότητας μονοξειδίου του άνθρακα που είναι ουσία ιδιαίτερα τοξική.

Πρέπει να σημειώσουμε εδώ ότι το αέριο μεθάνιο είναι πρακτικά άοσμο και για να διαπιστώσουμε την παρουσία του, εφόσον υπάρχει διαρροή, οι εταιρίες διανομής αερίου το αρωματίζουν χρησιμοποιώντας αέρια με την χαρακτηριστική οσμή (mercaptans) που ο περισσότερος κόσμος αποδίδει στο αέριο.

### **ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ CO ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ**

Το μονοξείδιο του άνθρακα ή CO είναι άγευστο και εύφλεκτο (δημιουργεί μια όχι ιδιαίτερα, φωτεινή μπλε φλόγα), επιπρόσθετα επειδή η πυκνότητά του είναι ελαφρώς μικρότερη από αυτή του αέρα, αναμιγνύεται με τον αέρα και δημιουργεί ένα εκρηκτικό μίγμα.

Δημιουργείται στις περιπτώσεις που εμφανίζεται ατελής καύση (ανεπαρκές οξυγόνο) με στοιχεία που περιέχουν άνθρακα.

Ο χρήστης μιας “εσωτερικής” εγκατάστασης μπορεί χωρίς να το γνωρίζει να διατρέχει μεγάλο κίνδυνο, εάν για τον οποιονδήποτε λόγο, υπάρχει ελάττωμα στην καύση. Το ποσοστό του CO στα καυσαέρια ενός αυτοκινήτου που χρησιμοποιεί πετρέλαιο ποικίλει από 0,3 έως 15%, μπορούμε να το βρούμε σε γκαράζ (0,01-0,02%).

Οι βλαβερές του επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό είναι ευρύτερα γνωστές και δυστυχώς ο αριθμός θανάτων που οφείλονται στο μονοξείδιο του άνθρακα είναι ακόμη ιδιαίτερα υψηλός. Το μονοξείδιο του άνθρακα απορροφάται μέσω των οργάνων αναπνοής και φθάνει απ'ευθείας στο αίμα. Η ευκολία ένωσης με την αιμοσφαιρίνη είναι 300 φορές μεγαλύτερη από ότι αυτή του οξυγόνου. Η αιμοσφαιρίνη που ενώνεται με το μονοξείδιο του άνθρακα σχηματίζει την ανθρακώδη αιμοσφαιρίνη, η οποία δεν μπορεί να δεσμεύσει οξυγόνο και άρα δεν μπορεί πλέον να ικανοποιήσει τις ανάγκες σε οξυγόνο ενός ζώντος οργανισμού.

Επιπρόσθετα, αυτή η ένωση είναι ιδιαίτερα σταθερή και διασπάται μόνο με την παρουσία μεγάλης ποσότητας οξυγόνου.

Αποδεικνύεται ότι ο βαθμός σχηματισμού αυτής της ένωσης εξαρτάται από το μονοξείδιο του άνθρακα που υπάρχει στον αέρα που αναπνέουμε, όπως επίσης ότι και η ελάττωσή της εξαρτάται από τη συγκέντρωσή της στο αίμα. Οι επιδράσεις στην φυσιολογία του ανθρώπινου οργανισμού ποικίλουν, σε σχέση με το ποσοστό του CO στον αέρα, το χρόνο έκθεσης και φυσικά το ποσό του αέρα που αναπνεύσαμε, γι' αυτό το λόγο οι επιπτώσεις σ' ένα ζώντα οργανισμό ποικίλουν ανάλογα με το αν ξεκουράζεται (αργές αναπνοές) ή αν βρίσκεται σε κίνηση (γρήγορη αναπνοή).

Οι επιδράσεις ποικίλουν από ένα ελαφρό πονοκέφαλο μετά από 10 ώρες έκθεσης σε αέρα με περιεκτικότητα 0,01% (100 ppm)  $\text{CO}$ , ναυτία με αναπνευστικές δυσκολίες, μετά από 2 ώρες έκθεσης για κάποιον που βρίσκεται σε κίνηση σε περιβάλλον με 0,02% (200 ppm), σε λιποθυμία μετά από 15 λεπτά έκθεσης, για κάποιον που ξεκουράζεται σε χώρο με συγκέντρωση  $\text{CO}$  της τάξης του 1% (10.000 ppm).

Σε έντονη μόλυνση, το θύμα αρχικά αισθάνεται πονοκέφαλο, ταχυκαρδία, ζαλάδα και ναυτία. Αν δεν απομακρυνθεί από τις επιδράσεις του αερίου τα συμπτώματα θα είναι, αδυναμία, υπνηλία, απώλεια αισθήσεων και τελικά θάνατος. Στις περιπτώσεις όπου άνθρωποι σώθηκαν πριν την θανατηφόρα επίδραση του αερίου, η αναπνοή τους σταδιακά επέστρεψε σε κανονικά επίπεδα, αλλά ο παλμός της καρδιάς παρέμεινε γρήγορος για αρκετή ώρα. Οι επιδράσεις του μονοξειδίου του άνθρακα στον ανθρώπινο οργανισμό φαίνονται στο διάγραμμα. Αφού εντοπίσουμε τις επιπτώσεις που έχει σε ζώντες οργανισμούς η εισπνοή  $\text{CO}$ , είναι εμφανές ότι έχει πρωταρχική σημασία οι άνθρωποι να μην έρχονται σε επαφή με αυτό το θανατηφόρο αέριο: ο σχηματισμός του δεν πρέπει να επιτρέπεται ή τουλάχιστον να περιορίζεται στο ελάχιστο.

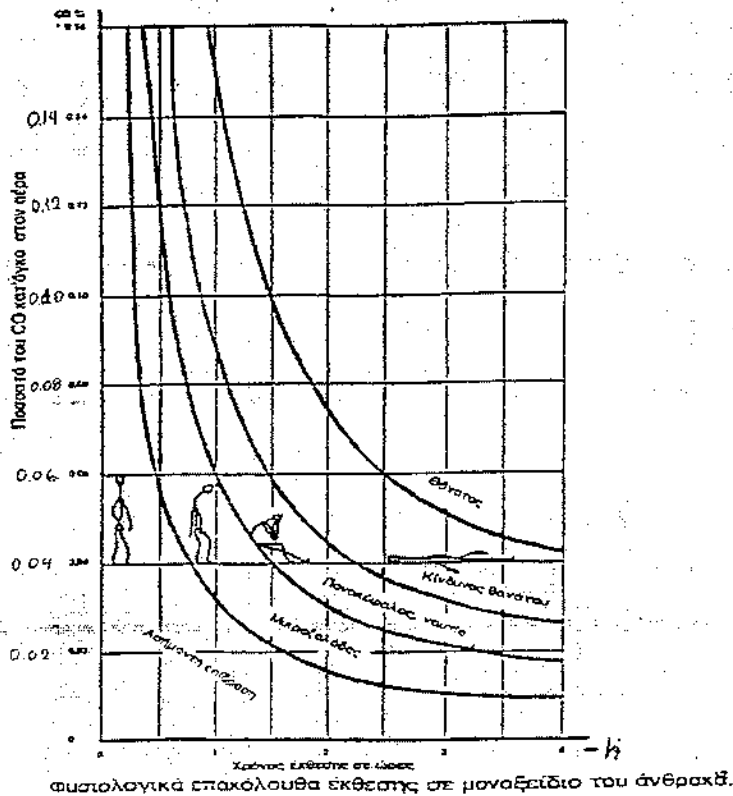
Εάν αυτό είναι αδύνατο τότε θα πρέπει να διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα μέσω κατάλληλων αγωγών/καμινάδων κλπ.

Αυτό πρέπει να γίνεται για ατομικές μονάδες θέρμανσης, ιδιωτικά γκαράζ και οπουδήποτε υπάρχει η πιθανότητα σχηματισμού CO.

**ΠΡΟΣΟΧΗ** Επιτρέψατε την είσοδο σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποσότητα αέρα στο χώρο, ανοίγοντας όλα τα παράθυρα, πόρτες κλπ., πριν επέμβετε για να βοηθήσετε κάποιον που εμφανίζει ολική ή μερική απώλεια των αισθήσεων για να αποφύγετε την εισπνοή μονοξειδίου του άνθρακα (CO).

Θα πρέπει επίσης να τονιστεί ότι, εάν η κακή καύση μπορεί να περιοριστεί ή να εξαλειφθεί, αυτό θα συνεισφέρει αρκετά και στην απόδοση του καύσιμου που χρησιμοποιείται.

Σε γενικές γραμμές, η απόδοση ενός συνήθους παραγωγού θερμότητας θα πέσει κατά 5% για κάθε ποσοστό CO των προϊόντων καύσης.



Ας προσπαθήσουμε τώρα να τοποθετήσουμε πρακτικά τα προαναφερθέντα φαινόμενα σε συνάρτηση με τη θεωρία της καύσης.

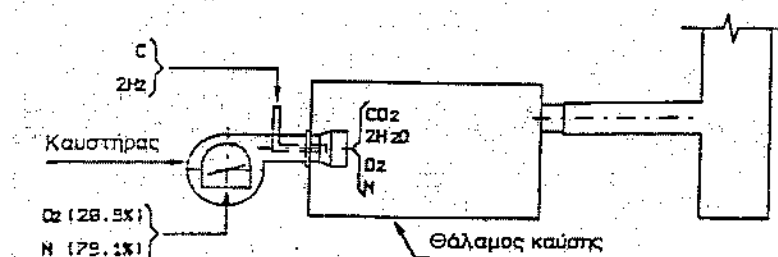
Τα συνήθη καύσιμα (ντίζελ, μαζούτ, μεθάνιο, προπάνιο κλπ) αποτελούνται κυρίως από άνθρακα και υδρογόνο και το ποσοστό παρουσίας τους, σ' ένα καύσιμο πρέπει να θεωρείται σταθερό (πχ. μαζούτ =86%, H=13%, S=1%). Εάν η καύση είναι πλήρης (επαρκής ποσότητα αέρα καύσης σωστά αναμεμιγμένη με καύσιμο) όλος ο άνθρακας (C) μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και όλο το υδρογόνο (H) μετατρέπεται σε νερό (H<sub>2</sub>O) υπό μορφή ατμού.

Από την ως άνω περιγραφή, αποδεικνύεται ότι το ποσό του διοξειδίου του άνθρακα και του νερού (σε μορφή ατμού) που σχηματίζεται κατά τη καύση είναι σταθερό για τον τύπο του καυσίμου που λαμβάνουμε υπόψη.

Το οξυγόνο (O<sub>2</sub>) που απαιτείται για τη καύση παρέχεται μέσω του ανεμιστήρα του καυστήρα και επιτρέπει στον αέρα να εισχωρήσει στο θάλαμο καύσης.

Ο αέρας αποτελείται από 20,9% οξυγόνο (O<sub>2</sub>) και 79,1% άζωτο (N) κατ' όγκο.

Η ως άνω περιγραφή φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα:



Πρέπει να έχουμε υπόψη ότι στη πράξη, για να επιτύχουμε πλήρη καύση είναι απαραίτητο να παρέχουμε μεγαλύτερη ποσότητα αέρα (περίσσεια αέρα) από αυτή που θεωρητικά απαιτείται (στοιχειομετρική).

Ο αέρας που ο καυστήρας διοχετεύει στο θάλαμο καύσης είναι συνήθως στη θερμοκρασία του δωματίου που βρίσκεται ο λέβητας (μιά σχετικά χαμηλή θερμοκρασία).

Ο επιπλέον αέρας που εισχωρεί στο θάλαμο καύσης και τα προϊόντα καύσης ονομάζονται καυσαέρια και κανονικά εξέρχονται από το λέβητα σε μία σχετικά υψηλή θερμοκρασία (200-300°C).

Αποδεικνύεται ότι όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία των καυσαερίων που εξέρχονται του καυστήρα, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσό θερμότητας που «χάνεται» από την καμινάδα.

Αυτή η απώλεια θερμότητας μέσω της καμινάδας καλείται «αισθητή απώλεια θερμότητας» (sensible heat loss) και είναι προφανές ότι όσο μικρότερο είναι το ποσό της περίσσειας αέρα που εισχωρεί στο θάλαμο καύσης, τόσο μικρότερη είναι η ποσότητα «αισθητής απώλειας θερμότητας».

Η περίσσεια αέρα υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$E\% = \left\{ \frac{\text{CO}_2 \text{ θεωρητικό}}{\text{CO}_2 \text{ μετρημένο}} - 1 \right\} \chi 100$$

### ΝΙΤΡΙΚΑ ΟΞΕΙΔΙΑ (NO<sub>x</sub>)

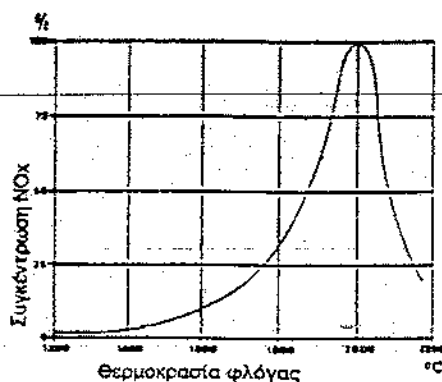
Τα τελευταία χρόνια η εκπομπή νιτρικών οξειδίων (NO<sub>x</sub> =NO<sub>1</sub>, NO<sub>2</sub> κλπ.) βρίσκεται υπό έλεγχο για την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Ο σχηματισμός αυτής της ομάδας νιτρικών οξειδίων προέρχεται κυρίως από το άζωτο που περιέχει ο αέρας που εισχωρεί στο θάλαμο καύσης για καύση (ο αέρας έχει περιεκτικότητα 79,1% σε άζωτο) και από την πολύ μικρή ποσότητα αζώτου που περιέχεται σε υγρά καύσιμα: ντήζελ και μαζούτ.

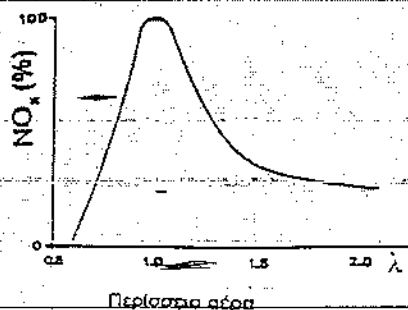
Τα υγρά καύσιμα περιέχουν άζωτο (0,02%-0,6%) η ποσότητα του οποίου εξαρτάται από τη πηγή του ακατέργαστου πετρελαίου.

Ο σχηματισμός των NO<sub>x</sub> εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία της φλόγας. Σχηματίζονται σε χώρους όπου η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη

από 1300°C και αυξάνεται ραγδαία σε χώρους που η θερμοκρασία είναι υψηλή (βλ.διάγραμμα).



Ο σχηματισμός των NOx επηρεάζεται επίσης από την περίσσεια αέρα καύσης (λάμδα λ) όπως εμφανίζεται στο διάγραμμα.



Το υψηλό θερμικό φορτίο του θαλάμου καύσης συνήθως δημιουργεί μεγαλύτερη θερμοκρασία φλόγας και διευκολύνει το σχηματισμό των NOx:

Ανάλογα με τον τύπο του υγρού καυσίμου που χρησιμοποιούμε καθώς και με το μοντέλο του καυστήρα διακρίνουμε τα ακόλουθα χαρακτηριστικά, σε σχέση με την παραγωγή NOx:

A. Οι καυστήρες αερίου με αναρρόφηση αέρα έχουν αρκετά μεγάλη έκλυση NOx χάρις στην υψηλή θερμοκρασία καύσης εξαιτίας του ότι η τελευταία γίνεται σε περιβάλλον πλούσιο σε αέρα (οξυγόνο) που απορροφάται ξανά, όχι μακριά από τα μπέκ, από την ίδια τη ροή του αερίου.

B. Οι καυστήρες αερίου με ανεμιστήρα εάν λειτουργούν σωστά, επιτρέπουν τη διατήρηση της έκλυσης του NOx σε επιτρεπτά όρια (οι

τιμές μειώνονται περίπου στο μισό συγκρινόμενες με τους καυστήρες με αναρρόφηση).

Γ. Οι καυστήρες ντήζελ με ανεμιστήρα έχουν έκλυση οξειδίων NOx αρκετά υψηλή, συνήθως υψηλότερη από τους αντίστοιχους που λειτουργούν με αέριο.

Δ. Οι καυστήρες μαζούτ έχουν αρκετά υψηλή έκλυση NOx.

Τα νιτρικά οξείδια είναι αέρια που διευκολύνουν το σχηματισμό όξινης βροχής (νιτρικό οξύ HNO<sub>3</sub>) και του νέφους. Είναι ενώσεις ιδιαίτερα ερεθιστικές για τον ανθρώπινο οργανισμό και μπορεί να προκαλέσουν χρόνια βρογχίτιδα και πνευμονικό εμφύσημα.

Είναι δυνατό να μετρήσουμε ακριβώς το ποσοστό του NOx που βρίσκεται στα καυσαέρια με αξιόπιστα όργανα σε εργαστήριο (φωτοχημικά) όργανα όμως τα οποία είναι ιδιαίτερα ακριβά και πρακτικά αμετακίνητα. Είναι δυνατό επίσης να τοποθετηθούν φορητά ηλεκτρονικά όργανα απ' ευθείας πάνω στο σύστημα (ηλεκτροχημικό κύτταρο) αλλά και αυτά κοστίζουν πολύ και η μέχρι τώρα χρήση τους για τη μέτρηση των NOx έχει δείξει ότι δεν μπορούμε να βασιζόμαστε σε αυτά. Η μονάδα μέτρησης του NOx είναι τα p.p.m. (μέρη για κάθε εκατομμύριο), mg/m<sup>3</sup> ή mg/kwh.

Οι σχέσεις μετατροπής από τη μία μονάδα στην άλλη είναι:

$$\text{mg/m}^3 = \text{p.p.m.} \times 2,04$$

$$\text{mg/kwh} = \text{p.p.m.} \times 1,75$$

Αυτές οι μετρήσεις αναφέρονται (μέσω υπολογιστή ενσωματωμένου στο όργανο) και διαβάζονται σε σχέση με τη τιμή του οξυγόνου στα καυσαέρια, συνήθως σε σχέση 3% του οξυγόνου ή 0% του οξυγόνου στα καυσαέρια στην έξοδο του θαλάμου εκτόνωσης (καπνοθαλάμου). Η βαλβίδα εξόδου NOx μπορεί να μετατραπεί για στοιχειομετρική καύση με την ακόλουθη σχέση:

$$\underline{\text{Στοιχείο μετρικό CO}_2} \times \text{Μετρηθέν NOx}$$



## Μετρηθέν CO<sub>2</sub>

Πιστεύεται ότι περίπου το 10% του NO<sub>x</sub> που διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα από τις διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες (βιομηχανία, αυτοκινητόδρομοι, θέρμανση) μπορεί να αποδοθεί στα παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης.

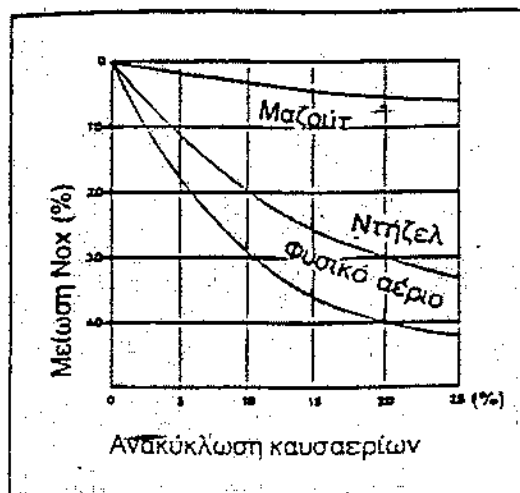
Ο μηχανισμός που χρησιμοποιείται στις μέρες μας για να ελαττώσει το σχηματισμό και την έκλυση NO<sub>x</sub> στους καυστήρες με ανεμιστήρα, βασίζεται , ανακύκλωση των καυσαερίων απευθείας πάνω στην κεφαλή καύσης και άρα στον ίδιο το θάλαμο καύσης. Για καυστήρες με θερμικό φορτίο αρκετά περιορισμένο για να επιτύχουμε αυτό το αποτέλεσμα, η κεφαλή καύσης πρέπει να μελετηθεί και κατασκευασθεί κατάλληλα (βλ. διάγραμμα).

Για καυστήρες με υψηλή θερμαντική ισχύ γίνεται ανακύκλωση των καυσαερίων που συλλέγονται από την έξοδο του θαλάμου καύσης και μεταφέρονται ξανά στην κεφαλή καύσης που είναι κατάλληλα διαμορφωμένη.

Αυτό το σύστημα αποτελείται από τον αγωγό αερίων, ανεμιστήρα ρυθμιζόμενο διάφραγμα (βλ. διάγραμμα).

Τα καυσαέρια είναι φτωχά σε οξυγόνο και γι' αυτό η μεταφορά τους στη φλόγα κάνει πιο αργή τη καύση, μειώνοντας τη θερμοκρασία της φλόγας καύσης και άρα μειώνει τον σχηματισμού NO<sub>x</sub>. Η ποσότητα καυσαερίων που ανακυκλώνονται είναι κατά μέσο όρο 20%.

Το διάγραμμα δίνει πληροφορίες αναφοράς για τις πιθανές τιμές:



?

Ζυγίζοντας το νερό που σχηματίστηκε και πολλαπλασιάζοντας με τη θερμότητα εξάτμισης 1kg νερού (638Kcal), είναι δυνατό να βρούμε την θερμότητα που απαιτήθηκε για την εξάτμιση ολόκληρης της ποσότητας νερού που σχηματίστηκε. Αφαιρώντας άνω την ανωτέρα θερμογόνο δύναμη το ποσό της θερμότητας που απαιτήθηκε για να εξατμίσει το νερό που σχηματίστηκε, μπορούμε να προσδιορίσουμε τη κατωτέρα θερμογόνο δύναμη.

Η κατωτέρα (καθαρή) θερμογόνος δύναμη χρησιμοποιείται κανονικό στους υπολογισμούς που αφορούν τις εγκαταστάσεις θέρμανσης. Πρέπει εδώ να εξηγήσουμε γιατί χρησιμοποιούμε τη κατωτέρα (καθαρή) θερμογόνο δύναμη αντί για την ανωτέρα θερμογόνο δύναμη.

Αυτό συμβαίνει γιατί στις συνήθεις εγκαταστάσεις θέρμανσης (λέβητες, μονάδες παραγωγής ζεστού αέρα, φούρνους κλπ.) Το νερό που σχηματίστηκε κατά τη καύση φεύγει μαζί με τα καυσαέρια μέσω της καμινάδας (σε μορφή ατμού) και γι' αυτό συμπαρασύρει το ποσό θερμότητας που του αντιστοιχεί.

Αυτή η θερμότητα συνήθως δεν χρησιμοποιείται από το λέβητα, αφού όπως περιγράψαμε, το νερό που σχηματίζεται κατά τη καύση δεν

υγροποιείται αλλά απελευθερώνεται μέσω της καμινάδας υπό τη μορφή ατμού.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι το ποσό νερού που σχηματίζεται κατά τη καύση, υπό μορφή ατμού, είναι περίπου 0,6 λίτρα για κάθε kg ντήζελ ή μαζούτ και περίπου 1,6 λίτρα για κάθε  $\text{Nm}^3$  αερίου μεθανίου.

### ΑΠΟΔΟΣΗ:

Για να υπολογίσουμε τη θερμική ισχύ που αναπτύσσεται στο θάλαμο καύσης, πολλαπλασιάζουμε τη κατώτερα θερμογόνο δύναμη του καυσίμου που χρησιμοποιούμε με το ποσό καυσίμου που διέρχεται από το θάλαμο καύσης κάθε ώρα.

Εάν το καύσιμο υλικό είναι ντήζελ ή μαζούτ, η ποσότητα ανά ώρα εκφράζεται σε  $\text{kg/h}$ , εάν είναι αέριο μεθάνιο εκφράζεται σε  $\text{Nm}^3/\text{h}$ .  
Ας υποθέσουμε ότι καίμε  $10\text{kg/h}$  ντήζελ. Πολλαπλασιάζουμε αυτό το νούμερο με την κατώτερα τιμή θερμογόνου δύναμης για το ντήζελ ( $10.200 \text{ kcal/kg}$ ) θα έχουμε :  $10\text{kg/h} \times 10.200 \text{ kcal/h} = 102.000 \text{ kcal/h}$  που είναι η θερμική ισχύς που αναπτύσσεται στο θάλαμο καύσης.

Εάν το καύσιμο που χρησιμοποιείται είναι αέριο μεθάνιο, η διαδικασία είναι η ίδια: πολλαπλασιάζουμε τα  $\text{Nm}^3/\text{h}$  αερίου μεθανίου με τη τιμή της κατώτερας θερμογόνου δύναμης που είναι  $8.550 \text{ kcal/Nm}^3$ . Έτσι λοιπόν, εάν καίμε  $10\text{Nm}^3/\text{h} \times 8.550 \text{ Kcal/Nm}^3 = 85.500 \text{ Kcal/h}$  είναι η θερμική ισχύς που αναπτύσσεται στο χώρο καύσης.

Η ισχύς στο θάλαμο καύσης (ισχύς που ξοδεύεται) ισοδυναμεί με το 100% της ισχύος που αναπτύσσεται και αποτελείται από την αποδιδόμενη ισχύ και τη χαμένη ισχύ.

Η αποδιδόμενη ισχύς είναι αυτή που απορροφάται από το νερό που ζεσταίνεται σε καζάνι ζεστού νερού (παραδοσιακό καζάνι που χρησιμοποιείται για θέρμανση). Ο όρος αυτός αναφέρεται και σε ατμολέβητες, λέβητες πετρελαίου και μονάδες παραγωγής ζεστού αέρα.

Η απώλεια ισχύος οφείλεται σε:

α) Απώλειες καμινάδας από αισθητή θερμότητα (τα καυσαέρια εξέρχονται σε μία σχετικά υψηλή θερμοκρασία) και υπολογίζεται ότι είναι ανάμεσα από το 8 έως 20% της ισχύος του θαλάμου καύσης.

β) Απώλειες καμινάδας εξαιτίας λανθάνουσας θερμότητας (άκαυστο υλικό). Πρέπει να έχουμε υπόψη ότι εάν η καύση γίνεται σωστά η λανθάνουσα θερμότητα είναι πρακτικά αμελητέα.

γ) Απώλειες λόγω ακτινοβολίας θερμότητας από τα τοιχώματα του λέβητα (η μόνωση του λέβητα δεν μπορεί να εξαλείψει εντελώς τη διαφυγή θερμότητας στον εξωτερικό χώρο) που υπολογίζονται μεταξύ 0,5 και 2% της θερμικής ισχύος στο θάλαμο καύσης.

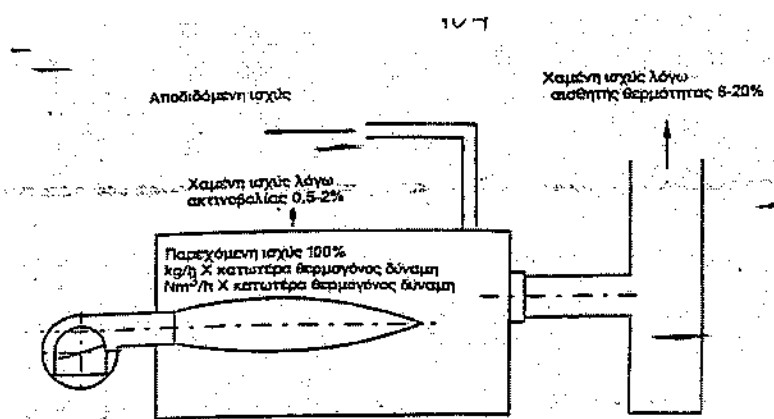
Εάν ο λέβητας είναι εγκατεστημένος στον ίδιο χώρο με αυτό που πρέπει να θερμάνει, τότε προφανώς αυτή η θερμότητα δεν πρέπει να θεωρείται απώλεια.

Το σκεπτικό που περιγράψαμε εδώ παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχέδιο, από το οποίο βλέπουμε ότι:

$$\text{Αποδιδόμενη ισχύς} = 100 - (20+2) = 78\%$$

$$\text{Αποδιδόμενη ισχύς} = 100 - (8+0,5) = 91,5\%$$

Οι τιμές που εκφράζονται σε ποσοστά ανταποκρίνονται στην απόδοση συμπεριλαμβανομένης της απόδοσης λέβητα ή της μονάδας παραγωγής θερμού αέρα.



Από τα παραπάνω προκύπτει ότι για να μετρήσουμε την απόδοση ενός λέβητα ή άλλου παρόμοιου μηχανήματος είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε:

Την παρεχόμενη ισχύ (ισχύς θαλάμου καύσης).

Την ισχύ που χάνεται στη καμινάδα λόγω αισθητής θερμότητας.

Την ισχύ που χάνεται στο περιβάλλον λόγω ακτινοβολίας.

Αυτές οι μετρήσεις μπορούν να γίνουν με ικανοποιητική ακρίβεια σε ένα καλά εξοπλισμένο εργαστήριο αλλά δεν είναι δυνατό να γίνουν στους χώρους που είναι συνήθως εγκατεστημένοι οι λέβητες, γιατί είναι πρακτικά αδύνατο να μετρηθούν οι απώλειες λόγω ακτινοβολίας.

Η συνήθης πρακτική είναι να μετράται μόνο η απώλεια λόγω αισθητής θερμότητας και αυτό μας επιτρέπει να υπολογίσουμε την «απόδοση της καύσης».

Με αυτό τον ορισμό, πρόθεσή μας είναι να καθορίσουμε το ποσοστό θερμικής ισχύος, που δεσμεύεται από το λέβητα σε σχέση με το θερμικό φορτίο που αναπτύσσεται από τη καύση του καυσίμου στο θάλαμο καύσης. Το ποσοστό της θερμικής ισχύος που δεσμεύεται από το λέβητα αποτελείται από:

Ισχύ του θαλάμου καύσης - χαμένη ισχύς στη καμινάδα εξαιτίας αισθητής θερμότητας.

Η ισχύς που χάνεται στη καμινάδα λόγω αισθητής θερμότητας είναι σε άμεση συνάρτηση με τη θερμοκρασία των καυσαερίων που εξέρχονται του λέβητα και της περισσειας αέρα που υπάρχει όταν λαμβάνει χώρα η καύση.

Είναι προφανές ότι όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία των καυσαερίων και η περίσσεια αέρα, τόσο μεγαλύτερη είναι η απώλεια θερμικής ισχύος στη καμινάδα εξαιτίας αισθητής θερμότητας.

Η καταμέτρηση των παραμέτρων που μας επιτρέπουν τον υπολογισμό των απωλειών εξαιτίας αισθητής θερμότητας, στο χώρο που είναι εγκατεστημένος ο λέβητας, είναι σχετικά εύκολος. Απαιτείται απλά:

1) Να μετρήσουμε το ποσοστό (κατ' όγκο) του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που βρίσκεται στα καυσαέρια χρησιμοποιώντας εύκολα στη χρήση και μεταφορά όργανα.

2) Καταμέτρηση της διαφοράς θερμοκρασίας ανάμεσα στον αέρα καύσης που εισέρχεται στο θάλαμο καύσης και στα καυσαέρια που εξέρχονται του λέβητα.

Μ' αυτό το τρόπο, εάν το ποσοστό του CO<sub>2</sub> και η θερμοκρασία των καυσαερίων στη καμινάδα είναι γνωστά τότε είναι δυνατό να υπολογίσουμε το ποσοστό της θερμικής ισχύος που χάνεται στη καμινάδα εξαιτίας αισθητής θερμότητας.

Για να υπολογίσουμε τις απώλειες εξαιτίας αισθητής θερμότητας χρησιμοποιούμε την ακόλουθη σχέση:

$$P = K_s \frac{t_f - t_a}{CO_2 \%}$$

P = απώλειες αισθητής θερμότητας

t<sub>f</sub> = Θερμοκρασία °C των καυσαερίων, μετρημένη στο σωλήνα που συνδέει τη καμινάδα με το λέβητα.

t<sub>a</sub> = θερμοκρασία αέρα καύσης = θερμοκρασία δωματίου λέβητα.

CO<sub>2</sub> = ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα στα καυσαέρια

K<sub>s</sub> = συντελεστής που εξαρτάται απο το καύσιμο και το ποσοστό του CO<sub>2</sub> , οι τιμές του συντελεστή φαίνονται στο ακόλουθο πίνακα:.

**Σημείωση:** Όταν χρησιμοποιείτε L.P.G. υπολογίστε μία μέση τιμή για το K<sub>s</sub> = 0,51

CO <sub>2</sub>	K <sub>s</sub> για ντήζελ	K <sub>s</sub> για μαζούτ	K <sub>s</sub> για μεθάνιο	K <sub>s</sub> για ΚΟΚ	K <sub>s</sub> για ανθρακίτη
4	0,523	0,543	0,418	0,749	0,683

5	0,530	0,550	0,427	0,749	0,684
6	0,536	0,556	0,437	0,750	0,685
7	0,543	0,563	0,447	0,750	0,686
8	0,550	0,570	0,457	0,751	0,687
9	0,557	0,576	0,466	0,751	0,688
10	0,564	0,583	0,476	0,752	0,689
11	0,571	0,590	0,486	0,752	0,690
12	0,578	0,596		0,753	0,691
13	0,585	0,603		0,753	0,692
14	0,592	0,610		0,754	0,693
15				0,754	0,694
16				0,755	0,695

Υπολογίζοντας τις απώλειες μ' αυτό το τρόπο και αφαιρώντας από το 100 είναι δυνατό να υπολογίσουμε την τιμή απόδοσης του καυσίμου. Θα πρέπει πάντως να έχουμε υπόψη ότι η τιμή αυτή συμπεριλαμβάνει και τις απώλειες εξαιτίας ακτινοβολίας των τοιχωμάτων του λέβητα.

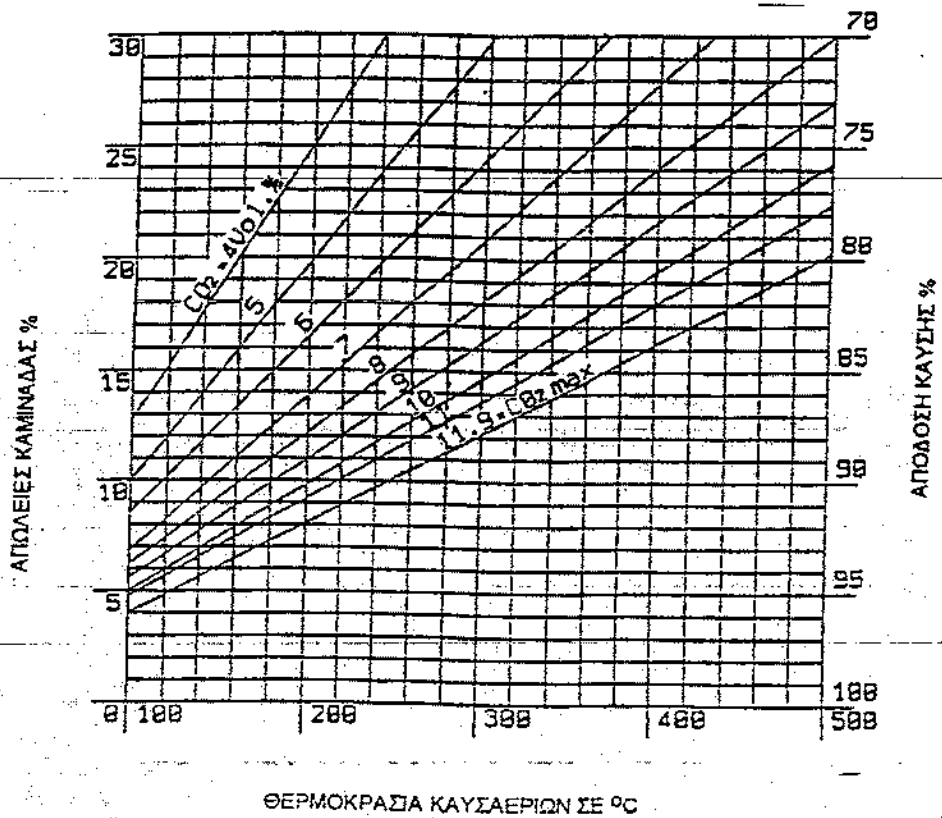
ΚΑΥΣΙΜΟ	ΚΑΤΩΤΕΡΑ ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ	CO <sub>2</sub> % ΠΡΑΚΤΙΚΑ	CO <sub>2</sub> % ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΙΘΑΛΗ	CO% ΜΕΓΙΣΤΗ
ΝΤΗΖΕΛ	10.200 Kcal/kg	10-13	15,44	2	0,1
ΜΑΖΟΥΤ (5°E στους 50°C)	9.600 Kcal/kg	10-13	16,12	6	0,1
ΜΑΖΟΥΤ (πάνω από 5°E στους 50°C)	9.300 Kcal/kg	10-13	16,12	6	0,1
ΑΕΡΙΟ ΜΕΘΑΝΙΟ (CH <sub>4</sub> )	8.550 Kcal/m <sup>3</sup> N	8-10	11,61	-	0,1
L.P.G. = προπάνιο	22.000	10-12	13,8	-	0,1

ΑΕΡΙΟ (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	Kcal/ m <sup>3</sup> N				
ΑΕΡΙΟ ΠΟΛΗΣ	4.500 Kcal/ m <sup>3</sup> N	8-10	-	-	0,1

**ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΙΘ ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ  
ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ**

ΑΕΡΙΟ ΚΑΥΣΙ ΜΟ	ΧΗΜΙ Κ ΤΥΠΟ Σ	ΑΝΩΤΕΡΑ	ΚΑΤΩΤΕΡΑ	ΣΧΕ.Τ. ΠΥΚΝΟ ΤΗΤΑ  (αέρας=1 ) dr	ΠΥΚΝΟ ΤΗΤΑ  Kg/Nm <sup>3</sup>	ΟΓΚΟΣ		ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΕΡΙΕΚΤ. CO <sub>2</sub>  CO <sup>2</sup> %max
		ΘΕΡ/ΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ	ΘΕΡ/ΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ			Ξηρό	υγρό	
		Kcal	Nm <sup>3</sup>			Nm <sup>3</sup> /Nm <sup>3</sup>	αερίου	
		hhv	Ihv					
δρογό νο	H <sub>2</sub>	3.050	2.570	0.070	0.090	1.88	2.88	-----
ονοξεί ιο του θρακα	CO	3.020	3.020	0.967	1.250	2.88	2.88	34.7
εθάνιο	CH <sub>4</sub>	9.520	8.550	0.555	0.717	8.52	10.52	11.7
ροπάνι ο	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	24.320	22.350	1.562	2.019	21.80	25.80	13.8
n- ουτάνι ο	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	32.010	29.510	2.091	2.703	28.44	33.44	14.1
I- ουτάνι ο	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	31.530	29.050	2.064	2.668	28.44	33.44	14.1
κετυλέ νιο	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	14.055	13.571	0.906	1.171	11.40	12.40	17.5





### ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΙΣΘΗΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΘΑΛΑΜΟΥΣ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΜΕ ΜΑΖΟΥΤ

% διοξείδιο του άνθρακα στα καυσαέρια	% περίσσεια αέρα	Οι απώλειες εξαιτίας αισθητής θερμότητας εκφράζονται σαν ποσοτός της κατωτέρας θερμογόνου δύναμης και είναι η διαφορά ανάμεσα στην θερμοκρασία των καυσαερίων στην έξοδο και της θερμοκρασίας του αέρα που εισχωρεί στο θάλαμο καύσης.				
		100°C	150°C	200°C	250°C	300°C
max 16.12	-					
16	0,8	3,82	5,73	7,64	9,55	11,46
15	7,0	4,04	6,06	8,08	10,10	12,13
14	15,2	4,29	6,44	8,59	10,74	12,88
13	22,6	4,59	6,82	9,18	11,47	13,76
12	32,4	4,93	7,39	9,86	12,32	14,78
11	44,0	5,33	7,80	10,67	13,33	16,00
10	57,7	5,82	8,73	11,64	14,55	17,45
9	74,7	6,41	9,61	12,82	16,02	19,23

8	95,8	7,15	10,73	14,30	17,88	21,45
7	123,0	8,10	12,16	16,21	20,26	24,31
6	159,0	9,37	14,05	18,73	23,42	28,10
5	209,7	11,15	16,72	22,29	27,87	33,44
4	285,8	13,81	20,72	27,62	34,53	41,43

**ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΙΣΘΗΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΘΑΛΑΜΟΥΣ  
ΚΑΥΣΗΣ ΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΥΝ ΜΕ ΝΤΗΖΕΛ**

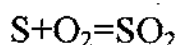
% διοξείδιο του άνθρακα στα καυσαέρια	% περίσσεια αέρα	Οι απώλειες εξαιτίας αισθητής θερμότητας εκφράζονται σαν ποσοστό της κατωτέρας θερμογόνου δύναμης και είναι η διαφορά ανάμεσα στη θερμοκρασία των καυσαερίων στην έξοδο και της θερμοκρασίας του αέρα που εισχωρεί στο θάλαμο καύσης.				
		100°C	150°C	200°C	250°C	300°C
max 15,44	-					
15	2,6	3,45	5,18	6,90	8,63	10,35
14	9,5	4,16	6,24	8,31	10,39	12,47
13	17,5	4,43	6,65	8,87	11,08	13,30
12	26,7	4,75	7,13	9,51	11,89	14,27
11	37,7	5,14	7,71	10,28	12,85	15,42
10	50,8	5,60	8,40	11,20	14,00	16,80
9	66,9	6,16	9,24	12,31	15,39	18,47
8	86,9	6,86	10,29	13,72	17,15	20,58
7	112,8	7,76	11,64	15,52	19,41	23,29
6	147,0	8,96	13,44	17,91	22,39	26,87
5	195,2	10,64	15,96	21,28	26,60	31,93
4	267,4	13,16	19,75	26,33	32,91	39,49

## ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΑ (ΟΤΑΝ ΚΑΙΜΕ ΝΤΙΖΕΛ Η ΜΑΖΟΥΤ)

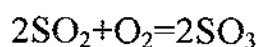
Από τους τύπους που αναφέρονται στη χημεία καύσης, μπορούμε να δούμε ότι τα προϊόντα της καύσης περιέχουν νερό σε μορφή ατμού.

Εάν η θερμοκρασία των προϊόντων καύσης είναι αρκετά υψηλή, το νερό παραμένει σε μορφή ατμού, όμως αν η θερμοκρασία πέσει κάτω από ένα συγκεκριμένο επίπεδο (θερμοκρασία υγροποίησης), το νερό συμπυκνώνεται και γίνεται υγρό.

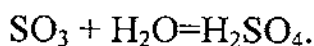
Όταν καίμε ντήζελ και όταν καίμε μαζούτ, έχουμε δει ότι το θείο που περιέχεται σ' αυτά τα καύσιμα ενώνεται με το οξυγόνο και σχηματίζεται διοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_2$ ).



Έχοντας υπόψη ότι, στη πράξη, καίμε πάντοτε με περίσσεια αέρα, υπάρχει αφθονία σε οξυγόνο και έτσι το διοξείδιο του θείου ενώνεται με το οξυγόνο και σχηματίζεται το τριοξείδιο του θείου ( $\text{SO}_3$ ):



Το τριοξείδιο του θείου που σχηματίζεται ενώνεται με το νερό που υπάρχει στη καύση και σχηματίζεται θειικό οξύ ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ):



Το σημείο υγροποίησης (συμπύκνωση) αυτών των όξινων προϊόντων δεν είναι ίδιο με αυτό του ατμού ( $60-65^\circ\text{C}$ ) γιατί η υψηλή περιεκτικότητα σε οξύ αυξάνει σημαντικά τη τιμή της θερμοκρασίας υγροποίησης που μπορεί να φθάσει και τους  $130-180^\circ\text{C}$  ανάλογα με τη περιεκτικότητα σε  $\text{SO}_3$  και άρα από τη ποσότητα θείου που υπάρχει στο καύσιμο.

Το σημείο υγροποίησης όξινων προϊόντων για το ντήζελ είναι περίπου  $130^\circ\text{C}$  ενώ για το μαζούτ είναι  $180^\circ\text{C}$  (περιέχει περισσότερο θείο). Τα μόρια κάπνας που σχηματίζονται από τη καύση ντήζελ ή μαζούτ δεν ενώνονται μεταξύ τους, εφ' όσον βρίσκονται σε ξηρό περιβάλλον, όμως αν βρεθούν σε υγρά περιβάλλον ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν μικρές φλούδες. Όταν αυτές οι μικρές φλούδες εξέλθουν της καμινάδας

εναποτίθενται στο περιβάλλοντα χώρο. Αυτές οι φλούδες είναι ιδιαίτερα όξινες και εάν πέσουν πάνω σε μεταλλικά στοιχεία που είναι ευαίσθητα σε οξέα (υδρορρόες κλπ.), τα διαβρώνουν σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα.

#### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ:

Ας δούμε το λέβητα του σχεδίου που έχει μακριά σύνδεση λέβητα/καμινάδας με ροή 20m. Ο χρήστης παραπονιέται για τη παρουσία φλοιών κάπνας όταν χρησιμοποιεί ντήζελ.

?

Η ανάλυση της καύσης γίνεται στο σημείο μέτρησης (1) και το αποτέλεσμα είναι: αιθάλη O, CO<sub>2</sub> = 13%, θερμοκρασία καυσαερίων=250°C. Από τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης φαίνεται ότι ο καυστήρας και ο λέβητας λειτουργούν κανονικά.

Τώρα η ανάλυση γίνεται στο σημείο μέτρησης (2) και τα αποτελέσματα είναι: αιθάλη O, CO<sub>2</sub>=9%, θερμοκρασία καυσαερίων 150°C. Συγκρίνοντας τη θερμοκρασία που μετρήθηκε στα δύο σημεία μέτρησης διαπιστώνουμε ότι υπάρχει μία σημαντική μείωση της θερμοκρασίας κατά το μήκος του σωλήνα που ενώνει το λέβητα με τη καμινάδα 250-150 = 100°C. Επίσης διαπιστώνουμε ότι όταν συγκρίνουμε τη τιμή του CO<sub>2</sub> υπάρχει εισχώρηση αέρα που παρέχει περίπου 40% περισσότερο αέρα.

Ας προχωρήσουμε σφραγίζοντας όλα τα σημεία κατά μήκος της σύνδεσης λέβητα/καμινάδας με κονίαμα αμιάντου, ή άλλου παρόμοιου υλικού, για να εξαλείψουμε την είσοδο αέρα και κατόπιν επαναλαμβάνουμε την ανάλυση της καύσης.

Η ανάλυση που γίνεται στο σημείο μέτρησης 2 εμφανίζει:

αιθάλη=O, CO<sub>2</sub>=12,5%, θερμοκρασία καυσαερίων=200°C.

Συγκρίνοντας τις τιμές CO<sub>2</sub> βλέπουμε μία διαφορά 0,5% (μερικές φορές είναι δύσκολο να εξαλείψουμε εντελώς την εισχώρηση αέρα) και

της θερμοκρασίας, βλέπουμε διαφορά στη θερμοκρασία των καυσαερίων της τάξης των 50°C.

Τώρα μετράμε τη θερμοκρασία των καυσαερίων περίπου 0,5m από το τέλος του λέβητα.

Εάν η θερμοκρασία που μετράμε είναι πάνω από 130°C μπορούμε να υποθέσουμε ότι έχουμε εξαλείψει τις φλούδες κάπνας στη καμινάδα, γιατί η θερμοκρασία είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία υγροποίησης όξινων προϊόντων καύσης ντήζελ. Εάν η θερμοκρασία που μετράμε είναι χαμηλότερη από 130°C, έστω ότι είναι 110°C, είναι απαραίτητο να μονώσουμε τη σύνδεση λέβητα/καμινάδας με υλικό ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες (300-350°C).

Όταν αυτή η εργασία έχει ολοκληρωθεί επαναλαμβάνουμε την ανάλυση της καύσης ξανά. Τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης που γίνεται στο σημείο μέτρησης 2 εμφανίζουν: αιθάλη = 0, CO<sub>2</sub> = 12,5%, θερμοκρασία καυσαερίων 240°C. Η πτώση θερμοκρασίας στη σύνδεση λέβητα /καμινάδας είναι τώρα μόλις 10°C.

Εάν τώρα μετρήσουμε τη θερμοκρασία στη σύνδεση της καμινάδας, αυτή θα είναι πάνω από 130°C και μπορούμε να υποθέσουμε ότι εξαλείψαμε το πρόβλημα.

Πρέπει λοιπόν να έχουμε υπόψη ότι η μόνωση της καπνοδόχου ενδεχομένως να είναι ανεπαρκής και γι' αυτό, ακόμη και με σχετικά υψηλή θερμοκρασία των καυσαερίων εισόδου (240°C όπως στο παράδειγμα), είναι δυνατό στα 0,5m από την έξοδο της καμινάδας να είναι μόνο 110°C. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε εμφάνιση μικρών φλοιών κάπνας. Υπάρχει μία απώλεια θερμοκρασίας 240-110=130°C. Η μέση απώλεια για κάθε μέτρο καμινάδας είναι 130:20=6,5°C /m.

Συμβουλεύουμε τη βελτίωση μόνωσης της καμινάδας έτσι ώστε οι απώλειες θερμοκρασίας να μην ξεπερνούν τη μέγιστη τιμή του 1°C /m.

Κανονικά, συμφέρει περισσότερο από οικονομικής πλευράς να ειδοποιείτε εταιρία που ειδικεύεται σε σωλήνες καμινάδας και να χρησιμοποιείτε θερμομονωμένους σωλήνες από ανοξείδωτο ατσάλι.



