



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ) ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

761
M/X

**ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ
ΣΕ ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ,
ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κοπασάκη Ελένη

ΓΡΑΜ. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

Επιβλέπων Καθηγητής : Νάζος Αντώνης

Πειραιάς, Μάιος 2013



Περιεχόμενα

1	ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
2	ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	6
2.1	Θερμότητα.....	6
2.2	Μηχανισμοί μετάδοσης θερμότητας.....	6
2.3	Θερμοφυσικές ιδιότητες της ύλης.....	10
3	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	12
3.1	Εισαγωγή.....	12
3.2	Μέθοδος συνάρτησης απόκρισης – Response function method.....	12
3.2.1	Απόκριση στο πεδίο του χρόνου.....	16
3.2.2	Απόκριση στο πεδίο συχνότητας.....	23
3.2.3	Μεθοδολογίες βασισμένες στην υπολογιστική μέθοδο της απόκρισης.....	24
3.2.4	ΜΕΘΟΔΟΣ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΓΩΓΗΣ (RTS/CTS).....	27
4	Η ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ.....	30
5	ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ.....	40
5.1	Μέθοδος υπολογισμού ψυκτικών φορτίων κατά ASHRAE.....	40
5.1.1	Εξωτερικές οροφές.....	40
5.1.2	Εξωτερικοί τοίχοι.....	42
5.1.3	Ανοίγματα.....	44
5.1.4	Εσωτερικά δομικά στοιχεία.....	46
5.1.5	Εσωτερικός φωτισμός.....	48
5.1.6	Άνθρωποι.....	Error! Bookmark not defined.
5.1.7	Διάφορες συσκευές παραγωγής θερμότητας.....	50
5.1.8	Ηλεκτροκινητήρες.....	52
5.1.9	Αερισμός.....	53
5.2	ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΑΤΑ CARRIER.....	55
5.2.1	Εξωτερικοί τοίχοι.....	55
5.2.2	Εξωτερικές οροφές.....	58
5.2.3	Ψυκτικό φορτίο από δάπεδα επί εδάφους.....	59
5.2.4	Ανοίγματα.....	60
5.2.5	Εσωτερικά δομικά στοιχεία.....	60
5.2.6	Ακτινοβολία μέσω ανοιγμάτων.....	61

5.2.7	Εσωτερικός φωτισμός	63
5.2.8	Άνθρωποι.....	Error! Bookmark not defined.
5.2.9	Διάφορες συσκευές παραγωγής θερμότητας.....	64
5.2.10	Ηλεκτροκινητήρες	66
5.2.11	Διείσδυση αέρα.....	66
5.2.12	Αερισμός.....	68
6	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ CARRIER.....	70
7	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟ ASHRAE	122
8	Σχόλια- Συμπεράσματα	185
9	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	193
10	Παραρτήματα ASHRAE	194

1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια η έννοια του κλιματισμού έχει περάσει από το στάδιο της πολυτέλειας στο στάδιο της ανάγκης. Συστήματα κλιματισμού, αυτόνομα ή κεντρικά, είναι απαραίτητα σε κάθε χώρο για να παρέχουν την άνεση και να καλύπτονται οι ανάγκες που απαιτούνται. Για να φτάσουμε όμως στη σωστή εγκατάσταση πρέπει να έχει γίνει η σωστή μελέτη κλιματισμού και ο σωστός υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων όπου και θα καθορίσει το μέγεθος της μονάδας. Ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων είναι το πιο σημαντικό μέρος για την επιλογή της κατάλληλης μονάδας, και είναι αυτό το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Αντικείμενο μελέτης είναι η μέθοδοι υπολογισμού ψυκτικών φορτίων που χρησιμοποιούνται σήμερα. Με δεδομένο ότι η μελέτη κλιματισμού έχει ιστορία μεγαλύτερη των εκατό χρόνων, θα εστιάσουμε την μελέτη μας μεγαλύτερες και πιο γνωστές μεθόδους υπολογισμού ψυκτικών φορτίων των δύο εταιρειών, Carrier και ASHRAE. Αυτές είναι η CLTD για την ASHRAE και η μέθοδος για την Carrier.

Η παρούσα εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αποτελεί το θεωρητικό μέρος της πτυχιακής εργασίας και το δεύτερο το πειραματικό.

Στο πρώτο μέρος αναφέρουμε το θεωρητικό υπόβαθρο, δηλαδή τους μηχανισμούς μετάδοσης θερμότητας. Το δεύτερο σημαντικό μέρος είναι η μαθηματική προσέγγιση του υπολογισμού των φορτίων, και τα μαθηματικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται, καθώς και το ποιες μεθόδους στηρίζονται σε ποια μαθηματικά μοντέλα. Τέλος στο πρώτο μέρος αναφέρουμε την ιστορική εξέλιξη των δύο αυτών σημαντικών εταιρειών στο χώρο του κλιματισμού, της Carrier και της ASHRAE.

Στο δεύτερο μέρος αναλύουμε τις μεθόδους με λεπτομέρεια, και στη συνέχεια παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα των ψυκτικών φορτίων από το πρόγραμμα. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των φορτίων είναι το 4M. Τέλος παραθέτονται τα συμπεράσματα στο ένατο κεφάλαιο.

In recent years the concept of air conditioning has gone from being a luxury to being a necessity. An air conditioning system, independently or centrally, is essential in any space in order to provide comfort and to meet the relevant cooling needs desired. But to get the correct installation an appropriate study of air conditioning is required together with the correct calculation of cooling loads that will determine the size of the unit. The calculation of cooling loads is the most important part of choosing the appropriate unit, and this will be the subject of this thesis.

The object of this study is the cooling load calculation methods in use today. Given that the study of air conditioning has a history of over one hundred years, the focus of this study will be on the biggest and best known methods for calculating cooling loads of the two most dominant companies, Carrier and ASHRAE. These are the CLTD for ASHRAE and method for Carrier.

This paper is divided into two sections. The first section is the theoretical part of the thesis and the second the experimental part.

In the first part the theoretical background will be focused on, namely the mechanisms of heat transfer. The second important part is the mathematical approximation of the calculation of the loads, and the mathematical models used, and the various methods based on certain mathematical models. Finally, in the first part, the historical development of these two major air conditioning companies will be touched upon, specifically, Carrier and ASHRAE.

In the second part an analysis of the methods in detail along with a presentation of the results of the cooling load of the program will follow. The program used for the load calculation is 4M. In concluding, a presentation of the conclusions will take place in the ninth chapter.

2 ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

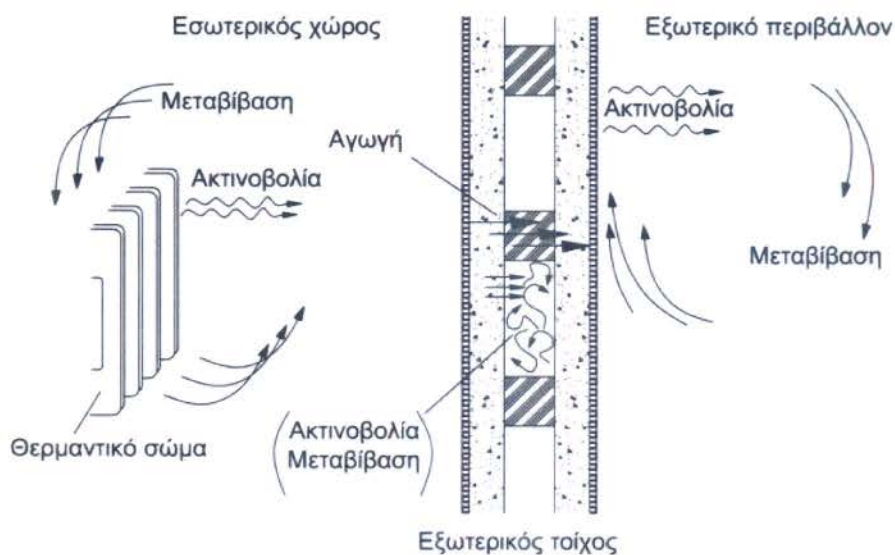
2.1 Θερμότητα

Θερμότητα ορίζεται ως η μορφή ενέργειας που μεταδίδεται μέσα από ένα όριο ενός θερμοδυναμικού συστήματος συγκεκριμένης θερμοκρασίας προς ένα άλλο σύστημα- ή περιβάλλον – που βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία, λόγω αυτής ακριβώς της διαφοράς θερμοκρασίας των δυο συστημάτων.

Η θερμότητα μεταδίδεται πάντα από σύστημα υψηλότερης προς σύστημα χαμηλότερης θερμοκρασίας. Η μοναδική αιτία αυτής της μεταφοράς ενέργειας είναι η διαφορά θερμοκρασίας. Πρέπει να σημειωθεί ότι το ίδιο το σύστημα δεν περιέχει θερμότητα.

2.2 Μηχανισμοί μετάδοσης θερμότητας

Υπάρχουν τρεις μηχανισμοί με τους οποίους πραγματοποιείται αυτή μεταφορά ενέργειας. Ο πρώτος μηχανισμός αναφέρεται σε ακίνητο μέσο (στερεό, υγρό ή αέριο) και ονομάζεται **αγωγή (conduction)**, ο δεύτερος μηχανισμός αναφέρετε στη μετάδοση θερμότητας μεταξύ μιας στερεής επιφάνειας και ενός κινούμενου ρευστού και ονομάζεται **συναγωγή (convection)**. Ο τρίτος μηχανισμός στηρίζεται στο γεγονός ότι κάθε σώμα πεπερασμένης θερμοκρασία εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Έτσι μεταξύ δύο σωμάτων διαφορετικής θερμοκρασίας θα υπάρχει μετάδοση θερμότητας, χωρίς την ανάγκη παρουσίας κάποιου ενδιάμεσου σώματος με την εφαρμογή του τρίτου μηχανισμού, της θερμικής ακτινοβολίας.



Αγωγή

Ο πρώτος μηχανισμός μετάδοσης θερμότητας που θα εξεταστεί είναι η αγωγή θερμότητας. Η αγωγή θερμότητας αναφέρεται σε μακροσκοπικώς ακίνητα σώματα (στερεά ή ρευστά σε ακινησία) και συνδέεται με την συναλλαγή ενέργειας σε μοριακό επίπεδο. Ουσιαστικά πρόκειται για τη μετάδοση ενέργειας από στοιχειώδη σωματίδια υψηλότερης ενέργειας προς σωματίδια χαμηλότερης ενέργειας δια της μεταξύ τους αλληλεπίδρασης.

Ας θεωρήσουμε ένα αέριο το οποίο μακροσκοπικά βρίσκεται σε ακινησία. Η υψηλότερη θερμοκρασία σε κάποιο σημείο του αερίου συνδέεται με υψηλότερη ενέργεια των σωματιδίων του αερίου λόγω τυχαίας κίνησης, λόγω εσωτερικής περιστροφής και λόγω ταλάντωσης των ατόμων του κάθε μορίου του αερίου. Τα σωματίδια σε επαφή με την πιο θερμή επιφάνεια διαθέτουν υψηλότερη ενέργεια, την οποία μεταδίδουν στα γειτονικά τους σωματίδια χαμηλότερης ενέργειας μέσω των συγκρούσεων. Έτσι στην περίπτωση παρουσίας θερμοκρασιακής κλίσης στο εσωτερικό του αερίου υπάρχει μετάδοση ενέργειας από την περιοχή της υψηλότερης θερμοκρασίας προς την περιοχή της χαμηλότερης θερμοκρασίας, μέσω ακριβώς των συγκρούσεων των μορίων. Η μετάδοση αυτής της ενέργειας μέσω τυχαίων συγκρούσεων των μορίων καλείται **διάχυση** ενέργειας.

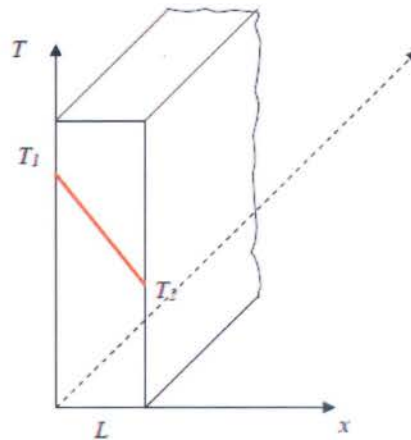
Παρόμοιος μηχανισμός εμφανίζεται και στην περίπτωση των υγρών. Στην περίπτωση των υγρών οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μορίων είναι πολύ πιο ισχυρές (παρουσία ισχυρών διαμοριακών δυνάμεων εκτός των συγκρούσεων) οπότε περιμένουμε λογικά το φαινόμενο της διάχυσης της ενέργειας μέσω της αλληλεπίδρασης των μορίων να είναι πιο έντονο.

Στην περίπτωση των στερεών η διάδοση της ενέργειας πραγματοποιείται μέσω δύο μηχανισμών. Στην περίπτωση των μονωτών, ενέργεια μεταδίδεται με τη μορφή πλεγματικών κυμάτων εντός της δομής του στερεού. Στην περίπτωση των αγωγών, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια συμμετέχουν, μέσω της κίνησής τους, στη διάδοση της θερμικής ενέργειας στον όγκο του στερεού, μαζί με τα πλεγματικά κύματα.

Η μετάδοση με αγωγή μακροσκοπικά περιγράφεται (σε μία διάσταση) από τον Νόμο Fourier

$$q''_x = -k A \frac{dT}{dx} \quad W$$

Το παραπάνω μέγεθος ονομάζεται **πυκνότητα ροής θερμότητας** ή **πυκνότητα θερμοροής**, ενώ η μονάδα μέτρησής του είναι W/m^2 . Εκφράζει τη θερμική ενέργεια που περνά από μοναδιαία επιφάνεια του χρόνου, λόγω της θερμοκρασιακής κλίσης σε διεύθυνση κάθετη στην εν λόγω επιφάνεια. Το αρνητικό πρόσημο στην παραπάνω σχέση οφείλεται στο γεγονός ότι η μετάδοση ενέργειας πραγματοποιείται από υψηλότερες θερμοκρασίες προς χαμηλότερες.



Ο συντελεστής k στην παραπάνω σχέση ονομάζεται **συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας** με μονάδα μέτρησης $W/m K$. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας εξαρτάται από το υλικό στο οποίο εφαρμόζεται η θερμοκρασιακή κλίση.

Συναγωγή

Η συναγωγή αναφέρεται στη μετάδοση θερμότητας σε κινούμενα ρευστά. Στην περίπτωση αυτή συνυπάρχουν δύο μηχανισμοί μετάδοσης ενέργειας. Ο πρώτος είναι η διάχυση ενέργειας μέσω των σωματιδίων αλληλεπιδράσεως (όπως και στην περίπτωση της αγωγής), ενώ ο δεύτερος μηχανισμός συνδέεται με τη μακροσκοπική κίνηση του ρευστού.

Η κύρια περιοχή εφαρμογής μετάδοσης θερμότητας με συναγωγή είναι η μετάδοση από στερεή επιφάνεια προς κινούμενο ρευστό σε επαφή με την επιφάνεια ή το αντίθετο.

Η ροή που προκαλεί η συναγωγή θερμότητας μπορεί να οφείλεται σε εξωτερικούς παράγοντες ή στην ίδια τη μετάδοση θερμότητας. Έτσι στην περίπτωση των σωμάτων κεντρικής θέρμανσης ενός σπιτιού, θερμαινόμενος (αρχικά μόνο με αγωγή) ακίνητος

αέρας, λόγω μείωσης της πυκνότητας του ανέρχεται, προκαλώντας φυσική κυκλοφορία στο εσωτερικό του δωματίου. Η φυσική αυτή κυκλοφορία δίνει την αναγκαία μεταφορική κίνηση για την εμφάνιση συναγωγής μεταξύ του θερμαινόμενου σώματος και του αέρα. Ο μηχανισμός της συναγωγής είναι πολύ πιο έντονος από τον αντίστοιχο της αγωγής.

Το φαινόμενο της συναγωγής εξαρτάται από τη ροή του ρευστού (και τα χαρακτηριστικά της) και από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του ρευστού και της στερεής επιφάνειας. Μια γενική σχέση που περιγράφει τη μετάδοση θερμότητας με συναγωγή είναι ο Νόμος του Newton για τη συναγωγή, ο οποίος δίνει την πυκνότητα ροής θερμότητας:

$$q''_x = Ah(T_s - T_o) W$$

Ο συντελεστής h ονομάζεται **συντελεστής μετάδοσης θερμότητας με συναγωγή** και δίνεται σε $W/m^2 K$. Η τιμή του εξαρτάται από το είδος της ροής, τη μορφή της επιφάνειας και τα θερμοδυναμικά και ρευστομηχανικά χαρακτηριστικά του ρευστού.

Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία

Κάθε σώμα (στερεό, υγρό ή αέριο), το οποίο βρίσκεται σε θερμοκρασία διαφορετική από $0K$, εκπέμπει ακτινοβολία. Η ακτινοβολία (σε μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων- φωτονίων) δημιουργείται με αλλαγές στην ενεργειακή κατάσταση των ηλεκτρονίων των ατόμων του σώματος. Σε αντίθεση με τους άλλους δύο μηχανισμούς μετάδοσης θερμότητας η μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία δεν απαιτεί την ύπαρξη ύλης, αλλά μπορεί να πραγματοποιηθεί εν κενό.

Ας θεωρήσουμε την στερεή εξωτερική επιφάνεια ενός σώματος. Η ακτινοβολία που εξέρχεται από την επιφάνεια παράγεται στο εσωτερικό του σώματος και ο ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια εξέρχεται από το μοναδιαίο εμβαδόν της επιφάνειας καλείται **πυκνότητα εκπομπής ακτινοβολίας E_b** , ενώ η μέγιστη τιμή της E_b δίνεται από τον νόμο **Stefan-boltzman** .

$$E_b = \sigma T_s^4 \text{ W/m}^2$$

Όπου :

T η απόλυτη θερμοκρασία της επιφάνειας σε K και σ η σταθερά Stefan-boltzman $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$. Η επιφάνεια που εκλύει τη μέγιστη ισχύ ακτινοβολίας ονομάζεται μέλαν σώμα. Σε μία πραγματική επιφάνεια η ακτινοβολούσα ισχύ είναι προφανώς μικρότερη για την ίδια επιφάνεια και είναι :

$$E_b = \epsilon \sigma T_s^4$$

Όπου

ϵ η ικανότητα εκπομπής της επιφάνειας, με τιμές μεταξύ 0 και 1. Η τιμή της εξαρτάται από το υλικό και τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας και δείχνει πόσο προσεγγίζει η συγκεκριμένη επιφάνεια το μέλαν σώμα.

Εκτός από την εκπομπή ακτινοβολίας από μία επιφάνεια, γίνεται και πρόσπτωση ακτινοβολίας, η οποία παράγεται εκτός της επιφάνειας. Αν G η **πυκνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας**, τότε ένα τμήμα της μπορεί να απορροφηθεί από το σώμα, ένα τμήμα μπορεί να ανακλαστεί, ενώ το υπόλοιπο τμήμα μπορεί να διαπεράσει το σώμα (εάν είναι διαφανές). Το ποσό της προσπίπτουσας ακτινοβολίας που απορροφάται από το σώμα περιγράφεται με την απορροφητικότητα α , οπότε ισχύει:

$$G_{\text{απορρ.}} = \alpha G \text{ W/m}^2$$

Η απορροφητικότητα παίρνει τιμές από 0 έως 1. Η απορροφητικότητα της επιφάνειας δεν εξαρτάται μόνο από την επιφάνεια αλλά και από το είδος της ακτινοβολίας. Η ίδια επιφάνεια μπορεί να έχει διαφορετική απορροφητικότητα σε ακτινοβολίες διαφορετικού μήκους κύματος. Μόνο η απορροφημένη ακτινοβολία μεταβάλλει την εσωτερική ενέργεια του σώματος, ενώ η ανακλώμενη και η ακτινοβολία που διαπερνά το σώμα δεν έχουν καμία επίδραση σε αυτή.

2.3 Θερμοφυσικές ιδιότητες της ύλης

Οι ιδιότητες της ύλης, που συνδέονται με τη μετάδοση θερμότητας, συνήθως χαρακτηρίζονται ως **θερμοφυσικές ιδιότητες**. Αυτές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τις θερμοδυναμικές και της ιδιότητες μεταφοράς. Στην πρώτη κατηγορία

συγκαταλέγονται ιδιότητες όπως η ειδική θερμοχωρητικότητα και η πυκνότητα, ενώ στη δεύτερη κατηγορία συγκαταλέγονται ιδιότητες όπως ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, που συνδέεται με την αγωγή θερμότητας και η κινηματική συνεκτικότητα ν , όπου συνδέεται με την συναγωγή θερμότητας.

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας k δίνει μια ένδειξη του ρυθμού με τον οποίο η θερμότητα διαχέεται εντός της ύλης. Για την περίπτωση των υγρών δεν έχουν γίνει πλήρως κατανοητοί οι μηχανισμοί που επιδρούν στη μεταβολή του συντελεστή της θερμικής αγωγιμότητας. Για τα μη μεταλλικά υγρά ο συντελεστής μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Δύο χαρακτηριστικές εξαιρέσεις είναι το νερό και η γλυκερίνη. Επίσης εν γένει ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μειώνεται με την αύξηση του μοριακού βάρους.

Η ικανότητα ενός σώματος να αποθηκεύει θερμική εσωτερική ενέργεια εκφράζεται από την **ειδική θερμοχωρητικότητα υπό σταθερή πίεση C_p** , που δίνει την αύξηση της αποθηκευμένης θερμικής εσωτερικής ενέργειας ανά μονάδα μάζας για μοναδιαία αύξηση της απόλυτης θερμοκρασίας. Πρέπει να σημειωθεί ότι για τα υγρά και τα στερεά η ειδική θερμοχωρητικότητα υπό σταθερό όγκο και σταθερή πίεση ταυτίζονται.

Το γινόμενο της ειδικής θερμοχωρητικότητας υπό σταθερή πίεση με την πυκνότητα δίνει την **ειδική θερμοχωρητικότητα ανά μονάδα όγκου**, που εκφράζει την ικανότητα του σώματος να αποθηκεύει ενέργεια στον όγκο του.

Η αγωγή θερμότητας και η αποθήκευση θερμικής εσωτερικής ενέργειας δρουν ανταγωνιστικά στο εσωτερικό τους. Το μέγεθος που εκφράζει την ικανότητα ενός σώματος να άγει θερμότητα σε σχέση με την ικανότητα να την αποθηκεύει, ονομάζεται **θερμική διαχυτότητα α** και δίδεται :

$$\alpha = \frac{k}{\rho c_p} \text{ m}^2/\text{sec}$$

3

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Εισαγωγή

Είναι γεγονός ότι τα οφέλη της κτιριακής μοντελοποίησης και θερμικής ανάλυσης δε θα μπορούσαν να υφίστανται χωρίς τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Οι περισσότερες εφαρμογές προσομοίωσης εμπεριέχουν μεθοδολογίες συνήθεις με γνωστή συμπεριφορά και διαδικασία επίλυσης αλλά και διαφορετικό τρόπο προσέγγισης του αποτελέσματος. Τα πιο διαδεδομένα εργαλεία υπολογισμών χρησιμοποιούν κυρίως μια από τις παρακάτω μεθόδους :

1. 1.Μεθόδους με συνάρτηση απόκρισης (response function method)
2. Αριθμητικές μεθόδους πεπερασμένων διαφορών (numerical finite difference method)
3. 3.Αριθμητικές μεθόδους πεπερασμένων όγκων (finite volume method).
4. Μέθοδος χρονικώς σειρών ακτινοβολίας και αγωγής (RTS/CTS)

Η πρώτη κατηγορία των υπολογιστικών εργαλείων που στηρίζεται στη μέθοδο απόκρισης, ενδείκνυται για την επίλυση συστημάτων γραμμικών διαφορικών εξισώσεων με χρήση χρονικώς αμετάβλητων παραμέτρων με ισχύουσα τάση την κατά το δυνατόν κατάργηση της αλληλεξάρτησης των συστημάτων των εξισώσεων.

Όσον αφορά τη δεύτερη κατηγορία, οι αριθμητικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται για την επίλυση χρονικώς μεταβαλλόμενων, μη γραμμικών συστημάτων εξισώσεων χωρίς την υπολογιστική διευκόλυνση της απόξευξής τους.

3.2 Μέθοδος συνάρτησης απόκρισης – Response function method

Η μέθοδος συνάρτησης απόκρισης αποτελείται από δύο βασικές υποκατηγορίες, την συνάρτηση απόκρισης στο πεδίο του χρόνου και την απόκριση στο πεδίο συχνότητας με βάση την αγωγή για πεπερασμένο χρονικό διάστημα.

Έστω ένα ομογενές ιστροπικό στοιχείο με πάχος ορισμένο στο διάστημα $0 < x < l$, για το οποίο ισχύουν οι εξισώσεις της μεταβολής της θερμοκρασίας και της ροής θερμότητας συναρτήσει της απόστασης:

$$\frac{\partial \theta(x,t)}{\partial x} = -\frac{1}{k} q(x,t) \quad (3.1)$$

$$\frac{\partial q(x,t)}{\partial x} = -\rho C \frac{\partial \theta(x,t)}{\partial t} \quad (3.2)$$

Όπου t ο χρόνος, $\theta(x,t)$ η θερμοκρασία και $q(x,t)$ η ροή θερμότητας. Ο συνδυασμός αυτών των δύο εξισώσεων δίνει την εξίσωση Fourier, τη βασική μερική διαφορική εξίσωση μετάδοσης θερμότητας με a : το συντελεστή διάχυσης

$$\frac{\partial^2 \theta(x,t)}{\partial x^2} = -\frac{1}{a} \frac{\partial \theta(x,t)}{\partial t} \quad (3.3)$$

Μια προσέγγιση για τη λύση των παραπάνω εξισώσεων σε αναλυτικό επίπεδο, περιλαμβάνει χρήση μετασχηματισμών Laplace και αποτελείται από τα εξής χαρακτηριστικά στάδια:

- Μετασχηματισμός της δοθείσας εξίσωσης στο πεδίο του χρόνου σε δευτερεύουσα εξίσωση με πεδίο φανταστικό χώρο.
- Εν συνεχεία, επίλυση της προκύπτουσας εξίσωσης με καθαρά αλγεβρικές μεθόδους-τεχνάσματα.
- Τελικά, αντίστροφος μετασχηματισμός του αποτελέσματος του τελευταίου βήματος οδηγεί στην εύρεση της λύσης στο πεδίο του χρόνου.

Αυτοί οι μετασχηματισμοί αποτελούν και το βασικό χαρακτηριστικό της μεθόδου, αφού πολλές συνήθεις διαφορικές εξισώσεις μετατρέπονται σε καθαρά αλγεβρικές και οι μερικές διαφορικές εξισώσεις σε συνήθεις διαφορικές.

Στην εφαρμογή της μεθόδου, στο πρώτο βήμα, οι μετασχηματισμοί Laplace ανακαλούνται από πίνακες αλλά ο μετασχηματισμός για τη θερμοκρασία δίνεται από την σχέση:

$$L[\theta(x,t)] = \vartheta(x,q) = \int_0^{\infty} e^{-pt} \theta(x,t) dt \quad (3.4)$$

Όπου p ένας μιγαδικός αριθμός του οποίου το πραγματικό μέρος είναι θετικό και ικανά μεγάλο έτσι ώστε να προξενήσει τη σύγκλιση της μεθόδου. Στην εν λόγω περίπτωση δύο είναι τα βασικά θεωρήματα των μετασχηματισμών Laplace, τα ακόλουθα:

$$L\left(\frac{\partial\theta(\chi, t)}{\partial t}\right) = pL(\theta(\chi, t)) - \theta(\chi, 0)$$

$$L\left[\frac{\partial^n\theta(\chi, t)}{\partial x^n}\right] = \frac{\partial^n L[\theta(\chi, t)]}{\partial x^n} \quad (2.5)$$

Εφαρμόζοντας αυτές τις σχέσεις στις εξισώσεις (3.1), (3.2), (3.3) θα παραχθούν οι δευτερεύουσες εξισώσεις που θα δώσουν τον μετασχηματισμό Laplace $\theta(x, p)$:

$$\frac{\partial\theta(\chi, p)}{\partial x} = -\frac{1}{k}q(\chi, p)$$

$$\frac{\partial q(\chi, p)}{\partial x} = -pCp\theta(\chi, p) + pC\theta(\chi, 0)$$

$$\frac{\partial^2\theta(\chi, p)}{\partial x^2} = \frac{p}{a}\theta(\chi, 0) - \frac{1}{a}\theta(\chi, 0) \quad (3.6)$$

Προχωρώντας στα επόμενα βήματα, εφόσον η $\theta(x, p)$ υπάρχει διαθέσιμη στους πίνακες των μετασχηματισμών Laplace, η λύση της $\theta(x, t)$ μπορεί να προσδιοριστεί αμέσως. Στην αντίθετη περίπτωση εφαρμόζεται αντίστροφος μετασχηματισμός

$$\theta(\chi, t) = L^{-1}[\theta(\chi, p)] = \frac{1}{2\pi i} \int_{\gamma-i\infty}^{\gamma+i\infty} e^{pt} \theta(\chi, p) dp \quad (3.7)$$

με γ αριθμό τέτοιο ώστε όλες οι ιδιομορφίες της συνάρτησης $\theta(x, p)$ να βρίσκονται αριστερά της γραμμής $(\gamma-i\infty, \gamma+i\infty)$.

Η λύση των δευτερευουσών εξισώσεων προκύπτει από τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$\theta(\chi, p) = \cos h\left[\sqrt{\frac{p}{a}}x\right]\theta(\chi, 0) - \frac{\sin h\left[\sqrt{\frac{p}{a}}x\right]q(0, p)}{k\sqrt{p/a}}$$

$$q(\chi, p) = -k\sqrt{\frac{p}{a}}\sin h\left[\sqrt{\frac{p}{a}}x\right]\theta(0, p) + \cos h\left[\sqrt{\frac{p}{a}}x\right]q(0, p) \quad (2.8)$$

Η πινακοποιημένη μορφή των εξισώσεων της θερμοκρασίας και της ροής θερμότητας:

$$\begin{bmatrix} \theta(1, p) \\ q(1, p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11}(p) & m_{12}(p) \\ m_{21}(p) & m_{22}(p) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \theta(0, p) \\ q(0, p) \end{bmatrix} = M \quad (2.9)$$

Ο πίνακας M καλείται μεταβατικός και για τα στοιχεία του—συναρτήσεις μεταφοράς- ισχύει:

$$\begin{aligned} m_{11}(p) &= m_{22}(p) = \cosh[\sqrt{p/2} l] \\ m_{12}(p) &= - \frac{\sin h[\sqrt{\frac{p}{a}} l]}{k\sqrt{p/a}} \\ m_{21}(p) &= - k \sqrt{\frac{p}{a}} \sin h[\sqrt{\frac{p}{a}} l] \end{aligned} \quad (2.10)$$

Η ορίζουσα του είναι :

$$m_{11} m_{22} - m_{12} m_{21} = 1 \quad (3.11)$$

Εάν η κατασκευή προς μελέτη είναι σύνθετη με πληθώρα κατασκευαστικών στοιχείων σε άμεση επαφή, όπου $0 < x < L$, εφαρμόζοντας τεχνικές από τη θεωρία των πινάκων η σχέση (1.13) θα λάβει την ακόλουθη μορφή:

$$\begin{bmatrix} \theta(1, p) \\ q(1, p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A(p) & B(p) \\ C(p) & D(p) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \theta(0, p) \\ q(0, p) \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

Τα στοιχεία A(p), B(p), C(p), D(p) αποτελούν τον συνολικό μεταβατικό πίνακα και οι τιμές τους εξαρτώνται τόσο από τις ιδιότητες του κάθε κατασκευαστικού παράγοντα, όσο και από τη σειρά με την οποία συνδυάζονται οι μεταβατικοί πίνακες που αντιστοιχούν σε αυτούς τους παράγοντες.

Συμβολίζοντας τα κατασκευαστικά στοιχεία με e_i ($i=1 \div n$) και τον αντίστοιχο πίνακα με i , ο συνολικός μεταβατικός πίνακας M από την εξωτερική επιφάνεια προς την εσωτερική ($0 < x < L$) θα είναι:

$$\begin{bmatrix} A(p) & B(p) \\ C(p) & D(p) \end{bmatrix} = M_{e1} \times M_{e2} \times M_{e3} \times M_{e4} \dots \dots \dots \times M_{en-1} \times M_{en} \quad (3.13)$$

με $A(p) \neq D(p)$ και $m_{11} = m_{22}$.

Είναι σύνηθες η σχέση (3.13) να μετασχηματίζεται έτσι ώστε να συνδέει τη ροή της εξωτερικής και εσωτερικής επιφάνειας με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες και αποτελεί τη βασική σχέση των μεθοδολογιών, δηλαδή:

$$\begin{bmatrix} q(0, p) \\ q(L, p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{D(p)}{B(p)} & -\frac{1}{B(p)} \\ \frac{1}{B(p)} & -\frac{A(p)}{B(p)} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \theta(0, p) \\ \theta(L, p) \end{bmatrix} \quad (3.14)$$

3.2.1 Απόκριση στο πεδίο του χρόνου

Η μέθοδος απόκριση στο πεδίο του χρόνου ή απλά μέθοδος απόκρισης, τυγχάνει ευρείας εφαρμογής σε σύγκριση με την έτερη, την απόκριση συχνότητας. Πρόκειται για μια μεθοδολογία που απαιτεί σύστημα εξισώσεων γραμμικό και αμετάβλητο, αλλά είναι ικανή να χειριστεί τόσο περιοδικές όσο και μη περιοδικές δυναμοσειρές θερμικής ροής και θερμοκρασίας.

Βάση της μεθοδολογίας αποτελεί ο συσχετισμός της απόκρισης του συστήματος με μια προεπιλεγμένη μονάδα διέγερσης (π.χ. ηλιακή ακτινοβολία, θερμοκρασία ξηρής σφαίρας) μέσω της χρήσης προκαθορισμένων οριακών συνθηκών, τέτοιων που αναμένονται στην εφαρμογή. Καλούμε ως συνάρτηση μονάδας διέγερσης την συνάρτηση που λαμβάνει αρχική τιμή τη μονάδα και εν συνεχεία μηδενικά (π.χ. 1,0,0,0,0...). Η απόκριση ενός γραμμικού, αμετάβλητου συστήματος σε σχέση με τη συνάρτηση μονάδας διέγερσης, ορίζεται ως συνάρτηση απόκρισης της μονάδας διέγερσης (unit response function) URF και οι όροι της αντίστοιχης δυναμοσειράς, παράγοντες απόκρισης (response factors). Είναι σαφές ότι ο αριθμός των συναρτήσεων απόκρισης που διέπουν ένα σύστημα εξαρτάται άμεσα όχι μόνο από το πλήθος των συναρτήσεων διέγερσης –δηλαδή των περιβαλλοντικών δεδομένων και των επιλεγμένων κατασκευαστικών στοιχείων, αλλά και από το πλήθος των αποκρίσεων που ενδιαφέρουν (ψυκτικά και θερμικά φορτία, θερμοκρασία εσωτερικού χώρου κτλ).

Η επίλυση της μεθόδου αρχικά προβλέπει τον ορισμό των συναρτήσεων απόκρισης της μονάδας διέγερσης (URFs) με τρόπο που αναφέρθηκε προηγουμένως και εν συνεχεία περιλαμβάνει τρία ευδιάκριτα στάδια.

Στο πρώτο στάδιο, μέσω τριγωνικής ή τετραγωνικής σύγκλισης, επιλύονται οι συναρτήσεις μονάδας διέγερσης στην ισοδύναμη δυναμοσειρά.

Ακολούθως, οι προκύπτουσες διεγέρσεις συνδυάζονται με τις συναρτήσεις απόκρισης μονάδας, έτσι ώστε να προκύψει η απόκριση του συστήματος. Ο συγκερασμός των παραπάνω στοιχείων επιτυγχάνεται με την εφαρμογή του θεωρήματος της συνέλιξης (convolution), το οποίο δηλώνει ότι: Η απόκριση ενός γραμμικού και αμετάβλητου συστήματος δίνεται από το άθροισμα των παραγώγων του συνδυασμού συναρτήσεων απόκρισης-διέγερσης και τη διεγερση αυτή καθ' αυτή, προσαρμόζοντας κατάλληλα το χρόνο [1]. Δηλαδή:

$$R(t)_i = \sum_{n=0}^{\infty} RF(n\Delta t)E(t - n\Delta t)_i \quad (3.15)$$

Όπου :

- $E(t)$: η συνάρτηση μονάδας διεγερσης i
- $R(t)$: η απόκριση του συστήματος για την εν λόγω διεγερση i
- $RF(n\Delta t)$: οι παράγοντες απόκρισης της δυναμοσειράς της URF
- t : ο χρόνος
- n : ακέραιος αριθμός
- Δt : το χρονικό βήμα της URF.

Το τρίτο βήμα της μεθόδου, αφού εφαρμοστεί η σχέση (3.15) για τις μελετώμενες παραμέτρους και τις διεγέρσεις, περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της ολικής απόκρισης του συστήματος μέσω του θεωρήματος superimposition.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι συναρτήσεις απόκρισης μονάδας διεγερσης URFs χρειάζεται να καθοριστούν μία φορά στην αρχή της μεθόδου. Αυτό συμβαίνει επειδή εξαρτώνται εξ' ολοκλήρου από τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά που επέλεξε ο μελετητής, αλλά και τις υποθέσεις για χρονική μη μεταβλητότητα που θεωρήθηκε ότι χαρακτηρίζουν το σύστημα και δηλώθηκαν a priori. Το γεγονός αυτό αποτελεί και το βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου συγκριτικά με τις πιο γενικευμένες αριθμητικές. Χαρακτηριστικά, για την επίλυση ενός ζητήματος αντίστοιχου με την εύρεση των URFs, για κάθε χρονικό βήμα απαιτούνται εκ νέου υπολογισμοί, αυξάνοντας σημαντικά τις προς επίλυση εξισώσεις.

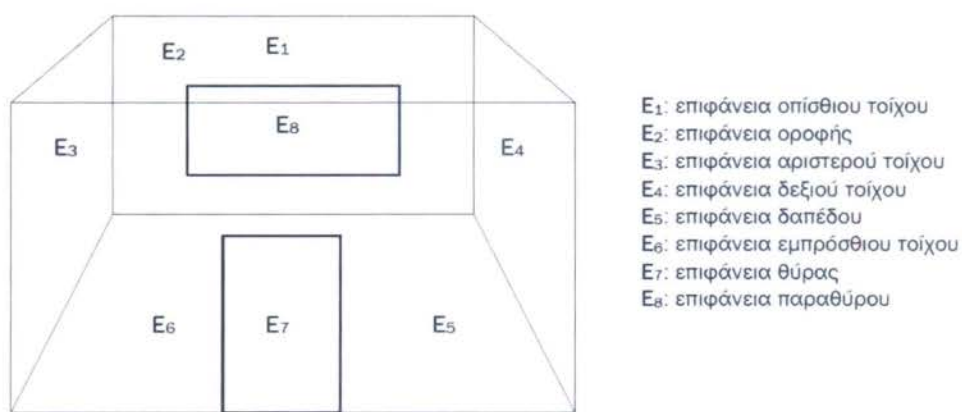
Τελικά, στην εφαρμογή της μεθόδου απόκρισης διακρίνονται δύο χαρακτηριστικά στάδια. Στο πρώτο στάδιο, προσδιορίζονται οι παράγοντες απόκρισης κάθε ζώνης του συστήματος προς μελέτη. Αυτό επιτυγχάνεται με μια αλληλουχία βημάτων μεταξύ διεγέρσεων και αποκρίσεων. Τα προφίλ των θερμικών φορτίων που

προέκυψαν σε σχέση με μια θερμοκρασία αναφοράς καθορίζουν τις απαιτήσεις αερισμού και τα χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων και στο δεύτερο βήμα της μεθόδου επιλέγεται η στρατηγική λειτουργίας που θα εφαρμοστεί.

Ενεργειακή ισορροπία ζώνης

Σύνθετες ή πολυεπίπεδες κατασκευές είναι απαραίτητο να χωριστούν σε ιδεατά τμήματα συνδεδεμένα μεταξύ τους με όμοια χαρακτηριστικά, όπως κοινά ανοίγματα αερισμού και συνάμα θερμικές ροές. Αυτά τα τμήματα ορίζονται ως ζώνες της κατασκευής και για κάθε μία από αυτές απαιτούνται ενεργειακοί υπολογισμοί. Λόγω των πλείστων θερμικών ροών που αλληλεπιδρούν, για να υπολογιστεί η συνολική απόκριση για κάθε μονάδα διέγερσης της ζώνης, θεωρούμε ενιαίο το πεδίο ενέργειας. Εν γένει, χωρίζουμε τη ζώνη σε περιοχές στις οποίες εφαρμόζουμε τις εξισώσεις διατήρησης ενέργειας, με τρόπο τέτοιο ώστε να συνδέονται μεταξύ τους χωρικά και χρονικά. Η επίλυση αυτού του συνόλου εξισώσεων υπό την επίδραση μίας μονάδας διέγερσης σε κάθε κύκλο υπολογισμών, παρέχει την αντίστοιχη συνάρτηση απόκρισης διέγερσης της μονάδας. Ο συγκερασμός των λύσεων κάθε κύκλου, δηλαδή όλων των μονάδων διέγερσης, δίνει τη συνολική απόκριση της ζώνης.

Λεπτομερώς, έστω μία απλή κατασκευή που αποτελείται από μία ζώνη με τα εξής χαρακτηριστικά: έξι αδιαφανή πολυεπίπεδα τμήματα –τοιχοι-, ένα παράθυρο και μία θύρα και ένα όγκο ρευστού που αντιπροσωπεύει τον πλήρως αναμεμιγμένο αέρα εντός της ζώνης (εικόνα 1-1).



Εικόνα 1- 1 Σχηματική απεικόνιση ζώνης για ενεργειακό ισολογισμό

Για τις παραπάνω επιφάνειες θεωρούνται δυο θερμοκρασίες, η εσωτερική θ_{Ei} και η εξωτερική θ_{Ee} και κάθε μία από τις $E_2 - E_5$ συνορεύουν με γειτονικές ζώνες γνωστών θερμοκρασιών $\theta_{Γκ}$ με $\kappa=2-5$. Για τις επιφάνειες E_2 και E_8 , λόγω της μικρής συνεισφοράς τους στη θερμική αποθήκευση και τη μεγάλη θερμική αγωγιμότητα που

εμφανίζουν θεωρούνται μία επιφάνεια E1 και E6 με ενιαία εσωτερική και εξωτερική θερμοκρασία.

Από την ενεργειακή ισορροπία του συστήματος προκύπτει η σχέση:

$$q_c(t) + q_{LR}(t) + q_K(t) + q_{SR}(t) + q_{\Delta}(t) = 0 \quad (3.16)$$

Όπου:

q_c : η θερμική συναγωγή [W/m²]

$q_{LR}(t)$: η ακτινοβολία μακρού κύματος [W/m²]

$q_K(t)$: η θερμική αγωγή [W/m²]

$q_{SR}(t)$: η ακτινοβολία βραχέος κύματος [W/m²]

$q_{\Delta}(t)$: ποσό θερμότητας από διάφορες πηγές (φωτισμός, συσκευές, άνθρωποι) [W/m²]

t: ο χρόνος

Για τις εσωτερικές επιφάνειες οι συνιστώσες της σχέσης (3.16) είναι αναλυτικά:

Η θερμική ροή λόγω συναγωγής προκύπτει από την σχέση:

$$q_c^i(t) = h_{cE} [\theta_{Ej}(t) - \theta_E(t)]$$

Όπου

h_{cE} : ο χρονικά αμετάβλητος ή μέσος συντελεστής συναγωγιμότητας [W/m²C°]

$\theta_{Ej}(t)$: η θερμοκρασία της γειτονικής επιφάνειας [°C]

$\theta_E(t)$: η θερμοκρασία της επιφάνειας που μελετάται [°C]

Η θερμική ροή λόγω ακτινοβολίας μακρού κύματος:

$$q_{LR}^i(t) = \sum_{j=1}^N \{ h_{LR(Ej,E)} [\theta_{Ej}(t) - \theta_E(t)] \}$$

$h_{LR}(EjE)$: ο γραμμικός συντελεστής μετάδοσης λόγω ακτινοβολίας, μεταξύ των επιφανειών Ej και E [W/m²C°]

N : ο αριθμός των επιφανειών που επικοινωνούν θερμικά στο σύνολο.

Η θερμική ροή λόγω αγωγής εξαρτάται τόσο από το ιστορικό των διακυμάνσεων της θερμοκρασίας και των θερμικών ροών όσο και από τα φυσικά χαρακτηριστικά των κατασκευαστικών υλικών. Είναι :

$$q_K^i(t) = - \sum_{m=0}^{\infty} \theta_E^i(t - m\Delta t)Z(m\Delta t) + \sum_{m=0}^{\infty} \theta_E^e(t - m\Delta t)Y(m\Delta t)$$

Όπου

m: φυσικός αριθμός, αθροιστής

Δt : το χρονικό βήμα [s]

θ_E^i : η εσωτερική θερμοκρασία της επιφάνειας [°C]

θ_E^e : η εξωτερική θερμοκρασία της επιφάνειας [°C]

Z: οι παράγοντες απόκρισης της URF της εσωτερικής επιφάνειας λόγω θερμοκρασιακής διέγερσης της εσωτερικής επιφάνειας [W/m²C°]

T: οι παράγοντες απόκρισης της URF της εσωτερικής επιφάνειας λόγω θερμοκρασιακής διέγερσης της εξωτερικής επιφάνειας [W/m²C°]

Για τις εξωτερικές επιφάνειες, οι σχέσεις συναγωγής και ακτινοβολίας συνδυάζονται για να παράξουν μία συνολική. Με αυτό τον τρόπο υποσκελίζεται η άγνοια των θερμοκρασιών των γειτονικών ζωνών.

$$q_C^e(t) + q_{LR}^e(t) = h_{TE}[\theta_{Ej}(t) - \theta_E(t)]$$

h_{TE} : ο συνδυασμένος συντελεστής μετάδοσης θερμότητας για συναγωγή και ακτινοβολία [W/m²C°]

Ομοίως με προηγουμένως, η θερμική ροή λόγω αγωγής

$$q_K^e(t) = - \sum_{m=0}^{\infty} \theta_E^e(t - m\Delta t)X(m\Delta t) + \sum_{m=0}^{\infty} \theta_E^i(t - m\Delta t)Y(m\Delta t)$$

Φ: οι παράγοντες απόκρισης της URF της εξωτερικής επιφάνειας λόγω θερμοκρασιακής διέγερσης της εξωτερικής επιφάνειας [W/m²C°]

T: οι παράγοντες απόκρισης της URF της εξωτερικής επιφάνειας λόγω θερμοκρασιακής διέγερσης της εσωτερικής επιφάνειας [W/m²C°]

Η θερμική ροή λόγω φωτισμού, συσκευών και ανθρώπινου δυναμικού, προσδιορίζεται μέσω προσεγγιστικών συντελεστών αγωγιμότητας που διατίθενται πινακοποιημένοι .

Η ακτινοβολία βραχέος κύματος μερικώς θα απορροφηθεί από τα δομικά υλικά και μερικώς θα ανακλαστεί. Αυτό το θερμικό ποσό εν τέλει θα μεταδοθεί μέσω αγωγής στο εσωτερικό του κτιρίου.

Αντικαθιστώντας όσα προαναφέρθηκαν στην αρχική σχέση ενεργειακής ισορροπίας και διατηρώντας το διαχωρισμό εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών, θα συντεθούν δύο νέες εξισώσεις ισορροπίας ενέργειας:

Εξωτερικές επιφάνειες

$$\begin{aligned}
 & - \left(h_{CE} + \sum_{j=1}^N h_{LR(E_j,E)} + Z(0) \right) \theta_E^i(t) + (Y(0)\theta_E^e(t) + \sum_{j=1}^N h_{LR(E_j,E)} \theta_{E_j}(t) \\
 & = -h_{CE}\theta_E(t) - q_{\Delta}(t) - q_{RS}(t) \sum_{m=1}^{\infty} \theta_E^i(t - m\Delta t)Y(m\Delta t) \\
 & + \sum_{m=1}^{\infty} \theta_E^i(t - m\Delta t)Y(m\Delta t)
 \end{aligned}$$

Η εφαρμογή των δύο εξισώσεων θερμικής ισορροπίας για τις εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες του μελετώμενου συστήματος θα αποδώσει ένα σύστημα εξισώσεων. Η πινακοποιημένη μορφή του συστήματος αυτού θα ήταν ως εξής: A X θ =B

Ο πίνακας A, μη ομογενής, έχει ως στοιχεία τη μελλοντική δυναμοσειρά των συντελεστών μετάδοσης των όρων της θερμοκρασίας, όπως αναγράφονται στα αριστερά μέλη των εξισώσεων (1.28), (1.29). Ο πίνακας στήλη B περιέχει τους όρους των δεξιών μελών των εξισώσεων, οι οποίοι είναι εξαρτημένοι από την επιλεγμένη διέγερση και το θερμοκρασιακό ιστορικό των επιφανειών. Το διάνυσμα θ παριστά τις μελλοντικές τιμές των θερμοκρασιών των επιφανειών. Αντιστρέφοντας τον πίνακα A

και εισάγοντας νέες τιμές για κάθε χρονικό βήμα μόνο στον πίνακα B, η εξίσωση θα δώσει τη θερμοκρασιακή απόκριση. $\theta = A^{-1} X B$

Η προκύπτουσα απόκριση θα τροφοδοτηθεί στην εξίσωση διατήρησης ενέργειας εφαρμοσμένη στον όγκο του αέρα εντός του χώρου, έτσι ώστε να ληφθούν οι URFs για θέρμανση και ψύξη. Η εξίσωση είναι της μορφής

$$\sum_{j=1}^N E_j h_{CE_j} [\theta_{E_j}(t) - \theta_E(t)] + \frac{\rho CV}{\Delta t} [\theta_E(t) - \theta_E(t - \Delta t)] + q_p(t) + q_L(t) + q_I(t)$$

E: η επιφάνεια [m²]

Δt: το χρονικό βήμα [s]

C: η ειδική θερμότητα του αέρα [J/kgC]

V: ο όγκος του εσωτερικού αέρα [m³]

q_p: η θερμική απαίτηση των εγκαταστάσεων για να διατηρηθεί η θερμοκρασία στην τιμή σημείου σχεδίασης [W]

q_L: το θερμικό κέρδος λόγω φωτισμού εξοπλισμού κ.α. [W]

q_I: το κέρδος λόγω φιλτραρίσματος του αέρα και των κοινών ροών μεταξύ ζωνών [W].

Ομοίως και στο παράδειγμα που προαναφέρθηκε, ορίζουμε τους πίνακες A, θ, B και επιλύουμε την εξίσωση $\theta = A^{-1} X B$. Σε κάθε χρονικό βήμα, οι τιμές του πίνακα B διορθώνονται με βάση τις θερμοκρασίες που προέκυψαν από το προηγούμενο βήμα, επιτρέποντας τον υπολογισμό των αποκρίσεων των θερμοκρασιών για τις επιφάνειες, υπό οποιοδήποτε καθεστώς διέγερσης. Έτσι, διατηρώντας την εσωτερική θερμοκρασία της ζώνης σταθερή και ίση με τη θερμοκρασία αναφοράς καθώς και τον αντίστροφο πίνακα A⁻¹, υπολογίζουμε την απόκριση με μία διέγερση σε ισχύ (1,0,0,0,...) και τις υπόλοιπες μηδενικές (0,0,0,0,...) για χρόνο t=0. Οι προκύπτουσες τιμές του πίνακα B για το χρονικό βήμα t=0 θα χρησιμοποιηθούν για να προσδιοριστούν οι επικρατούσες θερμοκρασίες για το ακόλουθο χρονικό βήμα t=1 και ούτω ο καθ' εξής. Η διαδικασία σταματά όταν ο λόγος των διαδοχικών όρων στην αντίστοιχη δυναμοσειρά της θερμοκρασίας της επιφάνειας καταστεί σταθερός και αποτέλεσμα αυτής η URF της επιφάνειας για την ισχύουσα όμως διέγερση. Η

συνολική URF της επιφάνειας παράγεται μετά από επανάληψη της διαδικασίας με εναλλαγή της διέγερσης που βρίσκεται σε ισχύ.

3.2.2 Απόκριση στο πεδίο συχνότητας

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της μεθόδου απόκρισης συχνότητας ή αλλιώς αρμονικής μεθόδου, είναι η υπόθεση ότι τα καιρικά δεδομένα μπορούν να παρασταθούν ως μια σειρά περιοδικών κύκλων. Έτσι η επιρροή του καιρού μπορεί να ενσωματωθεί στους υπολογισμούς με τη μορφή σταθερού όρου συνοδευόμενου από πλήθος αρμονικών ημιτονοειδούς κύματος με εν γένει αυξανόμενη συχνότητα και μειούμενο πλάτος. Η υποδιαίρεση της δυναμοσειράς του καιρού σε συνιστώσες κυμαινόμενων ημιτονοειδών για μέσες συνθήκες επιτυγχάνεται μέσω απεικόνισης με σειρές Fourier. Πρόκειται για τη διαδικασία μέσω της οποίας μια συνεχής συνάρτηση $F(t)$ μπορεί να προσεγγιστεί με μια σειρά από ημιτονοειδείς και συνημιτονοειδείς συναρτήσεις, δηλαδή:

$$F(t) = a_0 + \sum_{m=1}^k a_m \sin\left(\frac{2\pi mt}{L}\right) + \sum_{m=1}^k b_m \cos\left(\frac{2\pi mt}{L}\right)$$

$1/L$: η βασική συχνότητα [Hz]

Κάθε επιλεγμένη αρμονική μπορεί να επεξεργαστεί ξεχωριστά και να εισαχθούν οι κατάλληλοι για την συχνότητά της θερμοκοί παράγοντες απόκρισης. Ο μαθηματικός προσδιορισμός των αποκρίσεων θα προκύψει από την εξίσωση (3.12), με αρχική οριακή συνθήκη ορισμένη εξ αρχής ως ημιτονοειδές κύμα. Εν συνεχεία, εφαρμόζεται η αρχή superimposition έτσι ώστε από την άθροιση των επί μέρους αρμονικών να ληφθεί η ολική απόκριση του συστήματος.

Για λόγους διευκόλυνσης, η συχνότητα της βασικής αρμονικής είναι συχνά εικοσιτέσσερις ώρες, με τις υπολείπουσες αρμονικές να έχουν μειούμενες συνήθως των δώδεκα, έξι, τριών και μιάμισης ώρας. Οι παράγοντες απόκρισης που αποτελούν το ζητούμενο, μπορούν να προσδιοριστούν ως συναρτήσεις αρμονικής συχνότητας και να εφαρμοστούν στους συγκεκριμένους όρους της αντίστοιχης αρμονικής των **43 καιρικών συνθηκών**. Η μέθοδος δύναται να αντιμετωπίσει την πλειοψηφία των ενδοκτιριακών μεταφορών ενέργειας, αλλά αξίζει να σημειωθεί ότι η προσέγγιση μερικών θα είναι φτωχή.

Ομοίως με την ομόρριζη μέθοδο απόκρισης, η εισαγωγή του θεωρήματος superimposition που οδηγεί στην απόξεση πεδίων άρρηκτα συνδεδεμένων, αποτελεί διπλό στοιχείο. Διευκολύνει στην ολοκλήρωση της μεθόδου και τη λήψη αποτελέσματος με τη σκιά όμως της προαναφερθείσας προσέγγισης.

Συγκεντρωτικά, η μέθοδος έγκειται στην εκτίμηση των ροών θερμότητας του κελύφους υπό την υπόθεση σταθερών εσωτερικών θερμοκρασιών. Οι θερμοκρασίες εξωτερικού αέρα συνδυασμένες με την ακτινοβολία μικρού κύματος, παράγουν έναν κοινό όρο, την θερμοκρασία ηλίου-αέρος. Στο παρελθόν, τα εσωτερικά φορτία λόγω ακτινοβολίας θεωρούνταν ταυτόχρονες ροές. Μια τέτοιου είδους υπόθεση, αγνοεί την αλληλεπίδραση των φορτίων με τη θερμική ικανότητα του φακέλου. Πλέον, η ακρίβεια της μεθόδου σε σχέση με τη μοντελοποίηση των εσωτερικών επιφανειών έχει αυξηθεί αφού λαμβάνεται υπόψη η έντονη εξάρτηση των προειρημένων συνιστωσών όσον αφορά τη ροή της ακτινοβολίας και της συναγωγής εντός του κελύφους.

3.2.3 Μεθοδολογίες βασισμένες στην υπολογιστική μέθοδο της απόκρισης

3.2.3.1 Μέθοδος Συνάρτησης Μεταφοράς TFM

Η εν λόγω μέθοδος εφαρμόζει μια σειρά σταθμισμένων παραγόντων, των συντελεστών αγωγής συνάρτησης μεταφοράς (CTF), στις εξωτερικές αδιαφανείς επιφάνειες και στις θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ ηλίου-αέρα και χώρου. Στόχος αυτού του σταδίου είναι ο προσδιορισμός του θερμικού κέρδους προσμετρώντας όμως και τη θερμική αδράνεια των επιφανειών. Το ηλιακό θερμικό κέρδος διαμέσου υαλοπινάκων όπως και τα κέρδη λόγω εξοπλισμού και ανθρώπινου δυναμικού υπολογίζονται άμεσα για το φορτίο της τρέχουσας ώρας.

Στο δεύτερο στάδιο της μεθόδου εφαρμόζονται συγγενείς σταθμισμένοι συντελεστές, οι συντελεστές συνάρτησης μεταφοράς δωματίου (RTF), στα θερμικά κέρδη και τα ψυκτικά φορτία των συνιστωσών με ακτινοβολούντα τμήματα. Ομοίως με το πρώτο στάδιο, οι συντελεστές στοχεύουν στο να ληφθεί υπόψη το καθόλα - σημαντικό φαινόμενο της θερμικής αποθήκευσης στη μετατροπή του θερμικού κέρδους σε ψυκτικό φορτίο. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για εύλογο αριθμό παρελθοντικών ωρών αλλά και της τρέχουσας. Οι συντελεστές RTF εξαρτώνται από τη γεωμετρία του χώρου, τη διάταξη και τη μάζα των χαρακτηριστικών, με τρόπο τέτοιο ώστε να είναι εμφανής η διαφορετικότητα του

φαινομένου θερμικής αποθήκευσης για το κάθε τμήμα με διαφορετικά φυσικά χαρακτηριστικά.

Οι συντελεστές που χρησιμοποιούνται στην TFM επιδιώκουν στο συσχετισμό μιας συνάρτησης εξόδου για συγκεκριμένο χρόνο με την τιμή οδηγών συναρτήσεων σε αυτό το χρόνο και μια περίοδο που έπεται. Οι CTF δεν είναι άλλοι από τους παράγοντες απόκρισης λόγω θερμικής αγωγής τοίχων και οροφών της μεθόδου απόκρισης και οι RTF οι παράγοντες για την προσέγγιση των ψυκτικών φορτίων.

Τέλος, ενώ η TFM είναι επιστημονικά εμπειριστατωμένη και τεχνικά πλήρης για την εκτίμηση των ψυκτικών φορτίων, αξίζει να σημειωθεί ότι κατά διάρκεια των υπολογισμών μεγάλο πλήθος προηγηθεισών ωρών θεωρείται ίσου φορτίου με της τρέχουσας ώρας.

3.2.3.2 Μέθοδος Ισοδύναμης Θερμοκρασιακής Διαφοράς - TETD Method

Για την εφαρμογή αυτής της μεθοδολογίας θεσπίζονται οι συντελεστές TETD. Από τη χρήση της τεχνικής της απόκρισης εκτιμάται η απόκριση μιας σειράς συναρμογών τοίχων και οροφών με βάση τις οποίες προσδιορίζονται οι TETD, ως συνάρτηση των θερμοκρασιών ηλίου-αέρος και των επικρατουσών θερμοκρασιών στο χώρο. Οι συνιστώσες που συμβάλλουν στο θερμικό κέρδος του χώρου συνυπολογίζονται με συνδεδεμένους συντελεστές TETD και τα αποτελέσματα προστίθενται στα θερμικά κέρδη των εσωτερικών στοιχείων. Έτσι προκύπτει ο ολικός στιγμιαίος ρυθμός θερμικού κέρδους του χώρου. Σε αυτό το σημείο καλείται η τεχνική εξαγωγής χρονικού μέσου όρου Time Averaging για τη μετατροπή του θερμικού κέρδους σε ψυκτικό φορτίο. Η υλοποίησή της έγκειται στην εξαγωγή του μέσου όρου των φορτίων των θερμικών κερδών των ακτινοβολούντων τμημάτων για την τρέχουσα ώρα και για μια κατάλληλη περίοδο επερχόμενων ωρών. Η τεχνική TETD αποτελεί χρήσιμο εργαλείο στην ποσοτικοποίηση της θερμικής αποθήκευσης αλλά αυτό το προσόν αυξάνει την πολυπλοκότητά της. Μειονέκτημά της η υποκειμενικότητα της επιλογής κατάλληλης περιόδου για την εξαγωγή του μέσου όρου που επαφίεται στην εμπειρία του χρήστη όπως και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

3.2.3.3 Μέθοδος Θερμοκρασιακής Διαφοράς Ψυκτικού Φορτίου – CLTD

Αυτή η απλουστευμένη τεχνική μπορεί να χαρακτηριστεί ως η επικρατέστερη διαδικασία για την εκτίμηση των θερμικών κερδών και των ψυκτικών φορτίων.

Αποτελεί στην ουσία την σύμπραξη των δύο προρρηθέντων μεθόδων και διαφέρει **στο ότι υπολογίζει αμεσότερα το ψυκτικό φορτίο**. Στην εξέλιξη της μεθόδου, δεδομένα από την εφαρμογή της TFM για αντιπροσωπευτική ομάδα συνιστωσών χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή συντελεστών CLTD. Αυτοί οι συντελεστές εντάσσονται στους άμεσους, ενός βήματος υπολογισμούς των φορτίων ψύξης των θερμικών κερδών λόγω αγωγής διαμέσου τοίχων, οροφών και υαλοπινάκων. Στο δεύτερο στάδιο, αναπτύχθηκε έτερη ομάδα συντελεστών, των CLF, για όμοιους υπολογισμούς του ηλιακού θερμικού φορτίου μέσω υαλοπινάκων και φορτίων λόγω εσωτερικών πηγών. Τελευταία εισήχθη βελτιωμένος συντελεστής για το ηλιακό θερμικό φορτίο μέσω υαλοπινάκων, ο SCL, ο οποίος αυξάνει την ακρίβεια της μεθόδου εισάγοντας περισσότερες παραμέτρους που επηρεάζουν.

Και οι τρεις ομάδες συντελεστών που αναφέρονται στην CLTD μέθοδο εμπεριέχουν τόσο το **φαινόμενο της χρονικής υστέρησης** στο θερμικό κέρδος λόγω αγωγής των αδιαφανών επιφανειών, όσο και στη μετατροπή του θερμικού κέρδους λόγω ακτινοβολίας σε ψυκτικό φορτίο, που οφείλεται στη θερμική αποθήκευση. Η μέθοδος είναι εξαιρετικά δημοφιλής, αφού επιτρέπει τον υπολογισμό των φορτίων άνευ υπολογιστή, παρέχει αποτελέσματα συνεπή με αυτά της TFM και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο επικύρωσης των εκτιμήσεων.

3.3 ΜΕΘΟΔΟΣ ΧΡΟΝΙΚΩΝ ΣΕΙΡΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΚΑΙ ΑΓΩΓΗΣ (RTS/CTS)

Η μέθοδος χρονικών σειρών είναι μια απλουστευμένη μέθοδος που πραγματοποιεί σχεδιαστικούς υπολογισμούς ψυκτικών φορτίων που προέρχονται από την μέθοδο θερμικής ισορροπίας (heat balance method). Αντικαθιστά αποτελεσματικά όλες τις άλλες απλοποιημένες μεθόδους, όπως την μέθοδο συνάρτησης μεταφοράς (TFM), Μέθοδος Θερμοκρασιακής Διαφοράς Ψυκτικού Φορτίου (CLTD) κ.α. Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε έτσι ώστε να είναι ακριβής, αφού υπολογίζει την συνεισφορά κάθε στοιχείου στο συνολικό φορτίο ψύξης, αλλά δεν απαιτεί επαναληπτικούς και χρονοβόρους υπολογισμούς. Επίσης βασικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η δυνατότητα που δίνεται στον χρήστη να ελέγχει και να τροποποιεί τους διάφορους συντελεστές επιτρέποντας του να συγκρίνει και την επίδρασή τους στο αποτέλεσμα. Αυτά τα χαρακτηριστικά της RTS μεθόδου διευκολύνουν την εφαρμογή τεχνικής κρίσης κατά τον υπολογισμό ψυκτικού φορτίου.

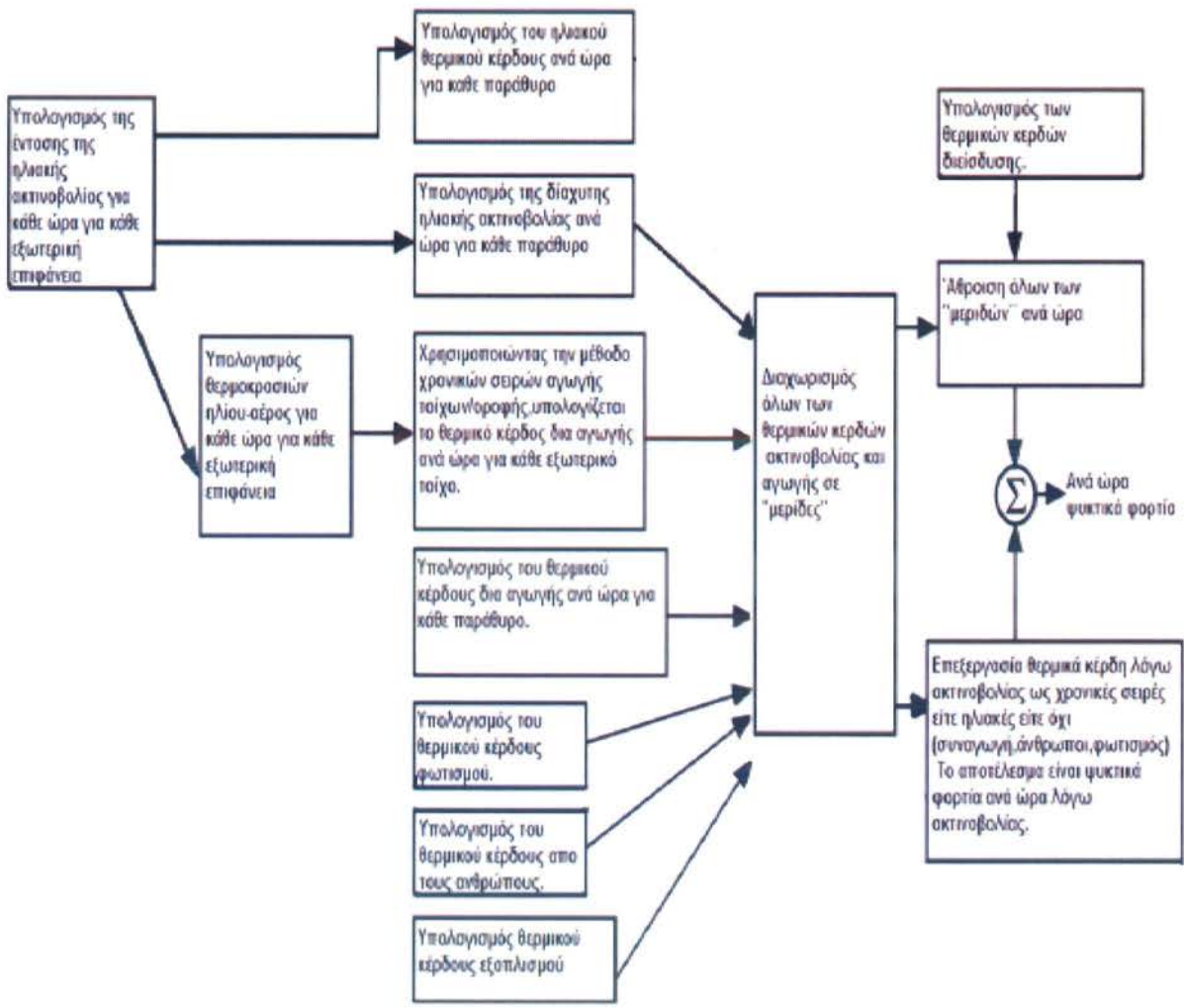
Η μέθοδος RTS είναι κατάλληλη για τον υπολογισμό φορτίων αιχμής αλλά δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για ετήσιες ενεργειακές προσομοιώσεις λόγω των εγγενών περιοριστικών υποθέσεων-παραδοχών της. Παρόλο που είναι απλή στην σύλληψή της, περιλαμβάνει πάρα πολλά υπολογιστικά εργαλεία που την καθιστούν ιδιαιτέρως πρακτική για χειρωνακτική χρήση. Βέβαια μπορεί κάλλιστα να εμφωλευτεί σε κάποιο υπολογιστικό φύλλο υπολογιστή.

Τα ψυκτικά φορτία υπολογίζονται με βάση την υπόθεση των σταθερών ανά περίοδο συνθηκών (δηλαδή ο ημερήσιος καιρός, τα θερμικά κέρδη να είναι πανομοιότυπα με εκείνα των προηγούμενων ημερών έτσι ώστε τα θερμικά φορτία να επαναλαμβάνονται ανά 24ωρο σε κυκλική βάση). Επομένως το θερμικό κέρδος για ένα συγκεκριμένο στοιχείο, μια συγκεκριμένη ώρα είναι το ίδιο με πριν 24 ώρες, με πριν 48 ώρες κ.τ.λ.

Η βασική διαδικασία για τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου κάθε στοιχείου (φώτα, άνθρωποι, τοίχοι, στέγες, παράθυρα, συσκευές κ.τ.λ.) είναι η εξής:

- Υπολογισμός του 24ωρου προφίλ όλων των συνιστωσών θερμικού κέρδους
- Διαχωρισμός των θερμικών κερδών σε "μερίδες" ακτινοβολίας και συναγωγής.
- Εφαρμογή χρονικών σειρών ακτινοβολίας για τον υπολογισμό της χρονικής καθυστέρησης στην μετατροπή της ακτινοβολίας σε ψυκτικά φορτία.
- Άθροιση του θερμικού κέρδους συναγωγής με το χρονικά υστερημένο θερμικό κέρδος λόγω ακτινοβολίας για κάθε ώρα για κάθε στοιχείο.

Το παρακάτω σχήμα δίνει μια γενική εικόνα της μεθόδου:



3.4 Αριθμητική μέθοδος πεπερασμένων διαφορών

Με βάση τα προαναφερθέντα, οι μέθοδοι απόκρισης εφαρμόζονται σε συστήματα γραμμικά και αμετάβλητα αλλά δύνανται να παράσχουν πληροφορίες για τη θερμική ροή και τη θερμοκρασία σε κάθε σημείο του μοντέλου και μάλιστα με χαμηλές υπολογιστικές απαιτήσεις. Στον αντίποδα, οι αριθμητικές μέθοδοι δεν εμπεριέχουν περιορισμούς όσο αφορά τη μορφή των εξισώσεων, αντιμετωπίζουν οποιοδήποτε βαθμό πολυπλοκότητας όμως απαιτούν μεγάλο όγκο υπολογισμών και επιστρέφουν δεδομένα για προκαθορισμένες θέσεις του συστήματος, με ιδιότητες αντιπροσωπευτικές για μικρές ορισμένες περιοχές.

Μια αριθμητική διαδικασία περιλαμβάνει τρία στάδια. Η διακριτοποίηση του συστήματος ακολουθείται από την κατασκευή συστήματος των ενεργειακών εξισώσεων για τους κόμβους. Αυτές μπορεί να είναι η εξίσωση Fourier για την μετάδοση θερμότητας ή οι εξισώσεις Navier-Stokes της ροής των ρευστών. Στο τρίτο βήμα οι εξισώσεις επιλύονται και παρέχουν την κατανομή των μεταβλητών που μελετώνται. Είναι σαφές ότι ο αριθμός των εξισώσεων είναι ανάλογος της πολυπλοκότητας του κτηρίου και των ζητούμενων στοιχείων. Στην πράξη, η μεθοδολογία βασίζεται είτε στην ανάπτυξη των σειρών Taylor, είτε στην εφαρμογή των αρχών διατήρησης σε μικρούς όγκους ελέγχου.

3.5 Αριθμητική μέθοδος πεπερασμένων όγκων

Η μέθοδος των πεπερασμένων όγκων είναι μία ευρέως διαδεδομένη υπολογιστική μέθοδος επίλυσης μερικών διαφορικών εξισώσεων. Η μέθοδος εφαρμόζεται εύκολα χωρίζοντας αρχικά το πεδίο ορισμού σε πεπερασμένους όγκους αναφοράς, έτσι ώστε κάθε κόμβος του πλέγματος να περιβάλλεται από έναν όγκο αναφοράς. Στη συνέχεια ολοκληρώνεται η μ.δ.ε στον όγκο αναφοράς. Τα ολοκληρώματα υπολογίζονται αναλυτικά υποθέτοντας ότι οι τιμές της άγνωστης εξαρτημένης μεταβλητής είναι σταθερές ή ότι μεταβάλλονται γραμμικά σε κάθε όγκο αναφοράς. Οι αλγεβρικές εξισώσεις που προκύπτουν ονομάζονται εξισώσεις πεπερασμένων όγκων και το σύστημα επιλύεται χρησιμοποιώντας τις απ' ευθείας ή τις επαναληπτικές τεχνικές επίλυσης συστημάτων.

Η μέθοδος των πεπερασμένων όγκων γίνεται εύκολα κατανοητή αφού η μεθοδολογία και γενικότερα ο τρόπος διατύπωσης της μεθόδου συνδέεται άμεσα με τη

φυσική του προβλήματος. Είναι λογικό να θεωρούμε ότι οι εξισώσεις πεπερασμένων όγκων ικανοποιούν τις ίδιες φυσικές αρχές και νόμους, (διατήρηση μάζας, ορμής, ενέργειας), με αυτές που ικανοποιούν οι μ.δ.ε από τις οποίες έχουν προκύψει. Μία βασική διαφορά ανάμεσα στις μεθόδους των πεπερασμένων διαφορών και όγκων είναι ότι στις πεπερασμένες διαφορές η λύση βασίζεται μόνο στις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής στους κόμβους του πλέγματος ενώ στους πεπερασμένους όγκους η λύση βασίζεται όχι μόνο στις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής στους κόμβους αλλά και σε υποθετικές κατανομές ανάμεσα στους κόμβους.

Τέλος σημειώνεται ότι τα δύο υπολογιστικά σχήματα οδηγούν σε αντίστοιχα αποτελέσματα εφόσον η μέθοδος των πεπερασμένων διαφορών διατυπωθεί σωστά, το σχήμα είναι ευσταθές και έχει συνοχή με τη μ.δ.ε.

4 ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ,

Η ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΞΗ ΣΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Το 1830 ο Houghton παρουσίασε την ανάλυση του για την μετάδοση της θερμότητας στο εξωτερικό των κτιρίων και τα περιοδικά χαρακτηριστικά της ροής της θερμότητας αυτής. Το 1937 στον οδηγό που εξέδωσε ο οργανισμός ASHVE παρουσίασε μια συστηματική μέθοδο υπολογισμού των φορτίων η οποία περιλάμβανε τον χωρισμό των διαφόρων στοιχείων που απαρτίζουν τα φορτία. Σ' αυτόν τον οδηγό παρουσιάστηκαν συντελεστές ηλιακής ακτινοβολίας και η επιρροή τους σε εξωτερικούς τοίχους και οροφές. Επίσης παρουσιάστηκαν μέθοδοι όπως οι αλλαγές του αέρα ανά ώρα (ACH, Air Changes per Hour) για τον υπολογισμό της διείσδυσης του αέρα στα κτίρια. Οι Mackey και Wright ήταν οι πρώτοι που παρουσίασαν το 1944 την έννοια μια πλασματικής θερμοκρασίας (Sol-Air Temperature) η οποία συνδυάζει την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας στην εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου και την εσωτερική μετάδοση θερμότητας εξαιτίας της θερμοκρασιακής διαφοράς στο εσωτερικό και στο εξωτερικό του κτιρίου. Επίσης παρουσίασαν μια προσεγγιστική μέθοδο υπολογισμού των θερμοκρασιακών αλλαγών στην εσωτερική επιφάνεια των τοίχων και των οροφών, εξαιτίας της περιοδικής ροής θερμότητας που προκαλείται από την ηλιακή ακτινοβολία και την εξωτερική θερμοκρασία, εισάγοντας ένα νέο συντελεστή. Το 1952 οι Mackey και Gay ανάλυσαν την διαφορά μεταξύ του άμεσου

θερμικού φορτίου και αυτού που οφείλονται στην μετάδοση της θερμότητας μέσω ακτινοβολίας διαμέσου των εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου. Το 1964 ο Palmatier παρουσίασε τον όρο «συντελεστής θερμικής συσσώρευσης» για να αναδείξει την αναλογία μεταξύ της ροής με την οποία πρέπει να αφαιρείται η θερμότητα από τον χώρο, ώστε να διατηρείται αυτός σε σταθερή θερμοκρασία, και την ροή του άμεσου θερμικού φορτίου. Ένα χρόνο αργότερα η εταιρεία Carrier έκδωσε ένα οδηγό υπολογισμού των θερμικών φορτίων στον οποίο ο συντελεστής θερμικής συσσώρευσης και η αντίστοιχη θερμοκρασία διαφορά (ETD Equivalent Temperature Difference) χρησιμοποιούνται για να αναδείξουν την αναλογία της ροής με την οποία πρέπει να αφαιρείται η θερμότητα από τον χώρο, ώστε να διατηρείται αυτός σε σταθερή θερμοκρασία, και της ροής του άμεσου θερμικού φορτίου εξαιτίας της επίδρασης της θερμικής συσσώρευσης λόγω της κατασκευής του κτιρίου. Αυτή η μέθοδος υπολογισμού των θερμικών φορτίων χρησιμοποιήθηκε ευρέως από πολλούς σχεδιαστές μέχρι που πιο σύγχρονοι μέθοδοι υιοθετήθηκαν από τον ASHRAE.

Το 1964 ο ASHRAE πρότεινε τη μέθοδο TA (Time Average) για να προσδιορίσει την θερμότητα που μεταδίδεται μέσω ακτινοβολίας σε διαδοχικά χρονικά διαστήματα από 1-3 ώρες ή από 6-8 ώρες ανάλογα με την κατασκευαστική δομή του κτιρίου. Η ροή της θερμότητας μέσα από τοίχους και οροφές δίνεται σε πίνακες σε συνάρτηση με την αντίστοιχη θερμοκρασιακή διαφορά (ETD). Την ίδια χρονιά οι Stephenson και Mitalas πρότειναν τον συντελεστή θερμικής απόκρισης, ο οποίος περιλαμβάνει την επίδραση της θερμικής συσσώρευσης στον υπολογισμό του φορτίου που πρέπει να απομακρύνεται από τον χώρο προκειμένου αυτός να διατηρείται σε σταθερή θερμοκρασία. Ο συντελεστής θερμικής απόκρισης αξιολογεί την απόκριση του συστήματος στην μία πλευρά του κτιρίου όταν στην άλλη έχουμε τυχαίες θερμοκρασιακές διεγέρσεις. Αυτή η έννοια αναπτύχθηκε και αποτέλεσε την βάση της μεθόδου WFM (Weight Factor Method) ή TFM (Transfer Function Method). Το 1977 η ASHRAE παρουσίασε την μέθοδο υπολογισμού των φορτίων ενός βήματος η οποία χρησιμοποιεί τον συντελεστή CLF (Cooling Load Factor) και τον συντελεστή CLTD (Cooling Load Temperature Difference) οι οποίοι προέρχονται από απλοποίηση της μεθόδου TFM. Πιο πρόσφατη έρευνα από τον McQuiston το 1992 πρόσθεσε ένα βελτιωμένο συντελεστή SCL (Solar Cooling Load) στην μέθοδο CLTD/CLF για τον προσδιορισμό της θερμότητας που μεταδίδεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα από γυάλινες επιφάνειες και ο οποίος επιτρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν στον υπολογισμό των φορτίων πρόσθετοι παράμετροι.

Η μέθοδος Carrier, είναι ένας ασφαλής τρόπος υπολογισμού των ψυκτικών απαιτήσεων των χώρων και διαστασιολόγηση των κεντρικών μηχανημάτων, πράγμα που έχει αποδειχτεί στην πράξη με την ευρύτατη χρησιμοποίησή της.

Η ταύτιση της όμως με την ομώνυμη εταιρεία, της έχει στερήσει την δυνατότητα ανεξάρτητης εξέλιξης και προσαρμογής στις διαφοροποιούμενες με το χρόνο απαιτήσεις, πράγμα που έχει σαν επακόλουθο να χάσει την αρχική της ισχύ σαν την κατ' εξοχή μέθοδο υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων.

Αντίθετα η μεγάλη ποικιλία κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στις ΗΠΑ και στις οποίες ανταποκρίνεται η μέθοδος υπολογισμού ψυκτικών φορτίων της ASHRAE, καθώς και οι συχνές προσαρμογές της στις εκάστοτε αντιλήψεις της σύγχρονης πρακτικής, την έχουν καταστήσει σαν την παγκοσμίου εφαρμογής μέθοδο.

Η παραπάνω μέθοδος χωρίζεται σε βασικά σε δύο περιόδους : Στην προ και μετά την ενεργειακή κρίση, όπως δημοσιεύτηκε στο εγχειρίδιο FUNDAMENTALS του 1977.

Στις προ του 1977 εκδόσεις, δηλαδή μέχρι το 1973, (εκδόσεις που αφορούν τις μεθόδους υπολογισμού των φορτίων γίνονται κάθε τέσσερα χρόνια), ο υπολογισμός της εναποθήκευσης από το ηλιακό φορτίο γινόταν με τον υπολογισμό του μέσου όρου του φορτίου για χρονική περίοδο από 2 έως 8 ώρες, ανάλογα το βάρος (θερμοχωρητικότητα) της κατασκευής. Αυτή η πρακτική διαφοροποιήθηκε στη μέθοδο του 1977 που υπολογίζει τη θερμοχωρητικότητα με τη βοήθεια συντελεστών και αποβλέπει στο συντηρητικότερο προσδιορισμό του υπολογιζόμενου φορτίου αιχμής.

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ (CASE STUDY)

Η παρούσα μελέτη γίνεται σε κτίριο κατοικίας-μεζονέτα το οποίο βρίσκεται στην περιοχή της Αθήνας. Η μεζονέτα αποτελείται από υπόγειο, ισόγειο ένα όροφο και δόμα. Το ισόγειο αποτελείται από το Σαλόνι και την Τραπεζαρία και ο πρώτος όροφος από τρεις κοιτώνες. Το κτίριο χωρίζεται σε τέσσερα συστήματα. Το ισόγειο αποτελεί ένα σύστημα και ο κάθε κοιτών από ένα ξεχωριστό σύστημα. Τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν σε πίνακες καθώς και διαγράμματα.

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εξ. Τοίχοι

Εξ.Τοίχοι	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS
T1	Διπλός δρομικός με μόνωση 7 cm	0.372	300	0.372
T2	Δοκός 25cm Μόνωση 6 cm	0.499	500	0.499
T3	Τοίχος Συρομένων Μόνωση 5cm	0.487	300	0.487
T11	Διπλός Ορθοδρομικός Μόνωση 6cm	0.70	300	0.70
T12	Δοκός 25cm Μόνωση 5cm	0.64	500	0.64
T13	Τοίχος Συρομένων Μόνωση 5cm	0.55	300	0.55

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. k Kcal/m ² hc Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Συντ. k W/m ² K Τοίχων Οροφών
O1	Δώμα βατό με μόνωση 7cm	5	1	18	0.397	100	0.397
O2	Στέγη μονωμένη	4	8	18	0.435	50	0.435
O3	Πλάκα μονωμένη κάτω από αμόνωτη στέγη	5	1	18	0.428	100	0.428

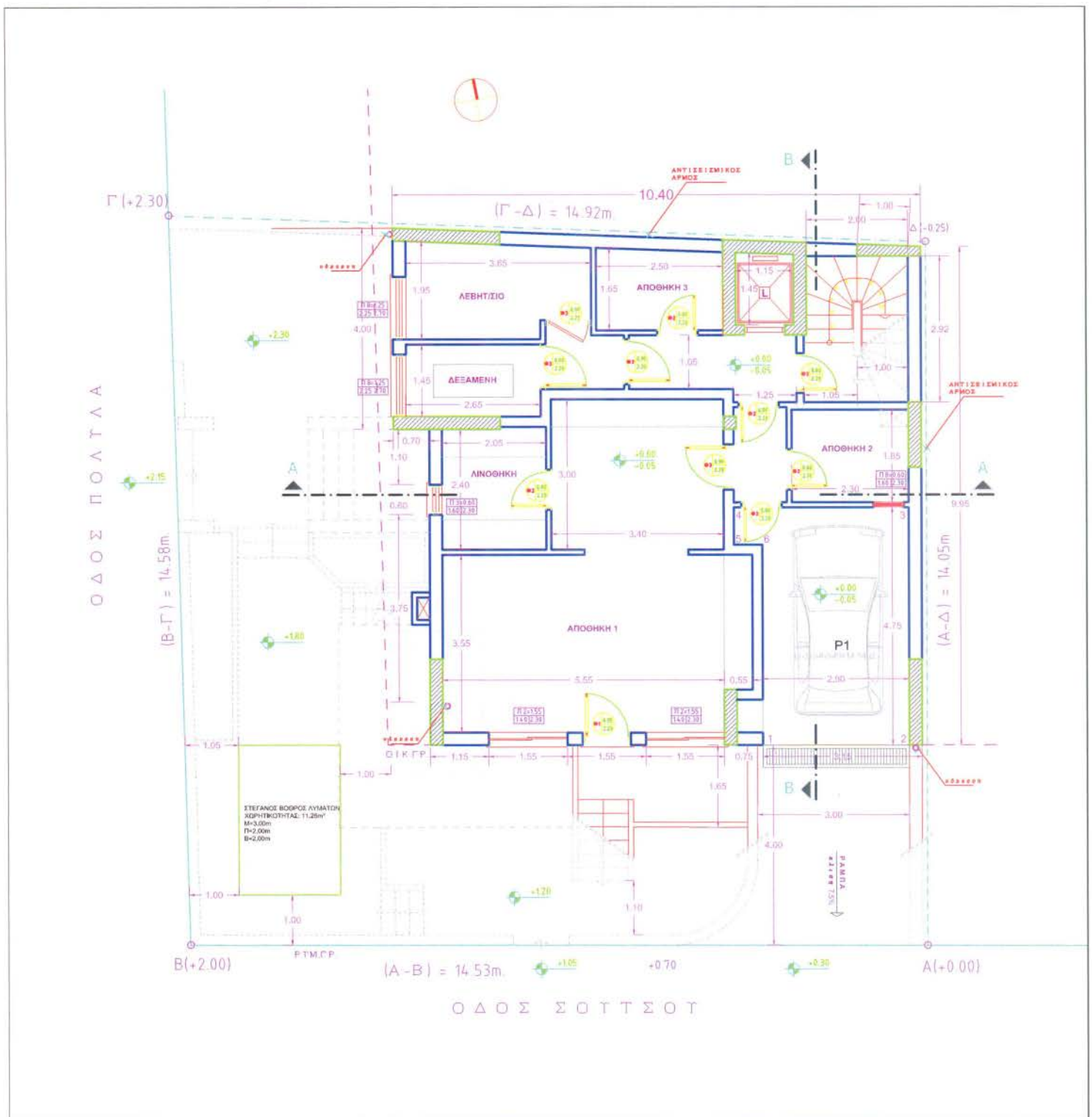
O11	Ταράτσα Μόν. 6cm Γαρμπιλόδε μα	5	1	18	0.44	100	0.44
O12	Στέγη Μονωμένη- Κεραμίδια Γαλλ.	4	8	18	0.44	50	0.44
O13	Ταράτσα Μονωμένη- Μπετόν Κλίσης	5	10	18	0.55	100	0.55

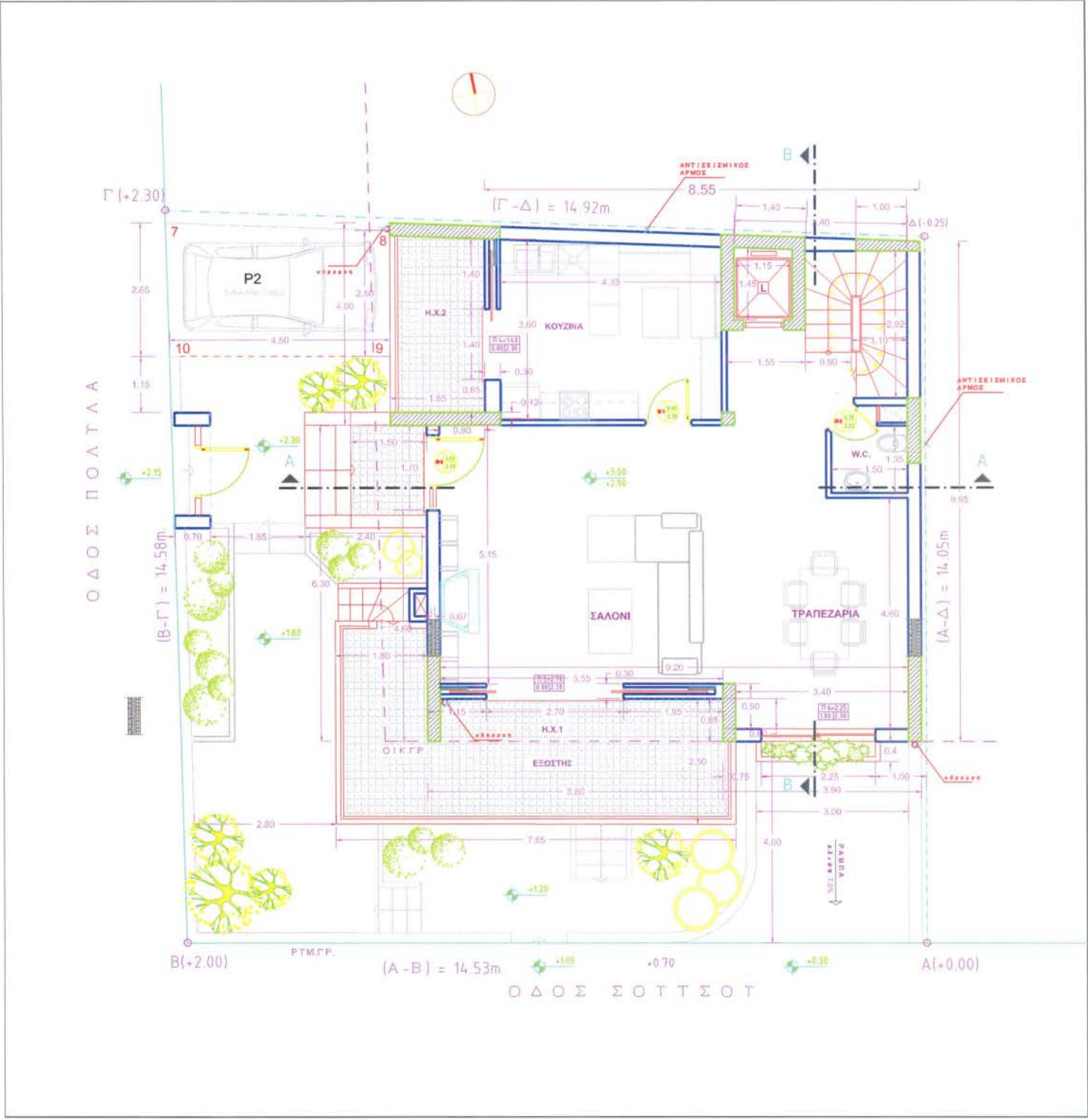
Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k Kcal/m ² hc Εσ. Τοίχων Δαπέδων	Συντ. k W/m ² K Εσ. Τοίχων Δαπέδων
Δ1	Δαπ.Μαρμ.σε μη θερ.χώρο(Μ.6cm)	0.412	0.412
Δ2	Δάπεδο σε επαφή με φυσικό έδαφος	0.396	0.396

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Ανοίγματα

Ανοίγμ.	Περιγραφή	Πλάτ. (m)	Ύψος (m)	Συντ.κ Kcal/m ² hc Ανοιγμάτων ν	Ειδ. Πλαισ.	Συντ.κ W/m ² K Ανοιγμάτων
A1	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	2.7	2.3	2.855	2	2.855
A2	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.5	2.2	3	1	3
A3	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	2.25	2.3	2.857	2	2.857
A4	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.4	2.3	2.988	2	2.988
A5	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.4	2.3	2.988	2	2.988
A6	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.8	2.3	2.836	2	2.836
A7	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.6	0.7	2.992	2	2.992
A8	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.4	2.3	2.988	2	2.988
A9	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.6	0.7	2.992	2	2.992
A10	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.4	0.5	2.949	2	2.949

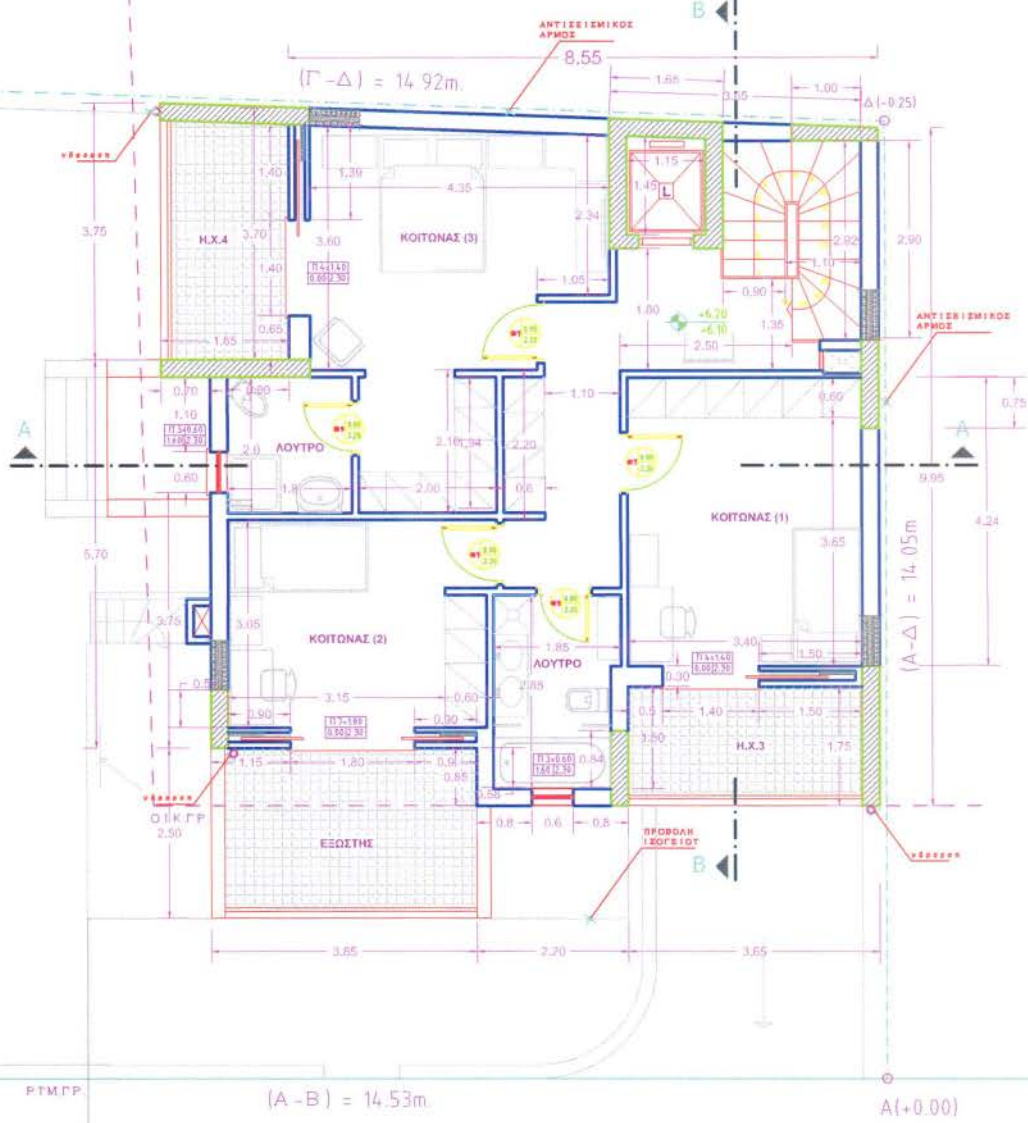




ΟΔΟΣ ΠΟΛΥΤΑ

(B-Γ) = 14.58m

Γ(+2.30)



B(+2.00)

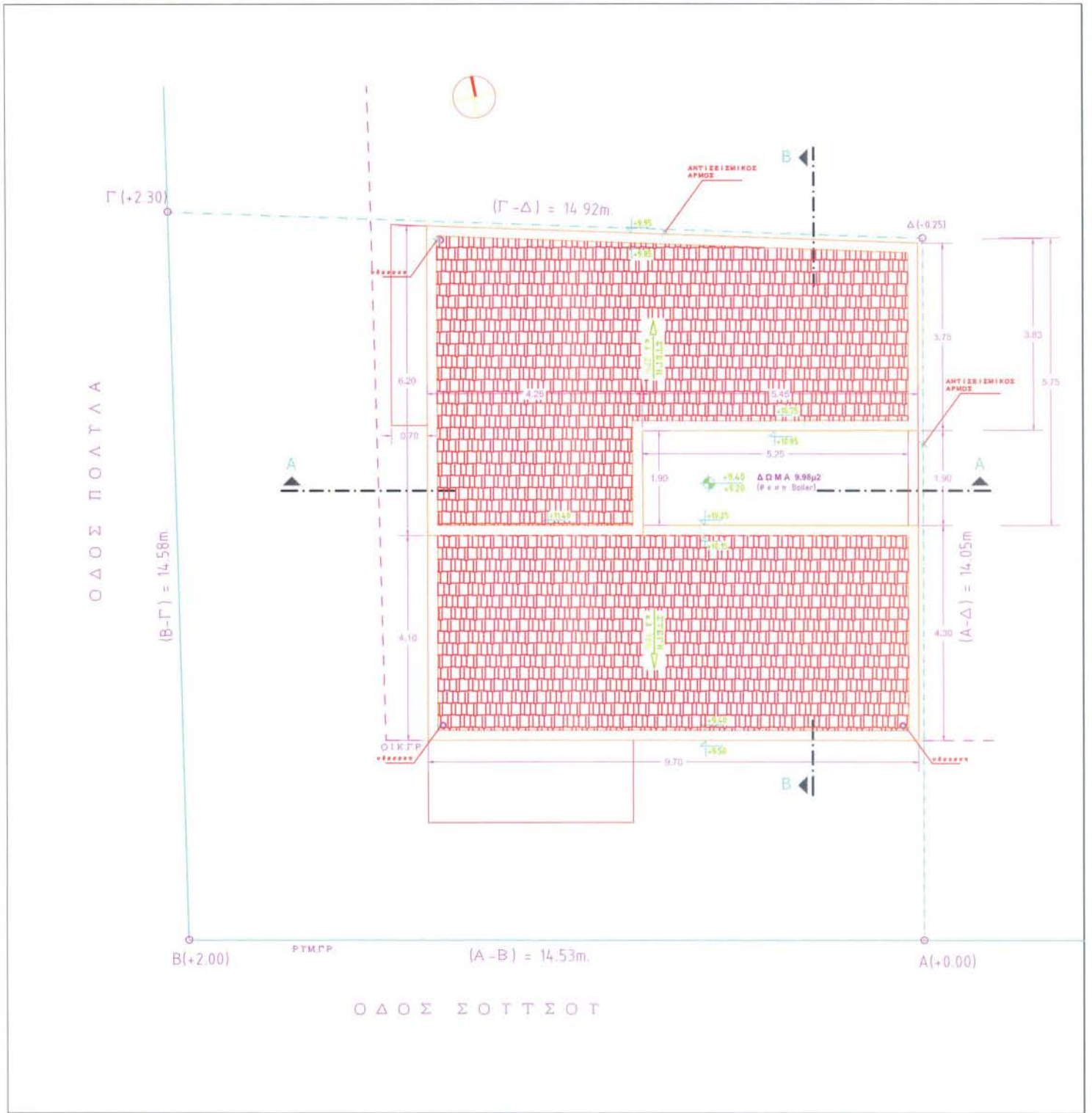
Ρ.Τ.Μ.Ρ.Ρ.

(A-B) = 14.53m

(A-Δ) = 14.05m

A(+0.00)

ΟΔΟΣ ΣΟΥΤΣΟΥ



5

ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ

5.1 Μέθοδος υπολογισμού ψυκτικών φορτίων κατά ASHRAE

Αναλύεται ο τρόπος υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων ενός χώρου με τον κανονισμό της ASHRAE (American Society of Refrigerating and Air Conditioning)

Εξετάζουμε τα ψυκτικά φορτία που προκύπτουν για ένα χώρο σε συνάρτηση με τα παρακάτω :

- Εξωτερικές οροφές
- Εξωτερικοί τοίχοι
- Ανοίγματα
- Εσωτερικά δομικά στοιχεία
- Εσωτερικός φωτισμός
- Άνθρωποι
- Διάφορες συσκευές
- Ηλεκτροκινητήρες
- Αερισμός

5.1.1 Εξωτερικές οροφές

Τα ψυκτικά φορτία ενός χώρου σε συνάρτηση με την εξωτερική οροφή του χώρου αυτού δίνονται από την παρακάτω σχέση :

$$Q=U*A*CLTD_{corr}$$

Όπου:

U : Συντελεστής θερμοπερατότητας της εξωτερικής οροφής σε $W/m^2\text{ }^{\circ}C$

A : Εμβαδόν επιφανείας εξωτερικής οροφής σε m^2

CLTD_{corr} : Correct Cooling Load Difference. Διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου.

Τα μεγέθη U και A είναι χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου ενώ το μέγεθος CLTD_{corr} υπολογίζονται ως εξής:

- Υπάρχουν 13 τύποι εξωτερικών οροφών που δίνονται από τον πίνακα 4 του παραρτήματος.

Τα σύμβολα A0, E2, B5 κτλ, αντιπροσωπεύουν τα υλικά και τα στρώματα από τα οποία αποτελείται κάθε τύπος οροφής. Μεγαλύτερες λεπτομέρειες δίνονται στον πίνακα 8 του παραρτήματος, όπου αναφέρονται το πάχος L σε mm, ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας K σε W/m⁰C, η πυκνότητα D σε kg/m² ο συντελεστής θερμοχωρητικότητας SH σε KJ/Kg⁰C, η θερμική αντίσταση R σε m²C/W και η μάζα Kg/m².

Κάθε κατηγορία οροφής της διακρίνει από τις άλλες η μάζα της σε Kg/m², η θερμοχωρητικότητα σε KJ/Kg⁰C και η θερμοπερατότητα U= 1/R σε W/m⁰C.

- Την εξωτερική οροφή του κτιρίου του οποίου υπολογίζουμε τα ψυκτικά φορτία εντάσσουμε σε μια από τις παραπάνω κατηγορίες με κίνητρο την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ομοιότητα της στα παραπάνω τρία μεγέθη με αυτά της κατηγορίας.

- Από τον πίνακα 5 του παραρτήματος για τη συγκεκριμένη κατηγορία οροφής (με την διάκριση αν έχει ψευδοροφή ή όχι) και για τη ώρα (ηλιακή) που θέλουμε να βρούμε το ψυκτικό φορτίο εκλέγουμε την CLTD.

- Αν η θερμική αντίσταση της πραγματικής οροφής είναι μεγαλύτερη από αυτήν της οροφής της κατηγορίας κατά R-7, που ισοδυναμεί με 1,232 m⁰C/W, τότε για κάθε διαφορά ίση με R-7 εκλέγουμε της CLTD μια κατηγορίας οροφής της οποίας το βάρος και η θερμοχωρητικότητα είναι περίπου τα ίδια, αλλά της οποίας η CLTD έχει μέγιστη τιμή 2 ώρες αργότερα. Αν αυτό δεν είναι δυνατό γιατί έχει ήδη εκλεχθεί μια οροφή με μεγαλύτερη τιμή της CLTD για την ώρα που κάνουμε την υπολογισμό, τότε δίνουμε στην CLTD την τιμή 16.1

- Οι τιμές της CLTD που δίνονται στον πίνακα 5 είναι υπολογισμένες με τις εξής συνθήκες:

- Σκουρόχρωμη επίπεδη εξωτερική οροφή
- Εσωτερική θερμοκρασία χώρου 25.5 °C
- Μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία 35 °C με μέση εξωτερική θερμοκρασία 29,4 °C και ημερησία διακύμανση 11,6 °C
- Βόρειο Γεωγραφικό πλάτος 40⁰ και ημερομηνία 21 Ιουλίου.
- Εξωτερική αντίσταση συναγωγής Ro= 0.059 m⁰C/W

- Οροφή χωρίς ή με ψευδοροφή αλλά χωρίς ανεμιστήρες ή αεραγωγούς στην ψευδοροφή
- Εσωτερική αντίσταση συναγωγής $Ri=0.121 \text{ m}^2\text{C/W}$

Όταν οι συνθήκες του χώρου για τον οποίο υπολογίζουμε τα ψυκτικά φορτία είναι διαφορετικές από τις παραπάνω πρέπει να κάνουμε τις ακόλουθες διορθώσεις.

Με βάση την CLTD που διαλέξαμε βρίσκουμε τις το $CLTD_{corr}$ από τη σχέση :

$$CLTD_{corr} = [(CLTD + LM) * K + (25.5 - T_a) + (T_o - 29.4)] * f$$

όπου :

LM : Διόρθωση Γεωγραφικού πλάτους και μήνα που εκλέγεται από τον πίνακα 9 του παραρτήματος για το συγκεκριμένο μήνα και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής που βρίσκεται το κτίριο.

K : Συντελεστής χρώματος που παίρνει τιμές : $K=1.0$ για σκουρόχρωμες επιφάνειες ή οροφές σε βιομηχανικές περιοχές, $K= 0.5$ για ανοιχτόχρωμες οροφές.

$(25.5 - T_a)$: Διόρθωση για θερμοκρασία χώρου διαφορετική από $25.5 \text{ }^\circ\text{C}$

$(T_o - 29.4)$: Διόρθωση για μέση θερμοκρασία εξωτερικού αέρα διαφορετική από $29.4 \text{ }^\circ\text{C}$

f : Συντελεστής που εξαρτάται από το αν υπάρχουν ανεμιστήρες η αεραγωγοί στην οροφή και παίρνει τις τιμές :

:1.0 εάν δεν υπάρχουν ανεμιστήρες ή αγωγοί

:0.75 εάν υπάρχει θετικός αερισμός

5.1.2 Εξωτερικοί τοίχοι

Τα ψυκτικά φορτία ενός χώρου σε συνάρτηση με τους εξωτερικούς τοίχους δίνονται από τη σχέση :

$$Q = U * A * CLTD_{corr}$$

Όπου:

U : Συντελεστής θερμοπερατότητας της εξωτερικής οροφής σε $\text{W/m}^2\text{ }^\circ\text{C}$

A : Εμβαδόν επιφανείας εξωτερικής οροφής σε m^2

CLTD : Correct Cooling Load Difference. Διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου.

Τα μεγέθη U και A είναι χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου ενώ το μέγεθος $CLTD_{corr}$ υπολογίζονται ως εξής:

- Υπάρχουν 7 κατηγορίες εξωτερικών τοίχων A,B,C, D, E, F, G που δίνονται από τον πίνακα 6 και κάθε μία περιέχει διάφορα είδη τοίχων με όσο το δυνατόν πιο όμοια στοιχεία τα : μάζα, θερμοχωρητικότητα και συντελεστή θερμοπερατότητας . A είναι οι θερμικά βαρύτεροι τοίχοι και κατεβαίνοντας προς το G οι θερμικά ελαφρύτεροι.

- Τον εξωτερικό τοίχο της μελέτης που κάνουμε τον εντάσσουμε σε μία από τις παρακάτω κατηγορίες με κριτήριο την όσο πιο δυνατό μεγαλύτερη ομοιότητα του στα παραπάνω μεγέθη με αυτά της αντίστοιχης κατηγορίας.

- Από τον πίνακα 7 του παραρτήματος 7 για τη συγκεκριμένη κατηγορία τοίχου και για την ώρα που θέλουμε να βρούμε το ψυκτικό φορτίο, καθώς και για το συγκεκριμένο προσανατολισμό εκλέγουμε το CLTD.

- Αν η θερμική αντίσταση του πραγματικού τοίχου από αυτή του τοίχου της κατηγορίας κατά R-7 , που ισοδυναμεί με $1.232 m^2C /W$, τότε για κάθε διαφορά ίση με R-7 εκλέγουμε CLTD μιας κατηγορίας με δύο γράμματα ψηλότερα . π.χ. από C σε A αν η μόνωση βρίσκεται στο εξωτερικό του τοίχου. Αν αυτό δεν είναι δυνατό γιατί ήδη έχουμε εκλέξει την βαρύτερη κατηγορία τότε εκλέγουμε την CLTD από τον παρακάτω ανάλογα με τον προσανατολισμό του τοίχου. Οι τιμές της CLTD που δίνονται στο πίνακα 7 είναι υπολογισμένες για τις εξής συνθήκες:

- Σκουρόχρωμο εξωτερικό τοίχο
- Εσωτερική θερμοκρασία χώρου $25.5 ^\circ C$
- Μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία $35^\circ C$ με μέση εξωτερική θερμοκρασία $29,4 ^\circ C$ και ημερησία διακύμανση $11,6 ^\circ C$
- Βόρειο Γεωγραφικό πλάτος 40° και ημερομηνία 21 Ιουλίου.
- Εξωτική αντίσταση συναγωγής $Ro= 0.059 m^\circ C/W$
- Οροφή χωρίς ή με ψευδοροφή αλλά χωρίς ανεμιστήρες ή αεραγωγούς στην ψευδοροφή
- Εσωτερική αντίσταση συναγωγής $Ri=0.121 m^\circ C/W$

Όταν οι συνθήκες του χώρου που υπολογίζουμε τα ψυκτικά φορτία είναι διαφορετικές από τις παραπάνω πρέπει να κάνουμε τις ακόλουθες διορθώσεις:

Με βάση την CLTD που διαλέξαμε βρίσκουμε το $CLTD_{corr}$ από τη σχέση:

$$CLTD_{corr} = (CLTD + LM) * K + (25.5 - T_a) + (T_o - 29.4)$$

Όπου :

LM : Διόρθωση γεωγραφικού πλάτους και μήνα που εκλέγεται από τον πίνακα 9 του παραρτήματος για τον συγκεκριμένο μήνα και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής που βρίσκεται το κτίριο

K : Συντελεστής χρώματος που παίρνει τις τιμές :

K : 1,0 για σκουρόχρωμους τοίχους ή τοίχους σε βιομηχανικές περιοχές

K : 0,83 για μόνιμα ενδιάμεσου χρώματος τοίχους

K : 0,65 για μόνιμα ανοιχτόχρωμους τοίχους

(25.5-T_a) : Διόρθωση για θερμοκρασία χώρου διαφορετική από 25,5 °C

(T_o-29.4) : Διόρθωση για μέση θερμοκρασία εξωτερικού αέρα διαφορετική από 29,4°C

5.1.3 Ανοίγματα

Το ψυκτικό φορτίο ενός χώρου σε συνάρτηση με τα παράθυρα αυτού του χώρου χωρίζεται σε δύο κατηγορίες:

- A. Ψυκτικό φορτίο από συναγωγή
- B. Ψυκτικό φορτίο από ηλιακή ακτινοβολία

A. Ψυκτικό φορτίο από συναγωγή

Αυτό δίνεται από τον τύπο :

$$Q = U * A * CLTD_{corr}$$

Όπου:

U : Συντελεστής θερμοπερατότητας παραθύρου σε $W/m^2\text{ }^\circ\text{C}$

A : Εμβαδόν επιφάνειας παραθύρου σε m^2

CLTD : Correct Cooling Load Difference.

Διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας ψυκτικού φορτίου.

Την $CLTD_{\text{corr}}$ την βρίσκουμε ως εξής :

Από τον πίνακα 10 του Παραρτήματος εκλέγουμε για την ώρα που κάνουμε τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων την CLTD. Επειδή οι τιμές του πίνακα έχουν υπολογισθεί για εξωτερική θερμοκρασία $35\text{ }^\circ\text{C}$ και ημερήσια διακύμανση $11,6\text{ }^\circ\text{C}$, καθώς και για θερμοκρασία χώρου $25\text{ }^\circ\text{C}$, πρέπει σε αυτές να κάνουμε την παρακάτω διόρθωση:

$$CLTD_{\text{corr}} = (CLTD + (25.5 - T_a) + (T_o - 29.4))$$

Όπου :

T_a : Η θερμοκρασία χώρου αν αυτή είναι διαφορετική από $25\text{ }^\circ\text{C}$

T_o : Η μέση εξωτερική θερμοκρασία αν αυτή είναι διαφορετική από $29,4\text{ }^\circ\text{C}$

B. Ψυκτικό φορτίο από ηλιακή ακτινοβολία

Αυτό δίνεται από τη σχέση :

$$Q = A * S_c * SHG * CLF$$

Όπου :

A : Εμβαδόν της επιφάνειας του παραθύρου

SC : Συντελεστής σκίασης του παραθύρου που είναι χαρακτηριστικό μέγεθος αυτού καθώς και από το είδος της εσωτερικής σκίασης που εφαρμόζεται σε αυτό. Ο συντελεστής σκίασης εκλέγεται από τους πίνακες 28 και 34 του παραρτήματος και είναι μέγεθος αδιάστατο.

SHG : Μέγιστο θερμικό κέρδος W/m^2 που δίνεται από τον πίνακα 11 του παραρτήματος σε συνάρτηση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής του χώρου, το μήνα υπολογισμού του ψυκτικού φορτίου καθώς και τον προσανατολισμό του παραθύρου.

CLF : Συντελεστής ψυκτικού φορτίου (Cooling Load Factor) που μετατρέπει το ψυκτικό φορτίο για μια συγκεκριμένη ώρα και δίνεται από τους πίνακες 13 και 14 του Παραρτήματος.

Ειδικότερα ο CLF υπολογίζεται από τον πίνακα 14 όταν το παράθυρο έχει εσωτερική σκίαση, ενώ όταν δεν έχει ακολουθεί την παρακάτω διαδικασία:

Η κατασκευή του κατατάσσεται σε μια από τις παρακάτω κατηγορίες:

Ελαφριά (LIGHT) L, Μέση (MEDIUM) M, και Βαριά (HEAVY) H.

Κριτήριο είναι το μέσο βάρος του δωματίου ανά m^2 δαπέδου που δίνεται από τη σχέση:

$$[(\text{Μάζα εξ. Τοίχων}) + \frac{1}{2}(\text{Μάζα εσ. χωρισμάτων, δαπέδων, οροφών})] / \text{Επιφάνεια δαπέδου χώρου}$$

Όταν το παραπάνω κλάσμα παίρνει τιμές από $\leq 200 \text{ Kg/m}^2$ δαπέδου, τότε έχουμε ελαφριά κατασκευή L.

Όταν παίρνει τιμές από 200 έως 450 Kg/m^2 δαπέδου, τότε έχουμε μέτρια κατασκευή M.

Όταν παίρνει μεγαλύτερες τιμές έχουμε βαριά κατασκευή H.

Με βάση την παραπάνω κατηγορία από τον πίνακα 13του παραρτήματος και σε συνάρτηση με το προσανατολισμό του παραθύρου υπολογίζεται το CLF

5.1.4 Εσωτερικά δομικά στοιχεία

Όταν λέμε εσωτερικά δομικά στοιχεία εννοούμε εκείνα τα στοιχεία που βρίσκονται σε επαφή με χώρους που δεν κλιματίζονται και συνεπώς υπάρχει ροή θερμότητας από αυτούς προς τον χώρο για τον οποίο κάνουμε τη μελέτη του κλιματισμού.

Αυτά μπορεί να είναι οροφές, εσωτερικά πατώματα, εσωτερικές πόρτες καθώς και εσωτερικοί τοίχοι. Εξαιρούνται τα δάπεδα που βρίσκονται σε άμεση επαφή με το έδαφος ή πάνω από υπόγεια που δεν αερίζονται ή θερμαίνονται. Για την τελευταία περίπτωση, η μεταφορά θερμότητας θεωρείται αμελητέα και δεν λαμβάνεται στους υπολογισμούς.

Τα ψυκτικά φορτία σε συνάρτηση με τη ροή θερμότητας από τους γειτονικούς χώρους δίνονται από τη σχέση:

$$Q=U*A*TD$$

Όπου :

U : Συντελεστής θερμοπερατότητας της εξωτερικής οροφής σε $W/m^2\text{ }^{\circ}\text{C}$

A : Εμβαδόν επιφάνειας δομικού στοιχείου σε m^2

TD :Θερμοκρασιακή διαφορά (Design Temperature Difference) σε $^{\circ}\text{C}$

Για τη θερμοκρασιακή διαφορά ισχύει:

$$TD=(t_b-t_i)$$

Κατά κανόνα όταν δεν υπάρχει η θερμοκρασία του γειτονικού χώρου και γενικά αυτός δεν περιέχει σημαντικές πηγές ενέργειας, ως t_b λαμβάνεται η θερμοκρασία του αέρα την συγκεκριμένη ώρα ελαττωμένη κατά $2,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Η θερμοκρασία του αέρα υπολογίζεται από τη σχέση :

$$\text{Temperature} = DB-DR*\text{Percentage}/100$$

Όπου :

DB :Μέγιστη θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου σε $^{\circ}\text{C}$

DR : Ημερήσια διακύμανση θερμοκρασίας

Percentage : Το ποσοστό της ημερήσιας διακύμανσης που αναλογεί στη συγκεκριμένη ώρα και που εκλέγεται από τον πίνακα 3 του παραρτήματος.

5.1.5 Εσωτερικός φωτισμός

Τα ψυκτικά φορτία ενός χώρου σε συνάρτηση με τον εσωτερικό φωτισμό του δίνονται από τη σχέση :

$$Q=INPUT*CLF$$

Όπου :

INPUT : θερμικής ισχύς φωτιστικών

CLF : Συντελεστής ψυκτικού φορτίου

Γενικά η θερμική ισχύς από ηλεκτρικά φορτία υπολογίζονται από τον τύπο :

INPUT= Συνολικής ισχύς φωτιστικών *συντελεστής χρήσης* ειδικός συντελεστής.

Η συνολική ισχύς αναγράφεται σε αυτά .

Ο συντελεστής χρήσης είναι ο λόγος των Wattege σε χρήση από τις συνθήκες κάτω από τις οποίες γίνεται η εκτίμηση του φορτίου, προς τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ.

Για εμπορικές εφαρμογές όπως π.χ. αποθήκες, ο συντελεστής χρήσης είναι συνήθως ίσος με τη μονάδα.

Ο ειδικός συντελεστής έχει εισαχθεί ως μέγεθος για τους λαμπτήρες φθορισμού και γενικά για λαμπτήρες που καταναλώνουν μεγαλύτερη ενέργεια από την αναγραφόμενη ισχύ τους.

Για τους λαμπτήρες φθορισμού ο ειδικός συντελεστής υπολογίζει τις απώλειες στο πηνίο (ballast) και μπορεί να ισούται με 2,19 για 32Watt απλό λαμπτήρα στα 277V. Για λαμπτήρες γρήγορου ανάματος 40W ο ειδικός συντελεστής ποικίλει από την τιμή 1,18 για δύο λάμπες στα 277V έως την τιμή 1,30 για μια λάμπα στα 118 V.

Ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου CLF δίνεται από τους πίνακες 17^A έως 17^E του παραρτήματος, ανάλογα με το πόσες ώρες συνολικά είναι αναμμένα τα φωτιστικά. Εκτός από τις συνολικές ώρες λειτουργίας των φωτιστικών εξαρτάται και από τα μεγέθη “a” και “b” καθώς και από την ώρα για την οποία θέλουμε να βρούμε το ψυκτικό φορτίο.

Ο συντελεστής “a” εξαρτάται από την επίπλωση του χώρου, από τον τρόπο παροχής και επιστροφής του αέρα καθώς και από τον τύπο των φωτιστικών. Δίνεται από τον πίνακα 15 του παραρτήματος και παίρνει τις τιμές από 0,45, 0,55 0,65 και 0,7 ανάλογα.

Ο συντελεστής “b” εξαρτάται από τη μάζα του πατώματος σε Kg/ m² καθώς και από το αν αυτό καλύπτεται από χαλί ή όχι. Επίσης από τον ρυθμό κυκλοφορίας της παροχής και της επιστροφής του αέρα στο χώρο και παίρνει τις τιμές από A έως D.

Αναλυτικότερα για να υπολογίσουμε το CLF ακολουθούμε την εξής διαδικασία :

- I. Από τον πίνακα 15 υπολογίζουμε την τιμή “a”
- II. Από τον πίνακα 16 υπολογίζουμε την τιμή “b”
- III. Ανάλογα με το πόσες ώρες είναι αναμμένα τα φωτιστικά συνολικά ανατρέχουμε σε έναν από τους πίνακες 17A έως 17E.
- IV. Για την ώρα που θέλουμε να υπολογίσουμε το ψυκτικό φορτίο βρίσκουμε πόσες ώρες έχουν περάσει από την ώρα που άναψαν τα φωτιστικά.
- V. Με βάση τις προηγούμενες τιμές εκλέγουμε από τον πίνακα 17 το CLF.

Ο πίνακας 17 προϋποθέτει:

- I. Η θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου να έχει σταθερή τιμή
- II. Το ψυκτικό φορτίο και η θερμική ισχύς των φωτιστικών τελικά γίνονται ίσα $-CLF=1$ αν τα φώτα ανάβουν για μεγάλο χρονικό διάστημα(πάνω από 16 ώρες).

Αν το σύστημα κλιματισμού λειτουργεί μόνο κατά τη διάρκεια που κατοικείται ο χώρος, η τιμή του CLF πρέπει να εκλεγεί ίση με τη μονάδα.

5.1.6 Ψυκτικά φορτία από άτομα

Τα ψυκτικά φορτία ενός χώρου σε σχέση με τους ανθρώπους που βρίσκονται σ’ αυτόν, χωρίζονται σε δυο μέρη:

- A. Αισθητά ψυκτικά φορτία
- B. Λανθάνοντα ψυκτικά φορτία

Το στιγμιαίο ψυκτικό φορτίο δίνεται από τη σχέση :

$$Q_{\text{αισθ.}} = N_o * \text{Sens.HG} * \text{CLF}$$

Όπου :

N_o : Ο αριθμός των ατόμων που βρίσκονται στο χώρο.

Sens.HG : Το αισθητό θερμικό φορτίο κάθε ατόμου το οποίο εξαρτάται από την θερμοκρασία του χώρου και από την εργασία που εκτελεί το άτομο.

CLF : Ο συντελεστής του ψυκτικού φορτίου που δίνεται από τον πίνακα 19 του παραρτήματος σε σχέση με το πόσες ώρες παρευρίσκονται τα άτομα στο χώρο και μετά από πόση ώρα από την είσοδο τους στο χώρο.

Αν η θερμοκρασία του χώρου δεν διατηρείται σταθερή σε όλο το εικοσιτετράωρο (π.χ. αν το σύστημα κλιματισμού είναι κλειστό κατά τη διάρκεια της νύχτας) τότε ο CLF ισούται με τη μονάδα.

Το στιγμιαίο λανθάνον ψυκτικό φορτίο είναι ίσο με το λανθάνον θερμικό φορτίο και δίνεται από τη σχέση :

$$Q_{\text{λανθ.}} = N_o * \text{Lat.HG}$$

Όπου :

N_o : Ο αριθμός των ατόμων που βρίσκονται στο χώρο

Lat.HG : Το λανθάνον θερμικό φορτίο κάθε ατόμου, το οποίο εξαρτάται από την θερμοκρασία χώρου και από την εργασία που εκτελεί που εκτελεί κάθε άτομο, καθώς και από τη σχετική υγρασία του χώρου.

Προτείνουμε τιμές για το αισθητό και το λανθάνον θερμικό φορτίο κάθε ατόμου, ανάλογα με την εργασία που εκτελεί, δίνονται από τον πίνακα 18 του παραρτήματος .

5.1.7 Διάφορες συσκευές παραγωγής θερμότητας

Για να εκτιμήσουμε το ψυκτικό φορτίο ενός χώρου πρέπει να λάβουμε υπόψη όλες τις συσκευές παραγωγής θερμότητας.

Οι περισσότερες κοινές συσκευές παραγωγής θερμότητας είναι αυτές που χρησιμοποιούνται για την προετοιμασία του φαγητού. Η θερμική ισχύς είναι αρκετά μεγάλη και πρέπει να ληφθεί υπόψη, κυρίως σε εμπορικές και βιομηχανικές εφαρμογές.

Και εδώ τα ψυκτικά φορτία διακρίνονται σε :

- A. Αισθητά και
- B. Λανθάνοντα (όπου υπάρχει λανθάνουσα θερμική ισχύς)

Το στιγμιαίο αισθητό ψυκτικό φορτίο δίνεται από τη σχέση :

$$Q = \text{HEAT GAIN} * \text{CLF}$$

Όπου :

HEAT GAIN : Είναι η στιγμιαία θερμική ισχύς που εισάγεται στο χώρο και εξαρτάται από κάθε συσκευή. Αυτή συνήθως είναι η ονομαστική ισχύς της συσκευής πολλαπλασιαζόμενη με ένα συντελεστή χρήσης. Αν π.χ. υπάρχει χοάνη απαγωγής, η εισερχόμενη θερμική ισχύς στο χώρο ελαττώνεται κατά 50%.

Ο συντελεστής του ψυκτικού φορτίου δίνεται από τον πίνακα 22 του παραρτήματος αν η συσκευή έχει χοάνη απαγωγής, και είναι συνάρτηση των συνολικών ωρών λειτουργίας των συσκευών καθώς και της ώρας στην οποία θέλουμε να υπολογίσουμε το ψυκτικό φορτίο. Συγκεκριμένα εξαρτάται από τις ώρες που έχουν περάσει από το άναμμα της συσκευής έως εκείνη την ώρα.

Το στιγμιαίο λανθάνον ψυκτικό φορτίο δίνεται από τον τύπο :

$$Q_{\lambda\alpha\nu\theta.} = \text{HEAT GAIN}$$

Όπου :

HEAT GAIN: Είναι η στιγμιαία λανθάνουσα θερμική ισχύς που εισάγεται στο χώρο και εξαρτάται από την κάθε συσκευή.

Το λανθάνον ψυκτικό φορτίο είναι ίσο με τη λανθάνουσα θερμική ισχύ.

Όπου υπάρχει χοάνη απαγωγής το λανθάνον θερμικό φορτίο θεωρείται μηδαμινό.

Στον πίνακα 20 του παραρτήματος καθώς και στον πίνακα 21 του παραρτήματος δίνονται διαφορετικές ενδεικτικές τιμές αισθητής και λανθάνουσας θερμικής ισχύος για διάφορες συσκευές που συναντώνται στο εμπόριο.

5.1.8 Ηλεκτροκινητήρες

Όταν μια συσκευή οποιουδήποτε είδους λειτουργεί στον κλιματιζόμενο χώρο με ηλεκτροκινητήρα, το ισοδύναμο της θερμότητας πρέπει να ληφθεί υπόψη στην θερμική ισχύ που αποδίδεται στο χώρο.

Η γενική εξίσωση που υπολογίζει τη θερμική ισχύ σε Watt είναι :

$$q = \frac{\text{ισχύς του κινητήρα σε ίππους}}{\% \text{ απόδοση κινητήρα} / 100} * \text{Συντελεστή φορτίου} * 746$$

Ο συντελεστής ισχύος είναι το ποσοστό του φορτίου σε σχέση με το μέγιστο φορτίο του κινητήρα, που αποδίδεται κάτω από τις συνθήκες που υπολογίζεται το ψυκτικό φορτίο.

Στην παραπάνω εξίσωση προϋπόθεση είναι ότι η συσκευή και ο ηλεκτροκινητήρας είναι μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο.

Αν ο ηλεκτροκινητήρας είναι έξω από τον κλιματιζόμενο χώρο, τότε η κατάλληλη εξίσωση είναι:

$$q = \text{Ισχύς του κινητήρα σε ίππους} * \text{Συντελεστή φορτίου} * 746$$

Αν ο ηλεκτροκινητήρας είναι μέσα στον κλιματιζόμενο χώρο και η συσκευή έξω τότε η κατάλληλη εξίσωση είναι :

$$q = \text{Ισχύς του κινητήρα σε ίππους} * \text{Συντελεστή φορτίου} * 746 * (100 - \% \text{ απόδοση κινητήρα}) / \% \text{ απόδοση κινητήρα}$$

Ο πίνακας 24 του Παραρτήματος δίνει τον βαθμό απόδοσης τυπικών ηλεκτροκινητήρων καθώς και την ονομαστική τους ισχύς όπως και την θερμική ισχύ που αποδίδουν στο χώρο ανάλογα με τις τρεις περιπτώσεις που αναφέραμε πιο κάτω.

Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις το στιγμιαίο ψυκτικό φορτίο υπολογίζεται από τον τύπο :

$$Q = \text{HEAT GAIN} * \text{CLF}$$

Όπου :

HEAT GAIN : Είναι η θερμική ισχύς του συστήματος συσκευή- ηλεκτροκινητήρας που υπολογίζεται από τους προηγούμενους τύπους.

CLF : Ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου που υπολογίζεται από τον πίνακα 23 του Παραρτήματος, ανάλογα, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις των συσκευών χωρίς χοάνη απαγωγής.

5.1.9 Αερισμός

Για τον αερισμό του χώρου εισάγεται εξωτερικός αέρας συνθήκες (θερμοκρασία και υγρασία) περιβάλλοντος, ο οποίος πρέπει να μετατραπεί σε συνθήκες του κλιματιζόμενου χώρου. Γι αυτό και απαιτεί το ανάλογο ψυκτικό φορτίο που είναι ίσο με τη θερμική ισχύ που προσδίδει στο χώρο.

Το θερμικό φορτίο του εξωτερικού αέρα διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον και ισοδυναμεί με την διαφορά ενθαλπίας του αέρα στις συνθήκες περιβάλλοντος με την ενθαλπία του αέρα στις συνθήκες του κλιματιζόμενου χώρου και δίνεται από τη σχέση:

$$Q_{\text{αερ.}} = [(V \cdot 1.204) / 3600] \cdot (h_1 - h_2)$$

$$h_1 = [1005 \cdot t_{\text{αερ.}} + x_1 \cdot (1.852 \cdot t_{\text{αερ.}} + 2501.6)]$$

$$h_2 = [1005 \cdot t_{\text{χωρ.}} + x_2 \cdot (1.852 \cdot t_{\text{χωρ.}} + 2501.6)]$$

Στους παραπάνω τύπους:

h_1 : Η ενθαλπία του αέρα στις συνθήκες περιβάλλοντος σε j/kg ή KJ/Kg

h_2 : Η ενθαλπία του αέρα στις συνθήκες χώρου σε j/kg ή KJ/Kg

v : Η παροχή του αέρα σε m^3/h

1.204 : Η πυκνότητα του αέρα σε Kg/m^3

1005 : Η ειδική θερμότητα του ξηρού αέρα σε $\text{J}/\text{Kg}^\circ\text{C}$

$t_{\text{αερ}}$: Η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα σε $^\circ\text{C}$

$t_{\text{χω}}$: Η θερμοκρασία του αέρα του χώρου σε $^\circ\text{C}$

- x_1 : Η απόλυτη υγρασία του αέρα στις συνθήκες περιβάλλοντος σε g/kg
- x_2 : Η απόλυτη υγρασία του αέρα στις συνθήκες χώρου σε g/kg
- 1.852 : Η ειδική θερμότητα των υδρατμών σε J/Kg⁰C
- 2501.6 : Η ενθαλπία εξάτμισης του νερού στους 0⁰C

Το αισθητό φορτίο ισοδυναμεί με την ψυκτική ισχύ που απαιτείται για να μετατραπεί η θερμοκρασία του αέρα από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος στη θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου και δίνεται από τον τύπο :

$$Q_{\text{αισθ}} = [(V * 1.204)/3600] * (1005 + x_2 * 1852) * (t_{\text{αερ}} - t_{\text{χωρ.}})$$

Το λανθάνον φορτίο ισοδυναμεί με την λανθάνουσα ψυκτική ισχύ που απαιτείται για να μετατραπεί η υγρασία του αέρα από την υγρασία του περιβάλλοντος στην υγρασία του κλιματιζόμενου χώρου και είναι ίση με :

$$Q_{\text{λανθ}} = Q_{\text{αερ}} - Q_{\text{αισθ}}$$

5.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΚΑΤΑ CARRIER

5.2.1 Εξωτερικοί τοίχοι

Ισχύει η σχέση :

$$Q_i = U \cdot A \cdot \Delta t_{e_i}$$

Όπου:

Q_i : Το ψυκτικό φορτίο κατά την ώρα i

U : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου

A : Η επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας

Δt_{e_i} : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για την επιφάνεια συναλλαγής

Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά Δt_{e_i} δίνεται από τον τύπο 1 του τεύχους σημειώσεων, ανάλογα με το βάρος ανά m^2 του τοίχου και τον προσανατολισμό του.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
Προσανατολισμός ΒΑ												
B 100	12.2	12.8	13.3	10.6	7.8	7.2	6.7	7.2	7.8	7.8	7.8	6.7
A 300	-1.1	2.8	13.3	12.2	11.1	8.3	5.5	6.1	6.7	7.2	7.8	7.2
P 500	2.2	2.2	2.2	5.5	8.9	8.3	7.8	6.7	6.5	6.1	6.7	6.7
H 700	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	5.5	7.8	8.9	7.8	6.7	5.5	5.5
Προσανατολισμός Α												
B 100	16.7	18.3	20.0	19.4	17.8	11.1	6.7	7.2	7.8	7.8	7.8	6.7
A 300	0.0	11.7	16.7	17.2	17.2	10.6	7.8	7.2	6.7	7.2	7.8	7.2
P 500	3.3	4.4	7.8	11.1	13.3	13.9	3.3	11.1	10.0	8.9	7.8	7.8
H 700	5.5	5.0	4.9	5.0	5.5	8.3	10.0	10.5	10.0	9.4	8.9	7.8
Προσανατολισμός ΝΑ												
B 100	7.2	10.6	14.4	15.0	15.6	14.4	13.3	10.6	8.9	8.3	7.8	6.7
A 300	0.0	7.2	11.1	13.3	15.6	14.4	13.9	11.7	10.0	8.3	7.8	7.2
P 500	3.3	3.3	3.3	6.1	8.9	9.4	10.0	10.6	10.0	8.4	7.8	7.2
H 700	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	6.1	7.8	8.3	8.9	10.1	8.9	8.3
Προσανατολισμός Ν												
B 100	-2.2	0.5	2.2	7.8	12.2	15.0	16.7	15.6	14.4	11.1	8.9	6.7
A 300	-2.2	-1.7	-1.1	3.9	6.7	11.1	13.3	13.9	14.4	12.8	11.1	8.3
P 500	1.1	1.1	1.1	1.7	2.2	4.4	6.7	8.3	8.0	10.0	10.0	8.3
H 700	3.3	2.8	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.9	6.5	7.2	7.8	8.3
Προσανατολισμός ΝΔ												
B 100	-2.2	-1.1	0.0	2.2	3.3	10.6	14.4	18.9	22.2	22.8	23.3	16.7
A 300	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	4.4	6.7	13.3	17.8	19.4	20.0	19.4
P 500	3.3	2.8	2.2	2.8	3.3	3.9	4.4	6.7	7.8	10.6	12.2	12.8
H 700	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.0	5.5	8.3
Προσανατολισμός Δ												
B 100	-2.2	-1.1	0.0	1.7	3.3	7.8	11.1	17.8	22.2	25.0	32.2	18.9
A 300	0.0	0.0	0.0	1.1	2.2	3.9	5.5	10.5	14.4	18.9	22.2	22.8
P 500	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.5	6.7	9.4	11.1	13.9
H 700	5.5	5.0	4.4	4.4	4.4	5.0	5.5	5.5	5.5	6.1	6.7	7.8
Προσανατολισμός ΒΔ												
B 100	-2.2	-1.1	0.0	1.7	3.3	6.6	6.7	10.6	13.3	18.3	22.2	20.6
A 300	-2.2	-1.7	-1.1	0.0	1.1	3.3	4.4	5.5	6.7	11.7	16.7	17.2
P 500	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.8	3.3	5.0	6.7	9.4
H 700	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.9	4.4	5.0
Προσανατολισμός Θ												
B 100	-2.2	-1.7	-1.1	0.5	2.2	4.4	5.5	6.7	7.8	7.2	6.7	5.5
A 300	-2.2	-1.7	-1.1	-0.5	0.0	1.7	3.3	4.4	5.5	6.1	6.7	6.7
P 500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	1.7	2.2	2.8	2.8	2.8
H 700	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	1.7	2.2	2.8

Ο ανωτέρω πίνακας ισχύει για :

- Σκουρόχρωμους τοίχους
- Εξωτερική θερμοκρασία 35 °C
- Εσωτερική θερμοκρασία 26,7°C
- Ημερήσια διακύμανση θερμοκρασίας 11 °C
- Μηνά Ιούλιο και γεωγραφικό πλάτος 40 °N
- 24ωρη λειτουργία του συστήματος κλιματισμού

Στην περίπτωση που δεν ισχύουν οι ανωτέρω παραδοχές, πρέπει να γίνουν οι αντίστοιχες διορθώσεις.

Υπολογίζεται μια διόρθωση D από τον ακόλουθο πίνακα 4 σύμφωνα με τη διαφορά θερμοκρασίας στις 3 μ.μ. του υπολογιζόμενου πίνακα μείον τη θερμοκρασία μελέτης του χώρου ($\Delta\theta=t_E-t_R$) και τη μέση ημερήσια διακύμανση t_D .

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ $\Delta\theta$ ΚΑΙ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ t_D (°C)

$\Delta\theta$ ↓	Διακύμανση t_D											Διακύμανση t_D									
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
-16	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26,0	-26,5	-27,0	-27,4	-27,9	-28,8	-29,3	-29,8			
-12	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22,0	-22,5	-23,0	-23,4	-23,9	-24,8	-25,3	-25,8			
-8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18,0	-18,5	-19,0	-19,4	-19,9	-20,8	-21,3	-21,8			
-4	-9,2	-9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14,0	-14,5	-15,0	-15,4	-15,9	-16,8	-17,3	-17,8			
0	-5,0	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8,0	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,6	-13,1	-13,6			
2	-3,1	-3,6	-4,2	-4,7	-5,2	-5,6	-6,1	-6,6	-7,0	-7,5	-7,9	-8,4	-8,9	-9,3	-9,8	-10,6	-11,1	-11,7			
4	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5,0	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8	-8,6	-9,1	-9,7			
6	0,8	0,3	-0,3	-0,8	-1,3	-1,7	-2,2	-2,7	-3,1	-3,6	-4,0	-4,5	-5,0	-5,4	-5,9	-6,7	-7,2	-7,8			
8	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0,2	-0,7	-1,1	-1,6	-2,0	-2,5	-3,0	-3,4	-3,9	-4,7	-5,2	-5,8			
10	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	-0,1	-0,6	-1,1	-1,5	-2,0	-2,8	-3,3	-3,9			
12	6,8	6,3	5,7	5,2	4,7	4,3	3,8	3,3	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,4	-0,1	-0,7	-1,2	-1,8			
14	8,8	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4	1,9	1,3	0,8	0,2			
16	10,8	10,3	9,7	9,2	8,7	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	5,8	5,3	4,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2			
18	12,8	12,3	11,7	11,2	10,7	10,3	9,8	9,3	8,9	8,4	7,8	7,3	6,8	6,4	5,9	5,3	4,8	4,2			
20	14,8	14,3	13,7	13,2	12,7	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	7,9	7,3	6,8	6,2			
22	16,9	16,4	15,8	15,3	14,8	14,4	13,9	13,4	13,0	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10,0	9,4	8,9	8,3			

- Η τελική διορθωμένη τιμή του Δt_e λαμβάνει υπόψη και το χρώμα του τοίχου ως εξής :
 - Για σκούρο χρώμα (σκούρο μπλε, Σκούρο κόκκινο, καφέ): $\Delta t_{e_i} = \Delta t_{em_i} + D$
 - Για μέσο χρώμα (ανοιχτό πράσινο, γαλάζιο γκρι κ.λ.π.):

$$\Delta t_{e_i} = 0,78(\Delta t_{em_i} + D) + 0,22 (\Delta t_{es_i} + D)$$

- Για ανοιχτόχρωμο χρώμα (ανοιχτό μπεζ, κρέμ, λευκό, κ.λ.π.)

$$\Delta t_{e_i} = 0,55(\Delta t_{em_i} + D) + 0,45 (\Delta t_{es_i} + D)$$

- D : η διόρθωση θερμοκρασιακής διαφοράς από τον πίνακα 4
- Δt_{em_i} : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά από τον πίνακα 1
- Δt_{es_i} : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά από τον πίνακα 1 αλλά για τοίχο σκιασμένο (βόρειος προσανατολισμός)
- Αν ο τοίχος είναι σκιασμένος από εξωτερικές επιφάνειες, τότε το σκιασμένο εμβαδόν του τοίχου υπολογίζεται με τη ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά που αναφέρθηκε ανωτέρω.
- Στην περίπτωση αυτή, το συνολικό ψυκτικό φορτίο από την επιφάνεια δίνεται:

$$Q_i = U * A_m * \Delta t_{e_i} + U * A_s (\Delta t_{es_i} + D)$$

Όπου :

A_m : Εμβαδόν επιφάνειας εκτεθειμένη στον ήλιο

A_s : Εμβαδόν σκιασμένης επιφάνειας

- Επίσης πρέπει να λαμβάνονται και οι ακόλουθες διορθώσεις:
 - Μεταβλητότητα ηλιακής ακτινοβολίας για διαφορετικό μήνα και γεωγραφικό πλάτος. Η διόρθωση αυτή διαφοροποιεί τις σχέσεις για την τελική τιμή του Δt_{e_i} ως εξής :

Για σκούρο χρώμα :

$$\Delta t_{e_i} = \frac{R_s}{R_m} (\Delta t_{em_i} - \Delta t_{es_i}) + (\Delta t_{es_i} + D)$$

Για μέσο χρώμα

$$\Delta t_{e_i} = 0,78 \frac{R_s}{R_m} (\Delta t_{em_i} - \Delta t_{es_i}) + (\Delta t_{es_i} + D)$$

Για ανοιχτό χρώμα :

$$\Delta t_{e_i} = 0,55 \frac{R_s}{R_m} (\Delta t_{em_i} - \Delta t_{es_i}) + (\Delta t_{es_i} + D)$$

Όπου:

R_s : μέγιστο ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από τζάμια για τον επιθυμητό μήνα και γεωγραφικό πλάτος (πίνακας 6)

R_m : μέγιστο ηλιακό θερμικό κέρδος από τζάμια για τον Ιούλιο σε 40 °N βόρειο γεωγραφικό πλάτος, από τον πίνακα 6.

Αν η λειτουργία της εγκατάστασης κλιματισμού είναι διαφορετική από 24 ώρες, όπως συνήθως συμβαίνει, τότε οι Δt_{e_i} πρέπει να λαμβάνονται μεγαλύτερες. Συνεπώς πρέπει να λαμβάνεται αυξημένο ψυκτικό φορτίο. Η αύξηση αυτή πρέπει να είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερο είναι το βάρος της κατασκευής.

5.2.2 Εξωτερικές οροφές

Ισχύει η σχέση :

$$Q_i = U \cdot A \cdot \Delta t_{e_i}$$

Όπου:

Q_i : Το ψυκτικό φορτίο κατά την ώρα i

U : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οροφής

A : Η επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας της οροφής

Δt_{e_i} : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για την οροφή την ώρα i , διορθωμένη σύμφωνα με τα ακόλουθα :

Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για την οροφή την ώρα i προκύπτει από τον τύπο 2 ανάλογα με το βάρος ανά m^2 του τοίχου και την κατάστασή της.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. ΙΣΟΔΥΝΑΜΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΟΡΟΦΩΝ ΑΝΑ ΩΡΑ (°C)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ	7μμ
ΟΡΟΦΗ:	ΗΛΙΟΛΟΥΣΤΗ											
B 50	-3.9	-2.8	-0.5	3.9	8.3	13.1	17.8	21.1	23.9	25.6	25.0	22.8
A 200	-1.1	-0.5	1.1	5.0	8.9	12.8	16.7	20.0	22.8	23.9	23.9	22.2
P 300	1.1	1.7	3.3	5.5	8.9	12.8	15.6	18.3	21.1	22.2	22.8	21.7
H 400	3.3	3.9	4.4	6.1	8.9	12.2	15.0	17.2	19.4	21.1	21.7	21.1
	6.1	6.1	6.7	7.2	8.9	12.2	14.4	15.6	17.8	19.4	20.6	20.6
ΟΡΟΦΗ:	ΜΕ ΝΕΡΟ											
B 50	0.0	1.1	2.2	5.5	8.9	10.6	12.2	11.1	10.0	8.9	7.8	6.7
A 200	0.0	1.1	2.2	5.5	8.9	10.6	12.2	11.1	10.0	8.9	7.8	6.7
P 300	-0.5	-0.5	0.0	2.8	5.5	7.2	8.3	8.3	8.9	8.3	8.3	7.8
H 400	-1.1	-1.1	-1.1	1.1	2.8	3.9	5.5	6.7	7.8	8.3	8.9	8.3
	-1.1	-1.1	-1.1	1.1	2.8	3.9	5.5	6.7	7.8	8.3	8.9	8.3
ΟΡΟΦΗ:	ΠΟΤΙΖΟΜΕΝΗ											
B 50	0.0	1.1	2.2	4.4	6.7	8.3	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8	6.7
A 200	0.0	1.1	2.2	4.4	6.7	8.3	10.0	9.4	8.9	8.3	7.8	6.7
P 300	-0.5	-0.5	0.0	1.1	2.8	5.0	7.2	7.8	7.8	7.8	7.8	7.2
H 400	-1.1	-1.1	-1.1	0.0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7	7.2	7.8	7.2
	-1.1	-1.1	-1.1	0.0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7	7.2	7.8	7.2
ΟΡΟΦΗ:	ΣΚΙΑΣΜΕΝΗ											
B 50	-2.2	-1.1	0.0	1.1	3.3	5.0	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	5.6
A 200	-2.2	-1.1	0.0	1.1	3.3	5.0	6.7	7.2	7.8	7.2	6.7	5.6
P 300	-2.2	-1.7	-1.1	0.0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7	7.2	6.7	6.1
H 400	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	0.0	1.1	2.2	3.8	4.4	5.0	5.5	5.6
	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	0.0	1.1	2.2	3.8	4.4	5.0	5.5	5.6

Οι τιμές του πίνακα 3 για τις ίδιες συνθήκες όπως και ο πίνακας 1 (για τοίχους) και διορθώνονται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, όπως και οι ισοδύναμες θερμοκρασιακές διαφορές Δte για συνθήκες διαφορετικές από αυτές του πίνακα :

- Άλλες συνθήκες θερμοκρασίας
- Άλλο χρώμα
- Σκίαση
- Διαφορετική χρονική περίοδος
- Διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος

5.2.3 Ψυκτικό φορτίο από δάπεδα επί εδάφους

Ισχύει η σχέση :

$$Q=U \cdot A \cdot \Delta t_i$$

Όπου:

Q : Το ψυκτικό φορτίο ανεξάρτητο ώρας

- U : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δαπέδου
- A : Η επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας του δαπέδου
- Δt_i : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ κλιματιζόμενου χώρου και εδάφους, θεωρείται σταθερή, συνήθως 0 °C ή είναι ελαφρά αρνητική

5.2.4 Ανοίγματα

Ισχύει η σχέση :

$$Q_{ci}=U*A*\Delta t_i$$

Όπου:

- Q_{ci} : Το ψυκτικό φορτίο λόγω αγωγιμότητας του ανοίγματος κατά την ώρα i
- U : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δαπέδου
- A : Η επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας του ανοίγματος
- Δt_i : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για αγωγιμότητα ανοιγμάτων την ώρα i .

Η Δt_i λαμβάνεται ως η διαφορά θερμοκρασίας του περιβάλλοντος t_{ei} μείον τη θερμοκρασία του χώρου t_R : $\Delta t_i = t_{ei} - t_R$

5.2.5 Εσωτερικά δομικά στοιχεία

Ισχύει η σχέση :

$$Q_i=U*A*\Delta t_i$$

Όπου:

- Q_i : Το ψυκτικό φορτίο κατά την ώρα i
- U : Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του τοιχώματος

- A : Η επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας του τοιχώματος
- Δt_i : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για μη κλιματιζόμενους εσωτερικούς χώρους την ώρα i

Η Δt_i λαμβάνεται ως η διαφορά θερμοκρασίας του περιβάλλοντος $t_{MK\lambda i}$ μείον τη θερμοκρασία του χώρου t_R : $\Delta t_i = t_{MK\lambda i} - t_R$.

5.2.6 Ακτινοβολία μέσω ανοιγμάτων

Δίνεται από τη σχέση :

$$Q_{fi} = A [G_i * ES_{outi} + G_{es_i} * (1 - ES_{outi})] ES_{in} * S_1 * S_2 * [1 + \frac{H * 0.007}{300}] * [1 + \frac{19.5 - T_{dp}}{4} * 0.05]$$

Όπου:

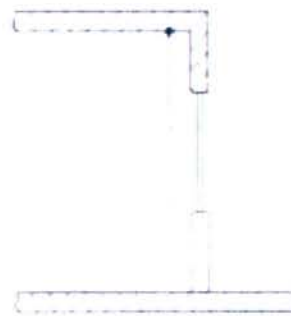
- Q_{fi} : Το ψυκτικό φορτίο λόγω ακτινοβολίας κατά την ώρα i
- A : Το εμβαδόν του ανοίγματος
- Δt_i : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για μη κλιματιζόμενους εσωτερικούς χώρους την ώρα i
- G_i : Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό μονό τζάμι (πίνακας 3, για επιφάνεια με βόρειο προσανατολισμό)
- ES_{outi} : Ο συντελεστής εξωτερικής σκίασης (ή συντελεστής ηλιασμού εξωτερικά) και αναφέρεται στο τμήμα του τζαμιού που σκιάζεται από εξωτερικά στοιχεία σκίασης
- ES_{in} : Ο συντελεστής εσωτερικής σκίασης που είναι :
- Ο συντελεστής τζαμιού, όταν δεν υπάρχουν εσωτερικές σκιάσεις (κουρτίνες, σίτες κ.λ.π.)
 - Ο συνολικός συντελεστής τζαμιού με εσωτερική σκίαση στην περίπτωση που υπάρχουν εσωτερικοί μηχανισμοί σκίασης
 - Ίσος με 0 για ανοίγματα χωρίς τζάμι (πόρτες ολόσωμες, ξύλινες).

- S_1 : Ο συντελεστής πλαισίου του ανοίγματος που είναι :
- 1 για ξύλινο πλαίσιο
 - 1,17 για μεταλλικό πλαίσιο ή για άνοιγμα χωρίς πλαίσιο (τσαμαρίες)
- S_2 : Ο συντελεστής ομίχλης που είναι :
- 1 για περιβάλλον χωρίς ομίχλη
 - 0,9 για περιβάλλον με ομίχλη (βιομηχανικές περιοχές)
- H : Το απόλυτο υψόμετρο της θέσης που βρίσκεται το κτίριο σε m.
- T_{ap} : Η τιμή του σημείου δρόσου του εξωτερικού αέρα (στις συνθήκες υπολογισμού) σε °C. Θεωρείται σταθερή για όλες τις ώρες.

Ακτινοβολία μέσω ανοιγμάτων

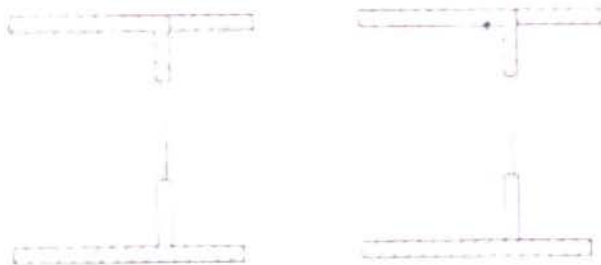


Πλήρως ηλιολουστο τζαμι
χωρίς μηχανισμό σκίασης
 $Q_n = A G$ (συντ τζαμιού)+0



Πλήρως ηλιολουστο τζαμι
με μηχανισμό σκίασης
 $Q_n = A G$ (συνολ συντ τζαμιού)

Ακτινοβολία μέσω ανοιγμάτων



<p>Τμήμα εξωτερικά σκιασμένο χωρίς μηχανισμό σκίασης</p> <p>$Q_n = A G_i ES_{out}$ (συντ τζαμιού)</p> <p>$A G_{es} (1 - ES_{out})$ (συντ τζαμιού)</p>	<p>Τμήμα εξωτερικά σκιασμένο με μηχανισμό σκίασης</p> <p>$Q_n = A G_i ES_{out}$ (συνολ συντ σκίασης)</p> <p>$A G_{es} (1 - ES_{out})$ (συνολ συντ σκίασης)</p>
---	--

5.2.7 Εσωτερικός φωτισμός

Ισχύει η σχέση :

$$Q_{fi} = F1_i * 1.25 * 0.86 + F2_i * 0.86$$

Όπου:

Q_{fi} : Το ψυκτικό φορτίο Λόγω φωτισμού κατά την ώρα i

$F1_i$: Η ισχύς των λαμπτήρων φθορισμού κατά την ώρα i

$F2_i$: Η ισχύς των λαμπτήρων πυράκτωσης κατά την ώρα i

5.2.8 Ψυκτικά φορτία από άτομα

Ισχύουν οι σχέσεις:

$$Q_{si} = \sum_{j=1}^k q_{sj} * N_{ji}$$

$$Q_{Li} = \sum_{j=1}^k q_{Lj} * N_{ji}$$

Όπου

Q_{si} : το συνολικό αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω ατόμων κατά την ώρα i

Q_{Li} : το συνολικό λανθάνον ψυκτικό φορτίο λόγω ατόμων κατά την ώρα i

- J : Ο βαθμός ενεργητικότητας των ατόμων σύμφωνα με τον πίνακα 6.
- K : Το πλήθος των διαφορετικών δραστηριοτήτων που ασκούνται από τα άτομα που βρίσκονται στο χώρο.
- q_{sj} : Το αισθητό φορτίου ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας j
- q_{Lj} : Το λανθάνον ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας j
- N_{ji} : Ο αριθμός των ατόμων βαθμού ενεργητικότητας j που βρίσκονται στο χώρο κατά την ώρα i

ΠΙΝΑΚΑΣ 6. ΦΟΡΤΙΑ ΑΤΟΜΩΝ

ΒΑΘΜΟΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΤΟΜΩΝ	Αισθητά (q_s) και Λανθάνοντα (q_L) φορτία ατόμων (σε kcal/h) ανάλογα με εσωτερική θερμοκρασία χώρου t_R									
	$t_R = 23.5^\circ\text{C}$		$t_R = 24.5^\circ\text{C}$		$t_R = 25.5^\circ\text{C}$		$t_R = 26.5^\circ\text{C}$		$t_R = 27.5^\circ\text{C}$	
	q_s	q_L	q_s	q_L	q_s	q_L	q_s	q_L	q_s	q_L
Καθισμένοι σε ακινησία	60	26	56	30	52	34	48	38	44	52
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία	64	39	59	44	55	48	50	53	46	57
Καθισμένοι, τρώγοντας	76	69	70	75	65	80	80	85	55	90
Δουλειά γραφείου	76	54	70	60	65	65	60	70	55	75
Ίσταμενοι ή περπατώντας αργά	90	70	83	77	77	83	71	89	65	95
Καθιστική εργασία (Εργοστάσιο)	100	98	93	105	86	112	79	119	73	125
Ελαφρά εργασία (Εργοστάσιο)	100	160	93	167	86	174	79	181	73	187
Μέτριος χορός	120	202	111	211	103	219	95	227	87	235
Βαριά εργασία (Εργοστάσιο)	165	240	153	252	142	263	131	274	121	284
Βαριά εργασία (Γυμναστήριο)	187	263	173	277	160	290	147	303	135	315

5.2.9 Διάφορες συσκευές παραγωγής θερμότητας

Ισχύουν οι σχέσεις:

$$Q_s = \sum_{j=1}^k (q_{sj} * N_j) + Q_{s1} \quad Q_L = \sum_{j=1}^k (q_{Lj} * N_j) + Q_{L1}$$

Όπου

- Q_s : το συνολικό αισθητό ψυκτικό φορτίο από συσκευές
- Q_L : το συνολικό λανθάνον ψυκτικό φορτίο από συσκευές
- J : Ο τύπος της συσκευής σύμφωνα με τον πίνακα 7
- K : Τα είδη των συσκευών που λειτουργούν στο χώρο
- q_{sj} : Το αισθητό φορτίου μιας συσκευής τύπου J (πίνακας 7)
- q_{L1} : Το λανθάνον φορτίο μιας συσκευής τύπου j (πίνακας 7)

N_j : Ο αριθμός των συσκευών τύπου j που λειτουργούν στο χώρο

Q_{s1} : συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στον πίνακα 7 (πίνακας 9 ASHRAE)

Q_{L1} : συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στον πίνακα 7 (πίνακας 9 ASHRAE)

Η μέθοδος θεωρεί τα φορτία από συσκευές σταθερά σε όλες τις ώρες.

Στον πίνακα 7 δεν γίνεται διάκριση στο αν η συσκευή λειτουργεί με απορροφητική χοάνη ή όχι. Η ύπαρξη χοάνης μειώνει στο μισό το αισθητό φορτίο και μηενίζει το λανθάνον.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 ΦΟΡΤΙΑ ΣΥΣΚΕΥΩΝ (Σύμφωνα με το πρόγραμμα ADAPT)

ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	Αισθητό φορτίο (q_s) (kcal/h)	Λανθάνον φορτίο (q_L) (kcal/h)
Μικρή αερίου	500	125
Μεγάλη αερίου	1500	400
Ηλεκτρική 300 W	400	200
Ηλεκτρική 1 kW	600	150
Ηλεκτρική 2 kW	1200	300
Ηλεκτρική 4 kW	2000	800
Κινητήρας 1/4 HP	200	-
Κινητήρας 1 HP	700	-
Κινητήρας 5 HP	3000	-

ASHRAE

Table 9. Recommended Rate of Heat Gain from Various Office Equipment (Airflow and Floor 100)

Equipment	Size	Maximum Rate Watts	Standard Rate Watts	Recommended Rate of Heat Gain Watts
Computer Display				
Color monitor (15.5 in.)		100-1800	140-280	140-280
Desk color laser printer		100-1200	100-600	100-600
Monochrome laser printer	18-40 cm ²	100-600	40-150	40-150
Monochrome dot matrix printer	18-40 cm ²	200-1400	100-600	100-600
Plotter (40 in.)	8 square ft	670	40	40
Plotter (40 in.) (high speed)	1000 square ft	100-1200	300-2100	100-1200
Plotter (40 in.) (high speed)		100-1200	400-1700	100-1200
Plotter (40 in.) (high speed)		100-1200	80-40	80-40
Scanner (flatbed)		100-1200	100-1000	100-1000
Scanner (flatbed)	1.47 square ft	100-600	40	100-600
Scanner (flatbed)	4.32 square ft	40-120	100-400	40-120
Scanner (flatbed)		120	120	120
Telephone				
Telephone (corded)		600-1500		600-1500
Telephone (cordless)		600-1400		600-1400
Modem (cable)		40		40
Modem (cable)		100-800		100-800
Modem (cable)	10 ft ²	100		100-800
Modem (cable)	10 ft ²	600		100-800
Printer (laser)	10 ft ²	100-1000		100-800
Printer (laser)	10 ft ²	100		100

5.2.10 Ηλεκτροκινητήρες

Ισχύει η σχέση:

$$Q_s = \sum_{j=1}^k (q_{sj} * N_j) + Q_{s1}$$

Όπου

Q_s : το συνολικό αισθητό ψυκτικό φορτίο από ηλεκτροκινητήρες

J : Ο τύπος του ηλεκτροκινητήρα σύμφωνα με τον πίνακα 7

K : Τα είδη των ηλεκτροκινητήρων που λειτουργούν στο χώρο

q_{sj} : Το αισθητό φορτίου ηλεκτροκινητήρα τύπου J (πίνακας 7)

N_j : Ο αριθμός των ηλεκτροκινητήρων τύπου j που λειτουργούν στο χώρο

Q_{s1} : συνολικό αισθητό φορτίο από ηλεκτροκινητήρες που δεν περιέχονται στον πίνακα 7 (πίνακας 4 ASHRAE)

ASHRAE
Table 4. Motor Loads From Typical Electric Motors

Loadings of Motor and Drive Loads
Motor and Drive
C. Conditions Same as Column

Motor Type	Full Load Motor HP	Motor Efficiency (%)	Motor Loadings (kW)		
			A	B	C
0.18	0.18	75	0.25	0.18	0.18
0.37	0.37	75	0.50	0.37	0.37
0.75	0.75	75	1.00	0.75	0.75
1.5	1.5	75	2.00	1.50	1.50
3.0	3.0	75	4.00	3.00	3.00
4.5	4.5	75	6.00	4.50	4.50
7.5	7.5	75	10.00	7.50	7.50
15	15	75	20.00	15.00	15.00
30	30	75	40.00	30.00	30.00
45	45	75	60.00	45.00	45.00
75	75	75	100.00	75.00	75.00
150	150	75	200.00	150.00	150.00
300	300	75	400.00	300.00	300.00
450	450	75	600.00	450.00	450.00
750	750	75	1000.00	750.00	750.00
1500	1500	75	2000.00	1500.00	1500.00
3000	3000	75	4000.00	3000.00	3000.00
4500	4500	75	6000.00	4500.00	4500.00
7500	7500	75	10000.00	7500.00	7500.00
15000	15000	75	20000.00	15000.00	15000.00
30000	30000	75	40000.00	30000.00	30000.00
45000	45000	75	60000.00	45000.00	45000.00
75000	75000	75	100000.00	75000.00	75000.00
150000	150000	75	200000.00	150000.00	150000.00
300000	300000	75	400000.00	300000.00	300000.00
450000	450000	75	600000.00	450000.00	450000.00
750000	750000	75	1000000.00	750000.00	750000.00
1500000	1500000	75	2000000.00	1500000.00	1500000.00

5.2.11 Διείσδυση αέρα

Τα φορτία που προέρχονται από φυσική διείσδυση αέρα περιβάλλοντος στο χώρο μέσω χαραμάδων των ανοιγμάτων, σχισμών κ.λ.π. και λαμβάνονται υπόψη όταν δεν υπάρχουν στο χώρο εναλλαγές αέρα από κλιματιστικές συσκευές, δηλαδή όταν δεν προβλέπεται βεβιασμένη εισαγωγή νωπού αέρα στο χώρο.

Ισχύει η σχέση:

$$Q_i = (\sum_{j=1}^n P_j * a_j * b) * \Delta T_i$$

Όπου

- Q_i : το συνολικό αισθητό ψυκτικό φορτίο από χαραμάδες
- P_i : Η περίμετρος του ανοίγματος j
- n : Ο αριθμός των ανοιγμάτων μέσω των οποίων υπάρχει φυσική διείσδυση αέρα στο χώρο (δεν είναι αναγκαστικά όλα τα ανοίγματα του χώρου)
- a_j : Ο συντελεστής διείσδυσης του αέρα για το άνοιγμα j, που εξαρτάται από τον τύπο του ανοίγματος και ειδικά από τη στεγανότητα του, παίρνει τις τιμές 1,2,3, όπως και οι αντίστοιχες σε μελέτες θέρμανσης
- B : Συντελεστής που εξαρτάται από την έκθεση του κτιρίου σε ανέμους, το λόγο της επιφάνειας των εξωτερικών ανοιγμάτων προς την επιφάνεια των εσωτερικών ανοιγμάτων και τη θέση τους και παίρνει τις τιμές από 0,24 έως 1,6
- ΔT_i : Η διαφορά εξωτερικής και εσωτερικής θερμοκρασίας ξηρού βολβού κατά την ώρα I : $\Delta T_i = t_{e_i} + t_R$

Το φορτίο λόγω διείσδυσης του αέρα είναι κανονικά και αισθητό και λανθάνον. Με τη μέθοδο της Carrier δεν γίνεται αυτός ο διαχωρισμός. Υπολογίζεται ένα προσεγγιστικό συνολικό φορτίο που λαμβάνεται ως αισθητό.

5.2.12 Αερισμός

Αφορά τη βεβιασμένη εισαγωγή νωπού αέρα διαμέσου κλιματιστικών συσκευών συσκευών για τις ανάγκες του χώρου. Το φορτίο λόγω αερισμού είναι αισθητό και λανθάνον και δεν αποτελεί φορτίο χώρου. Είναι όμως ψυκτικό φορτίο για τις κλιματιστικές συσκευές και προστίθεται στο φορτίο χώρου, ώστε να προκύψει το συνολικό ψυκτικό φορτίο της κλιματιστικής συσκευής.

Ισχύουν οι προσεγγιστικές σχέσεις:

$$Q_{si} = 0.29 * V * n * \Delta t_i \quad Q_{Li} = 0.71 * V * n * \Delta w$$

Όπου :

Q_{si} : Το αισθητό φορτίου αερισμού την ώρα i σε Kcal/h

Q_{Li} : Το λανθάνον φορτίου αερισμού την ώρα i σε Kcal/h

V : Ο όγκος του χώρου σε m^3/h

n : Ο επιθυμητός αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα

Δt_i : Η διαφορά εξωτερικής και εσωτερικής θερμοκρασίας ξηρού βολβού κατά την ώρα I : $\Delta t_i = t_{e_i} - t_R$

Δw : Η διαφορά εξωτερικής και εσωτερικής ειδικής υγρασίας σε $gr/kg_{ξα}$: $\Delta w = W_e - W_R$

Οι απαιτούμενες εναλλαγές αέρα βρίσκονται από το πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και οι σχέσεις :

$$Q_{si} = 0.29 * V_{NA} * N * \Delta t_i \quad Q_{Li} = 0.71 * V_{NA} * N * \Delta w$$

Όπου :

Q_{si} : Το αισθητό φορτίου αερισμού την ώρα i σε Kcal/h

Q_{Li} : Το λανθάνον φορτίου αερισμού την ώρα i σε Kcal/h

V_{NA} : Η ανά άτομο απαιτούμενη παροχή αέρα σε m^3/h , ανάλογα με τη χρήση του χώρου

N : Ο προβλεπόμενος μέγιστος αριθμός ατόμων στο χώρο Δτι και
Δw όπως ανωτέρω

Οι απαιτούμενες εναλλαγές αέρα βρίσκονται από το πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-
1/2010.

6

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ CARRIER

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΜΕΓ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ (°C)
------------	------------------	-----------------

23 ΙΟΥΛ.	35.7	13.3
----------	------	------

ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	:	0
ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕ ΟΜΙΧΛΗ (1:ΝΑΙ 2:ΟΧΙ)	:	2
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	:	50
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	:	39
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	:	26
ΔΙΑΦΟΡΑ Τ ΕΞΩΤ.- Τ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ (°C)	:	5
ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ (1 - 15)	:	2
ΤΥΠΙΚΟ ΥΨΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ (m)	:	3

ΣΥΣΤ. ΜΟΝΑΔΩΝ : Watt

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ : CARRIER

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΕΞΩΤ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ 24ΩΡΟ (23 ΙΟΥΛ.)

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΔΙΟΡΘΩΣΗ D.B.	-8.7	-7.3	-5.8	-4.3	-2.9	-1.7	-0.5	0.0	-0.5	-1.1	-1.8
ΔΙΟΡΘ. ΕΞΩΤ. ΘΕΡΜ.	27.0	28.4	29.9	31.4	32.8	34.0	35.2	35.7	35.2	34.6	33.9
ΔΤ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ	1.0	2.4	3.9	5.4	6.8	8.0	9.2	9.7	9.2	8.6	7.9
ΔΤ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ	-4.0	-2.6	-1.1	0.4	1.8	3.0	4.2	4.7	4.2	3.6	2.9

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εξ. Τοίχοι

Εξ.Τοίχοι	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. k Kcal/m ² hc Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Συντ. k W/m ² K Τοίχων Οροφών
T1	Διπλός δρομικός με μόνωση 7 cm	C	G4	17	0.372	300	0.372
T2	Δοκός 25cm Μόνωση 6 cm	B	G15	22	0.499	500	0.499
T3	Τοίχος Συρομένων Μόνωση 5cm	C	G10	17	0.487	300	0.487
T11	Διπλός Ορθοδρομι κός Μόνωση 6cm	C	G4	17	0.70	300	0.70
T12	Δοκός 25cm Μόνωση 5cm	B	G15	22	0.64	500	0.64
T13	Τοίχος Συρομένων Μόνωση 5cm	C	G10	17	0.55	300	0.55

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. k Kcal/m ² hc Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Συντ. k W/m ² K Τοίχων Οροφών
O1	Δώμα βατό με μόνωση 7cm	5	1	18	0.397	100	0.397
O2	Στέγη μονωμένη	4	8	18	0.435	50	0.435
O3	Πλάκα μονωμένη κάτω από αμόνωτη στέγη	5	1	18	0.428	100	0.428
O11	Ταράτσα Μόν. 6cm Γαρμπιλόδ εμα	5	1	18	0.44	100	0.44
O12	Στέγη Μονωμένη -Κεραμίδια Γαλλ.	4	8	18	0.44	50	0.44
O13	Ταράτσα Μονωμένη -Μπετόν Κλίσης	5	10	18	0.55	100	0.55

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k Kcal/m ² hc Εσ. Τοίχων Δαπέδων	Συντ. k W/m ² K Εσ. Τοίχων Δαπέδων
Δ1	Δαπ.Μαρμ.σε μη θερ.χώρο(M.6cm)	0.412	0.412
Δ2	Δάπεδο σε επαφή με φυσικό έδαφος	0.396	0.396

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Ανοίγματα

Ανοίγμ.	Περιγραφή	Πλάτ. (m)	Ύψος (m)	Συντ.k Kcal/m ² hc Ανοιγμάτων	Ειδ. Πλαισ.	Συντ.k W/m ² K Ανοιγμάτων
A1	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	2.7	2.3	2.855	2	2.855
A2	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.5	2.2	3	1	3
A3	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	2.25	2.3	2.857	2	2.857
A4	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.4	2.3	2.988	2	2.988
A5	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.4	2.3	2.988	2	2.988

A6	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.8	2.3	2.836	2	2.836
A7	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.6	0.7	2.992	2	2.992
A8	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.4	2.3	2.988	2	2.988
A9	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.6	0.7	2.992	2	2.992
A10	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.4	0.5	2.949	2	2.949

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος : 1

Ονομασία : ΣΑΛΟΝΙ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατ ολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
T11	N	0.70	5.55	3.2	17.76	1	17.76	17.76	
T12	N	0.64	5.55	0.9	5.00	1	5.00		5.00
T13	N	0.55	2.85	2.3	6.55	1	6.55		6.55
A1	N	2.855	2.7	2.3	6.21	1	6.21		6.21
T11	Δ	0.70	5.15	3.2	16.48	1	16.48	9.20	7.28
T12	Δ	0.64	5.15	0.9	4.64	1	4.64		4.64
T12	Δ	0.64	0.55	2.3	1.26	1	1.26		1.26
A2	Δ	3	1.5	2.2	3.30	1	3.30		3.30
T11	B	0.70	0.9	3.2	2.88	1	2.88	2.88	
T12	B	0.64	0.9	3.2	2.88	1	2.88		2.88
Δ1		0.412	5.15	5.55	28.58	1	28.58		28.58

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T11		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T12	5.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T13	6.55	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	6.21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T11	7.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T12	4.64	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T12	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	3.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T11		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T12	2.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	28.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Πυράκτωσης	1	300	300

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	300	270	240	240	240	300	300	300	300	300	300

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος	70	35	2	140	70	210

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Φορτίο Λανθάνον	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70
Σύνολο	210	189	168	168	168	189	210	210	210	210	210

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	300	270	240	240	240	300	300	300	300	300	300
Άτομα (Αισθητό)	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Άτομα (Λανθάνον)	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70
Άτομα (Σύνολο)	210	189	168	168	168	189	210	210	210	210	210

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.86	1.19	1.64	2.16	2.37	2.68	2.90	3.02	2.93	2.84	2.23
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.93	1.25	1.70	2.22	2.43	2.74	2.97	3.09	3.00	2.91	2.30

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	41.10	101.90	162.70	224.68	286.66	336.23	385.79	406.76	385.79	359.29	332.79
Λανθάνον	-195.72	-108.22	-14.43	81.51	170.41	237.68	339.31	382.30	339.31	284.97	232.52
Σύνολο	-154.63	-6.32	148.27	306.19	457.07	573.91	725.11	789.06	725.11	644.26	565.31

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 407

Λανθάνον: 382

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 124.33

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος : 2

Ονομασία : ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανα τολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
T11	N	0.70	3.4	3.2	10.88	1	10.88	8.23	2.65
T12	N	0.64	3.4	0.9	3.06	1	3.06		3.06
A3	N	2.857	2.25	2.3	5.17	1	5.17		5.17
T11	Δ	0.70	0.6	3.2	1.92	1	1.92	1.92	
T12	Δ	0.64	0.6	3.2	1.92	1	1.92		1.92
T11	A	0.70	4.6	3.2	14.72	1	14.72	7.47	7.25
T12	A	0.64	4.6	0.9	4.14	1	4.14		4.14
T12	A	0.64	1.45	2.3	3.33	1	3.33		3.33
Δ1		0.412	19.5	1	19.50	1	19.50		19.50
O11		0.44	1.75	3.4	5.95	1	5.95		5.95

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T11	2.65	-3	-2	-1	6	10	17	21	23	24	22	19
T12	3.06	2	2	2	3	4	8	11	14	14	17	17
A3	5.17	277	561	950	1355	1505	1394	1029	669	399	329	215
T12	1.92	4	4	4	4	4	4	5	6	7	10	12
T11	7.25	-1	46	67	69	70	46	36	35	35	37	40
T12	4.14	8	10	17	24	28	30	8	25	23	21	19
T12	3.33	6	8	14	19	23	24	7	20	18	17	15
Δ1	19.50	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
O11	5.95	-3	-1	3	12	21	30	39	46	52	54	54

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Πυράκτωσης	1	200	200

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	200	180	160	160	160	200	200	200	200	200	200

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος	70	35	2	140	70	210

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Φορτίο Λανθάνον	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70
Σύνολο	210	189	168	168	168	189	210	210	210	210	210

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	200	180	160	160	160	200	200	200	200	200	200
Άτομα (Αισθητό)	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Άτομα (Λανθάνον)	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70
Άτομα (Σύνολο)	210	189	168	168	168	189	210	210	210	210	210

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.59	0.89	1.29	1.72	1.90	1.84	1.46	1.14	0.87	0.81	0.69
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.66	0.96	1.34	1.78	1.95	1.90	1.53	1.21	0.94	0.88	0.76

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	28.04	69.52	111.00	153.29	195.57	229.39	263.20	277.51	263.20	245.12	227.04
Λανθάνον	-133.53	-73.83	-9.85	55.61	116.26	162.15	231.49	260.82	231.49	194.42	158.63
Σύνολο	-105.49	-4.31	101.15	208.90	311.83	391.54	494.69	538.33	494.69	439.54	385.67

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 278

Λανθάνον: 261

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 84.83

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ

Χώρος : 1

Ονομασία : ΚΟΙΤΩΝ 1

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσα νατολι σμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
T11	N	0.70	3.4	3.1	10.54	1	10.54	9.39	1.15
T12	N	0.64	3.4	0.8	2.72	1	2.72		2.72
T13	N	0.55	1.5	2.3	3.45	1	3.45		3.45
A5	N	2.988	1.4	2.3	3.22	1	3.22		3.22
T11	A	0.70	4.25	3.1	13.17	1	13.17	4.00	9.17
T12	A	0.64	4.25	0.8	3.40	1	3.40		3.40
T12	A	0.64	0.75	0.8	0.60	1	0.60		0.60
O13		0.55	2.25	3.4	7.65	1	7.65		7.65
O11		0.44	2	3.4	6.80	1	6.80		6.80

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T11	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T12	2.72	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T13	3.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A5	3.22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T11	9.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T12	3.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T12	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O13	7.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O11	6.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T11	1.15	-1	-1	-1	3	5	8	9	10	10	9	8
T12	2.72	2	2	2	3	4	7	10	13	12	15	15
T13	3.45	-3	-3	-1	6	11	18	22	23	24	22	20
A5	3.22	173	351	594	846	940	872	645	421	252	209	137
T11	9.17	-1	59	84	88	88	58	46	45	44	47	51
T12	3.40	6	8	14	20	23	25	23	20	19	17	15
T12	0.60	1	1	2	3	4	4	1	4	3	3	3
O13	7.65	-4	-1	5	19	34	48	63	74	84	87	86
O11	6.80	-3	-1	4	13	24	34	44	53	59	62	61

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Πυράκτωσης	1	150	150

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	150	135	120	120	120	150	150	150	150	150	150

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος	70	35	2	140	70	210

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Φορτίο Λανθάνον	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70
Σύνολο	210	189	168	168	168	189	210	210	210	210	210

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	150	135	120	120	120	150	150	150	150	150	150
Άτομα (Αισθητό)	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Άτομα (Λανθάνον)	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.46	0.68	0.94	1.23	1.36	1.35	1.14	0.95	0.80	0.76	0.69
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.53	0.74	0.99	1.29	1.42	1.41	1.21	1.02	0.87	0.83	0.76

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	13.85	34.34	54.84	75.73	96.62	113.32	130.03	137.09	130.03	121.09	112.16
Λανθάνον	-65.97	-36.47	-4.87	27.47	57.43	80.11	114.36	128.85	114.36	96.05	78.37
Σύνολο	-52.12	-2.13	49.97	103.20	154.05	193.43	244.39	265.94	244.39	217.14	190.53

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 137

Λανθάνον: 129

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 41.91

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ

Χώρος : 2

Ονομασία : ΚΟΙΤΩΝ 2

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
T11	N	0.70	3.75	3.1	11.63	1	11.63	11.28	0.35
T12	N	0.64	3.75	0.8	3.00	1	3.00		3.00
T3	N	0.487	1.8	2.3	4.14	1	4.14		4.14
A6	N	2.836	1.8	2.3	4.14	1	4.14		4.14
T11	Δ	0.70	3.05	3.1	9.45	1	9.45	3.70	5.75
T12	Δ	0.64	3.05	0.8	2.44	1	2.44		2.44
T12	Δ	0.64	0.55	2.3	1.26	1	1.26		1.26
O13		0.55	3.75	3.05	11.44	1	11.44		11.44

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T11	0.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T12	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T3	4.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A6	4.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T11	5.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T12	2.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T12	1.26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O13	11.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T11	0.35	-0	-0	-0	1	1	2	3	3	3	3	3
T12	3.00	2	2	2	3	4	8	11	14	14	17	17
T3	4.14	-4	-3	-1	7	11	19	23	25	26	24	21
A6	4.14	222	449	761	1085	1204	1116	823	535	318	263	171
T11	5.75	-0	-0	0	4	8	15	22	39	52	66	77
T12	2.44	5	5	5	5	5	5	6	8	9	13	15
T12	1.26	2	2	2	2	2	3	3	4	5	7	8
O13	11.44	-6	-2	8	28	51	72	94	110	125	130	129

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Πυράκτωσης	1	100	100

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	100	90	80	80	80	100	100	100	100	100	100

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος	70	35	2	140	70	210

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Φορτίο Λανθάνον	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70
Σύνολο	210	189	168	168	168	189	210	210	210	210	210

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.46	0.67	0.97	1.33	1.48	1.47	1.23	0.98	0.79	0.76	0.68
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.53	0.73	1.02	1.38	1.53	1.53	1.30	1.05	0.86	0.83	0.75

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	10.96	27.18	43.40	59.94	76.47	89.70	102.92	108.51	102.92	95.85	88.78
Λανθάνον	-52.21	-28.87	-3.85	21.74	45.46	63.41	90.52	101.99	90.52	76.02	62.03
Σύνολο	-41.25	-1.69	39.55	81.68	121.93	153.10	193.44	210.50	193.44	171.87	150.81

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 109

Λανθάνον: 102

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 33.17

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ

Χώρος : 3

Ονομασία : ΚΟΙΤΩΝ 3

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσα νατολι σμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
T11	Δ	0.70	3.6	4	14.40	1	14.40	9.32	5.08
T12	Δ	0.64	3.6	0.80	2.88	1	2.88		2.88
T13	Δ	0.55	1.4	2.3	3.22	1	3.22		3.22
A8	Δ	2.988	1.4	2.3	3.22	1	3.22		3.22
T11	B	0.70	4.35	3.70	16.10	1	16.10	3.48	12.62
T12	B	0.64	4.35	0.80	3.48	1	3.48		3.48
T12	A	0.64	2.2	1.50	3.30	1	3.30		3.30
O12		0.44	14	1	14.00	1	14.00		14.00
O11		0.44	2	2.1	4.20	1	4.20		4.20

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T11	5.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T12	2.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T13	3.22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A8	3.22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T11	12.62	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T12	3.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T12	3.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O12	14.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O11	4.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T11	5.08	-0	-0	0	4	7	13	19	34	46	58	68
T12	2.88	5	5	5	5	5	6	7	9	11	15	18
T13	3.22	-0	-0	0	2	4	7	10	17	23	29	34
A8	3.22	159	187	215	229	243	619	1327	1916	2164	2121	1572
T11	12.62	-16	-12	-6	-1	3	18	32	42	52	57	62
T12	3.48	1	1	1	1	1	2	3	5	6	7	7
T12	3.30	6	8	14	19	23	24	22	20	18	17	15
O12	14.00	-19	-13	-0	22	47	72	97	113	128	135	131
O11	4.20	-2	-0	2	8	15	21	27	32	37	38	38

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Πυράκτωσης	1	200	200

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	200	180	160	160	160	200	200	200	200	200	200

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι	70	35	2	140	70	210

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Φορτίο Λανθάνον	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70
Σύνολο	210	189	168	168	168	189	210	210	210	210	210

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	200	180	160	160	160	200	200	200	200	200	200
Άτομα (Αισθητό)	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Άτομα (Λανθάνον)	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70
Άτομα (Σύνολο)	210	189	168	168	168	189	210	210	210	210	210

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.47	0.48	0.50	0.56	0.62	1.11	1.87	2.53	2.82	2.82	2.29
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.54	0.55	0.56	0.62	0.68	1.17	1.94	2.60	2.89	2.89	2.36

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 μm	9 μm	10 μm	11 μm	12 μm	1 μm	2 μm	3 μm	4 μm	5 μm	6 μm
Αισθητό	17.45	43.26	69.07	95.38	121.69	142.73	163.77	172.67	163.77	152.52	141.27
Λανθάνον	-83.08	-45.94	-6.13	34.60	72.34	100.90	144.04	162.29	144.04	120.97	98.70
Σύνολο	-65.64	-2.68	62.94	129.98	194.03	243.62	307.81	334.96	307.81	273.49	239.97

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 173

Λανθάνον: 162

Συνολικός όγκος αέρα (m^3/h): 52.78

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος : 1

Ονομασία : ΣΑΛΟΝΙ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.86	1.19	1.64	2.16	2.37	2.68	2.90	3.02	2.93	2.84	2.23
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.93	1.25	1.70	2.22	2.43	2.74	2.97	3.09	3.00	2.91	2.30

Χώρος : 2

Ονομασία : ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Λισθητό	0.59	0.89	1.29	1.72	1.90	1.84	1.46	1.14	0.87	0.81	0.69
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.66	0.96	1.34	1.78	1.95	1.90	1.53	1.21	0.94	0.88	0.76

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ

Χώρος : 1

Ονομασία : ΚΟΙΤΩΝ 1

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.46	0.68	0.94	1.23	1.36	1.35	1.14	0.95	0.80	0.76	0.69
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.53	0.74	0.99	1.29	1.42	1.41	1.21	1.02	0.87	0.83	0.76

Χώρος : 2

Ονομασία : ΚΟΙΤΩΝ 2

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.46	0.67	0.97	1.33	1.48	1.47	1.23	0.98	0.79	0.76	0.68
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.53	0.73	1.02	1.38	1.53	1.53	1.30	1.05	0.86	0.83	0.75

Χώρος : 3

Ονομασία : ΚΟΙΤΩΝ 3

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Λισθητό	0.47	0.48	0.50	0.56	0.62	1.11	1.87	2.53	2.82	2.82	2.29
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.54	0.55	0.56	0.62	0.68	1.17	1.94	2.60	2.89	2.89	2.36

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
23 ΙΟΥΛ.	3	4	6	7	8	9	9	9	9	8	7

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

23 ΙΟΥΛ.

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	1	2	4	6	6	7	7	7	7	6	5
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	3	4	5	7	8	8	9	9	8	8	7
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	-1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
ΣΥΝΟΛΟ	3	4	6	8	9	10	11	11	11	10	8

ΦΟΡΤΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΚW

ΩΡΕΣ
23 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ: 1

**ΦΟΡΤΙΑ
ΧΩΡΟΥ**

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	1	1	2	3	4	4	4	3	3	3	2
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	1	2	3	4	4	5	4	4	4	4	3
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**ΦΟΡΤΙΑ
ΑΕΡΙΣΜΟΥ**

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	1	2	3	5	5	6	6	6	5	5	4

23 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ: 2

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	0	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1

23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 3

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

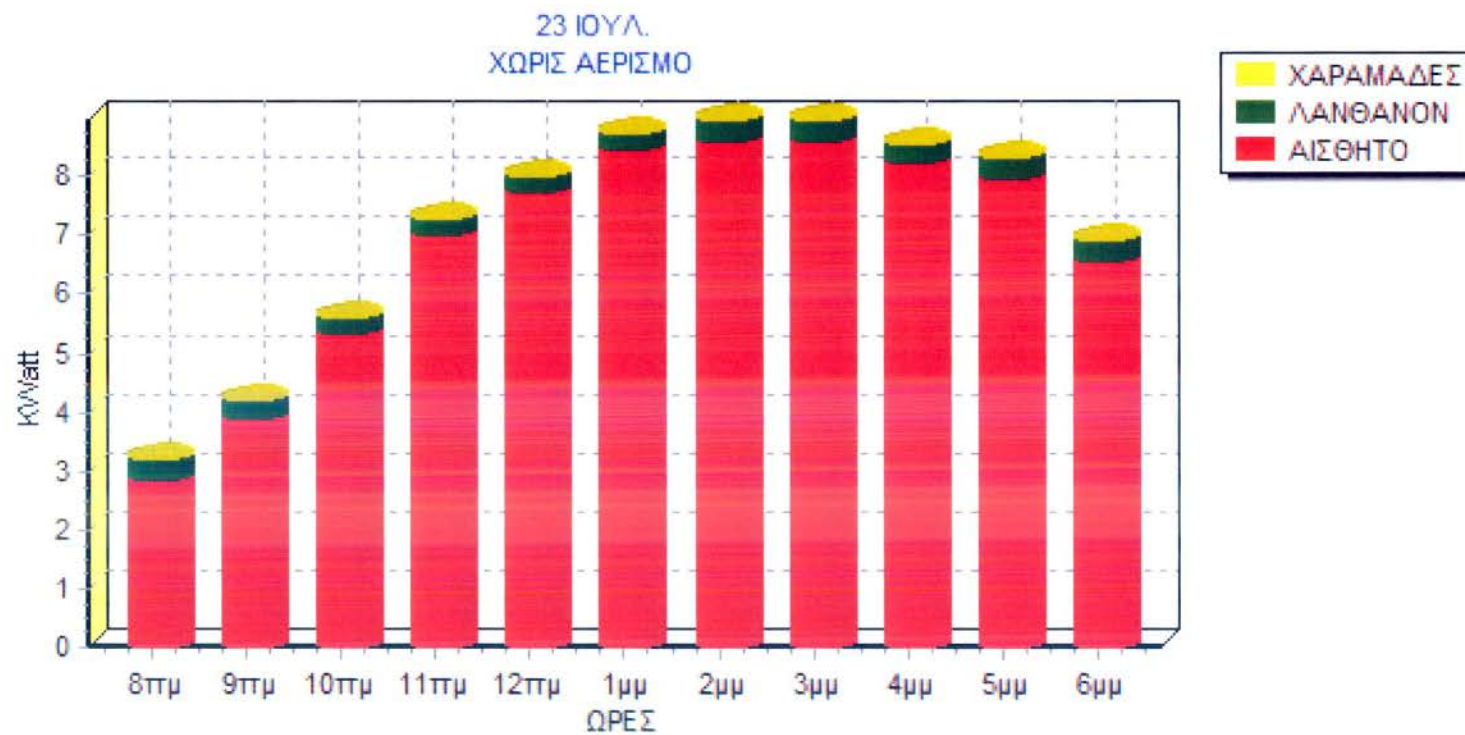
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	:	0	1	1	1	2	2	1	1	1	1

23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 4

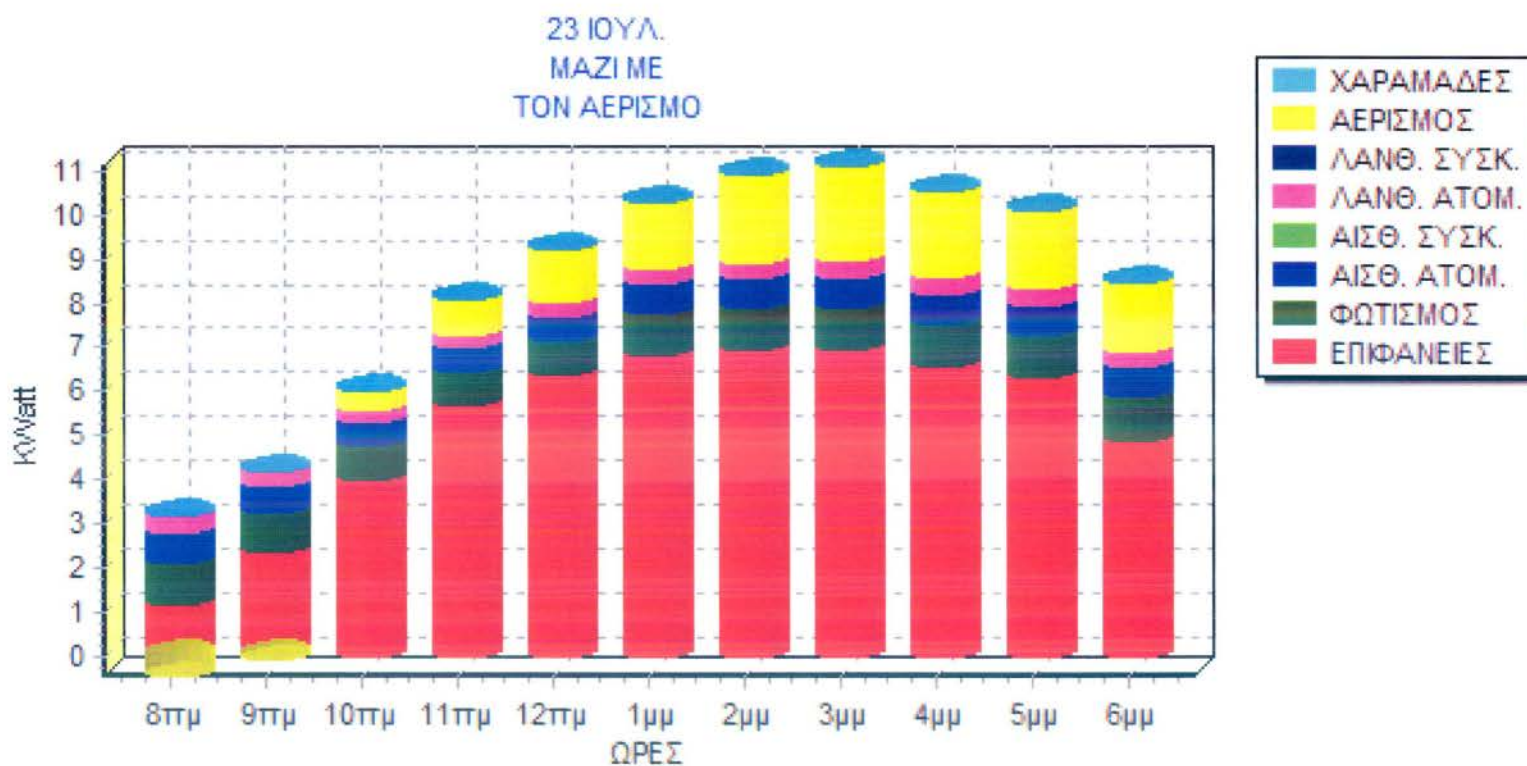
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	0	0	1	1	1	1	2	3	3	3	2
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	0	0	1	1	1	1	2	3	3	3	2
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	0	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3

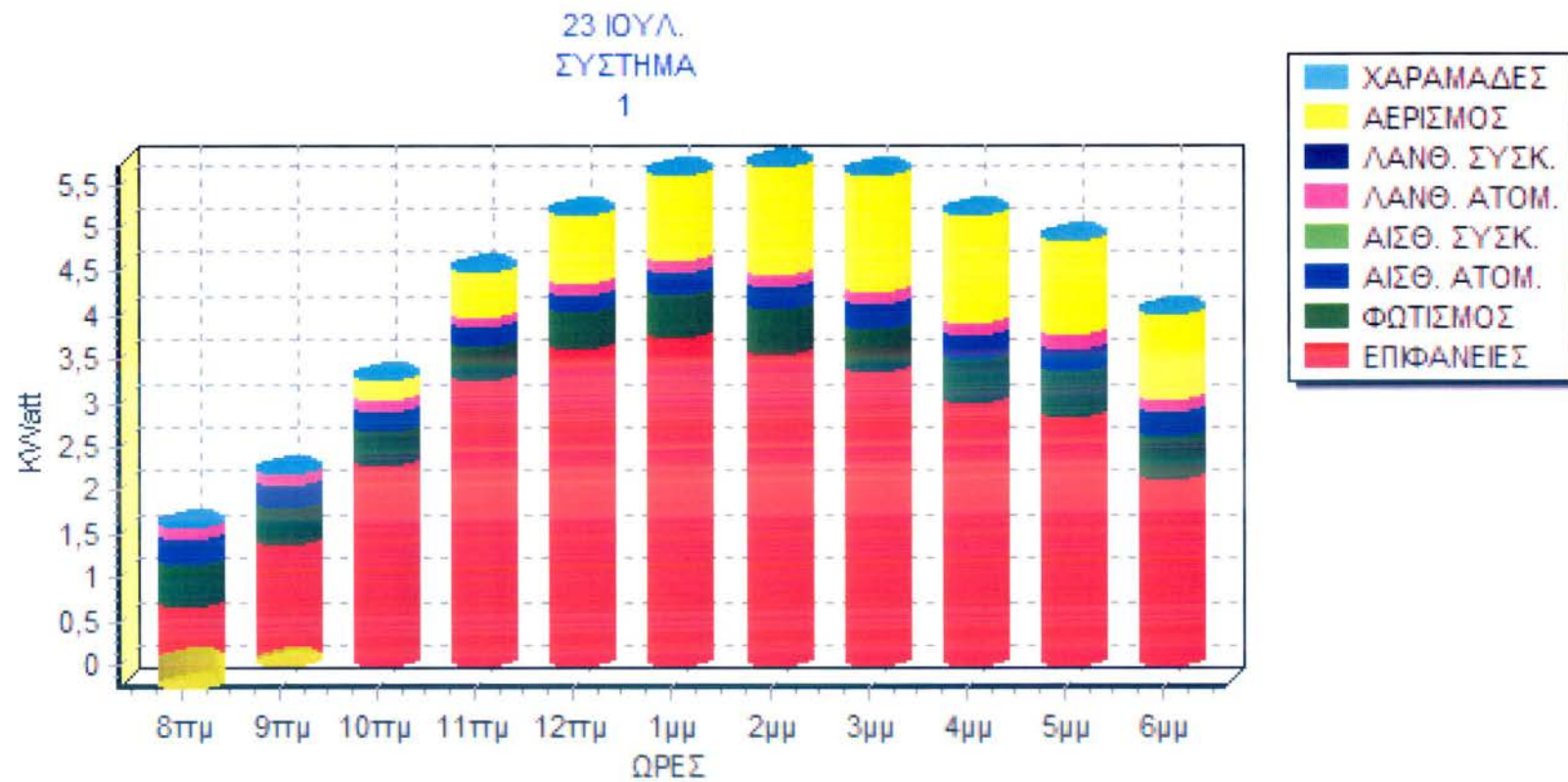
Διαγράμματα Συγκεντρωτικών Φορτίων Κτιρίου Χωρίς Αερισμό



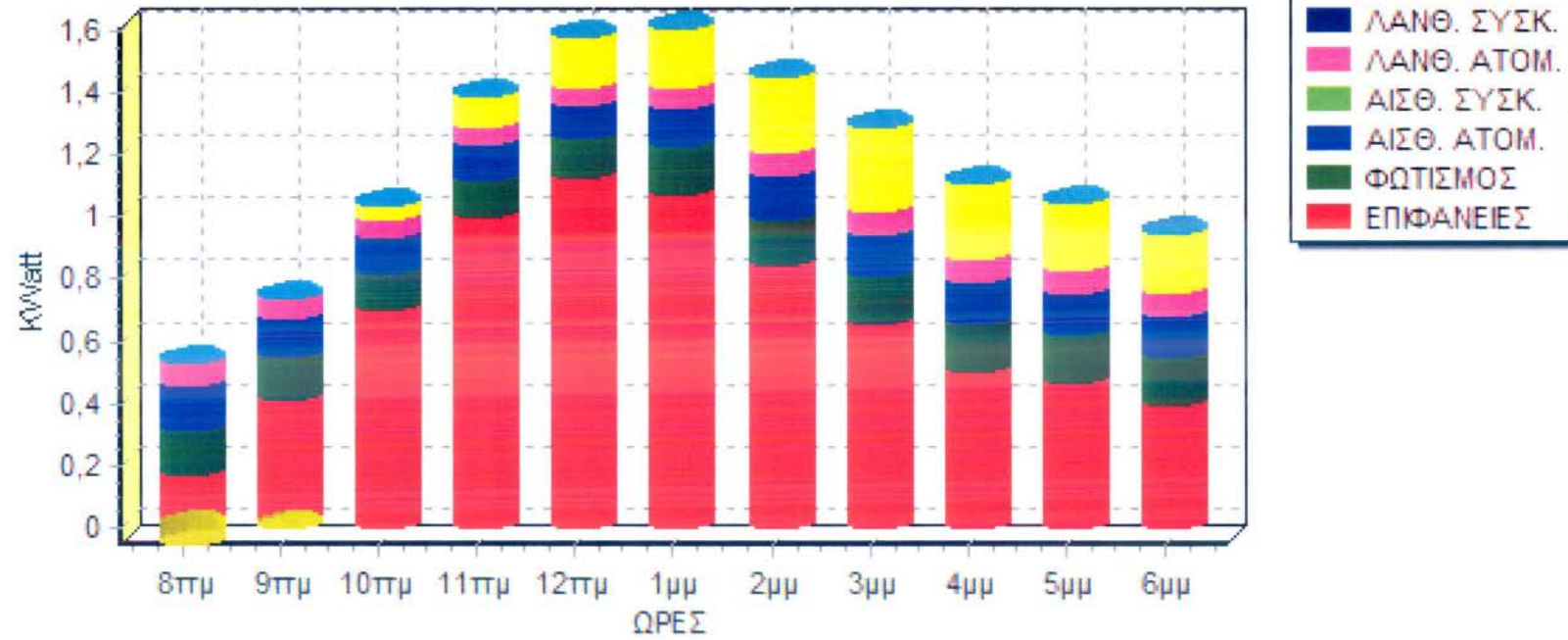
Διαγράμματα Συγκεντρωτικών Φορτίων Κτιρίου Με Αερισμό



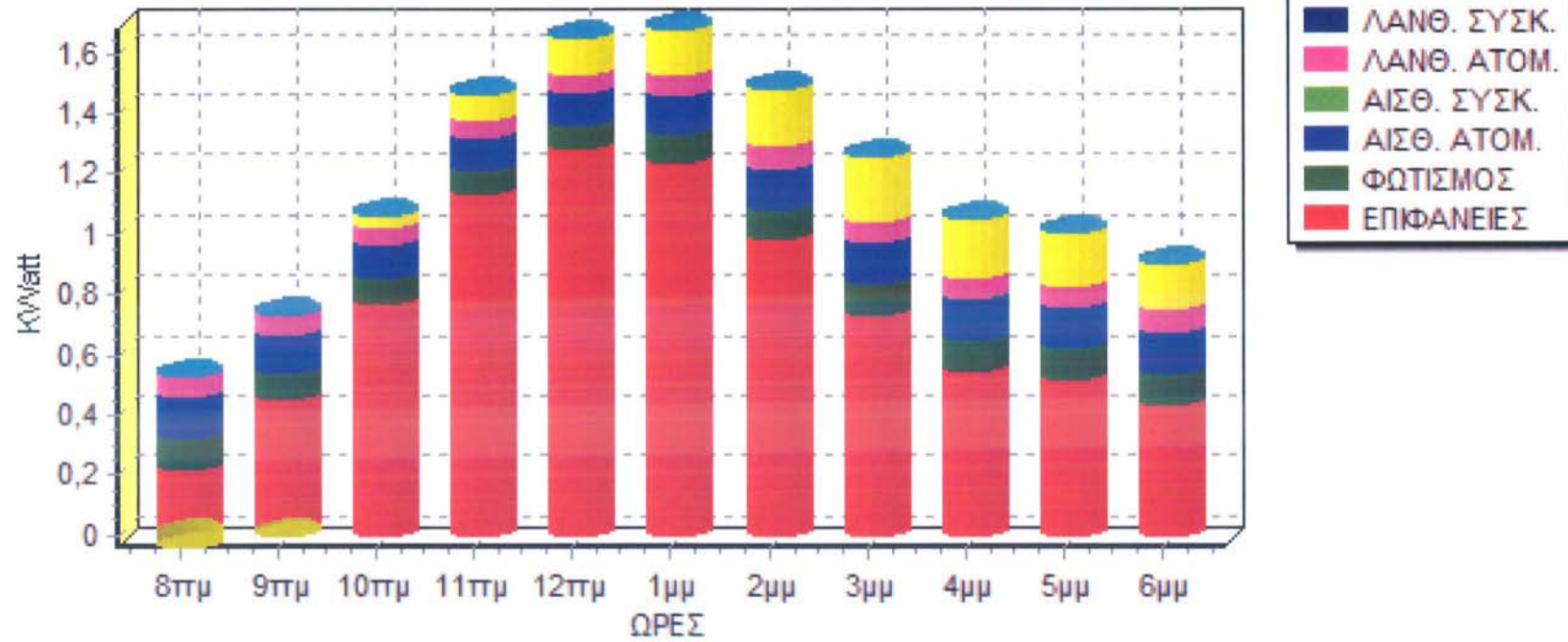
Διαγράμματα Συστημάτων



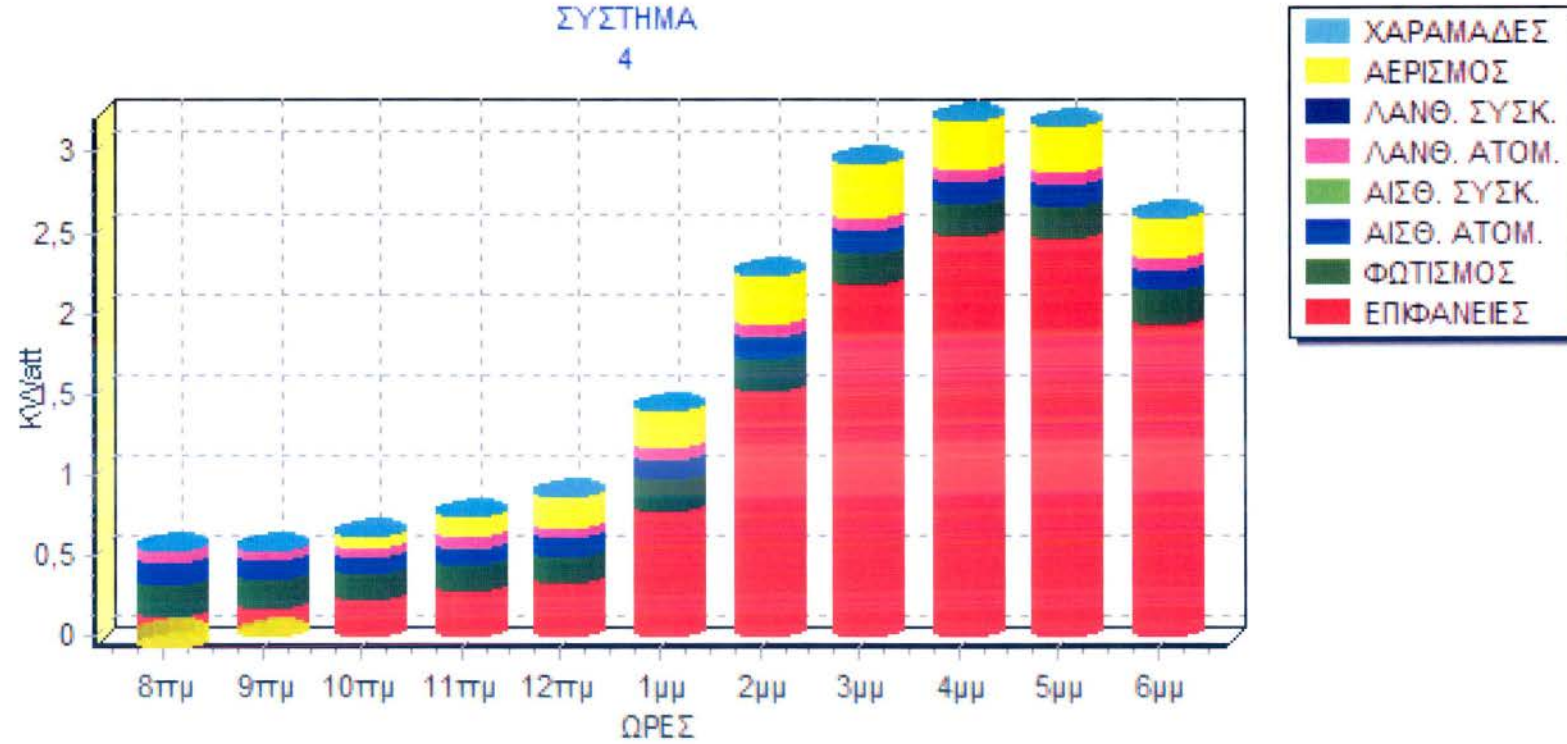
23 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
2



23 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
3



23 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
4



7

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟ ASHRAE

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΜΕΓ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ (°C)

23 ΙΟΥΛ. 35.7 13.3

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%) : 50

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%) : 39

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C) : 26

ΔΙΑΦΟΡΑ T ΕΞΩΤ.- T ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ (°C) : 5

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ (1 - 15) : 2

ΤΥΠΙΚΟ ΥΨΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ (m) : 3

ΣΥΣΤ. ΜΟΝΑΔΩΝ : Watt

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

: ASHRAE CLTD

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΕΞΩΤ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ 24ΩΡΟ (23 ΙΟΥΛ.)

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΕΞΩΤΕΡ. ΘΕΡΜ.	27.0	28.4	29.9	31.4	32.8	34.0	35.2	35.7	35.2	34.6	33.9
ΔΤ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ	-4.0	-2.6	-1.1	0.4	1.8	3.0	4.2	4.7	4.2	3.6	2.9

ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (23 ΙΟΥΛ.) : 29.97

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΒΑ	Α	ΝΑ	Ν	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	Ο
ΔΙΟΡΘΩΣΗ (ΔΤ)	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εξ. Τοίχοι

Εξ.Τοίχοι	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. k Kcal/m ² h c Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Συντ. k W/m ² K Τοίχων Οροφών
T1	Διπλός δρομικός με μόνωση 7 cm	C	G4	17	0.372	300	0.372
T2	Δοκός 25cm Μόνωση 6 cm	B	G15	22	0.499	500	0.499
T3	Τοίχος Συρομένω ν Μόνωση 5cm	C	G10	17	0.487	300	0.487
T11	Διπλός Ορθοδρομι κός Μόνωση 6cm	C	G4	17	0.70	300	0.70
T12	Δοκός 25cm Μόνωση 5cm	B	G15	22	0.64	500	0.64
T13	Τοίχος Συρομένω ν Μόνωση 5cm	C	G10	17	0.55	300	0.55

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Τύπος ASHRA E CLTD	Τύπος ASHRA E TFM	Τύπος ASHRA E RTS	Συντ. k Kcal/m ² h c Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Συντ. k W/m ² K Τοίχων Οροφών
O1	Δώμα βατό με μόνωση 7cm	5	1	18	0.397	100	0.397
O2	Στέγη μονωμένη	4	8	18	0.435	50	0.435
O3	Πλάκα μονωμένη κάτω από αμόνωτη στέγη	5	1	18	0.428	100	0.428
O11	Ταράτσα Μόν. 6cm Γαρμπιλόδε μα	5	1	18	0.44	100	0.44
O12	Στέγη Μονωμένη -Κεραμίδια Γαλλ.	4	8	18	0.44	50	0.44
O13	Ταράτσα Μονωμένη -Μπετόν Κλίσης	5	10	18	0.55	100	0.55

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k Kcal/m ² hc Εσ. Τοίχων Δαπέδων	Συντ. k W/m ² K Εσ. Τοίχων Δαπέδων
Δ1	Δαπ.Μαρμ.σε μη θερ.χώρο(M.6 cm)	0.412	0.412
Δ2	Δάπεδο σε επαφή με φυσικό έδαφος	0.396	0.396

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Ανοίγματα

Ανοίγμ .	Περιγραφή	Πλάτ. (m)	Ύψος (m)	Συντ.k Kcal/m ² hc Ανοιγμάτων v	Ειδ. Πλαισ.	Συντ.k W/m ² K Ανοιγμάτων v
A1	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	2.7	2.3	2.855	2	2.855
A2	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.5	2.2	3	1	3
A3	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	2.25	2.3	2.857	2	2.857
A4	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.4	2.3	2.988	2	2.988

A5	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.4	2.3	2.988	2	2.988
A6	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.8	2.3	2.836	2	2.836
A7	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.6	0.7	2.992	2	2.992
A8	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.4	2.3	2.988	2	2.988
A9	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.6	0.7	2.992	2	2.992
A10	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	1.4	0.5	2.949	2	2.949

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος : 1

Ονομασία : ΣΑΛΟΝΙ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσα νατολι σμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτο ς (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
T11	N	0.70	5.55	3.2	17.76	1	17.76	17.76	
T12	N	0.64	5.55	0.9	5.00	1	5.00		5.00
T13	N	0.55	2.85	2.3	6.55	1	6.55		6.55
A1	N	2.855	2.7	2.3	6.21	1	6.21		6.21
T11	Δ	0.70	5.15	3.2	16.48	1	16.48	9.20	7.28
T12	Δ	0.64	5.15	0.9	4.64	1	4.64		4.64
T12	Δ	0.64	0.55	2.3	1.26	1	1.26		1.26
A2	Δ	3	1.5	2.2	3.30	1	3.30		3.30
T11	B	0.70	0.9	3.2	2.88	1	2.88	2.88	
T12	B	0.64	0.9	3.2	2.88	1	2.88		2.88
Δ1		0.412	5.15	5.55	28.58	1	28.58		28.58

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Πυράκτωσης	1	300	300

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	300	270	240	240	240	300	300	300	300	300	300

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότη τας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος	70	35	2	140	70	210

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρό γραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Φορτίο Λανθάνον	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70
Σύνολο	210	189	168	168	168	189	210	210	210	210	210

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	300	270	240	240	240	300	300	300	300	300	300
Άτομα (Αισθητό)	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Άτομα (Λανθάνον)	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70
Άτομα (Σύνολο)	210	189	168	168	168	189	210	210	210	210	210

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.98	1.10	1.27	1.55	1.77	2.11	2.37	2.57	2.70	2.72	2.63
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	1.05	1.16	1.33	1.60	1.83	2.17	2.44	2.64	2.77	2.79	2.70

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	41.10	101.90	162.70	224.68	286.66	336.23	385.79	406.76	385.79	359.29	332.79
Λανθάνον	-195.72	-108.22	-14.43	81.51	170.41	237.68	339.31	382.30	339.31	284.97	232.52
Σύνολο	-154.63	-6.32	148.27	306.19	457.07	573.91	725.11	789.06	725.11	644.26	565.31

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 407

Λανθάνον: 382

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 124.33

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος : 2

Ονομασία : ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσα νατολι σμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
T11	N	0.70	3.4	3.2	10.88	1	10.88	8.23	2.65
T12	N	0.64	3.4	0.9	3.06	1	3.06		3.06
A3	N	2.857	2.25	2.3	5.17	1	5.17		5.17
T11	Δ	0.70	0.6	3.2	1.92	1	1.92	1.92	
T12	Δ	0.64	0.6	3.2	1.92	1	1.92		1.92
T11	A	0.70	4.6	3.2	14.72	1	14.72	7.47	7.25
T12	A	0.64	4.6	0.9	4.14	1	4.14		4.14
T12	A	0.64	1.45	2.3	3.33	1	3.33		3.33
Δ1		0.412	19.5	1	19.50	1	19.50		19.50
O11		0.44	1.75	3.4	5.95	1	5.95		5.95

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T11	2.65	10	9	9	9	9	10	13	15	18	19	21
T12	3.06	12	12	11	11	11	11	12	14	16	17	19
A3	5.17	209	328	491	684	847	951	966	906	817	713	639
T11		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T12	1.92	11	10	9	9	8	8	8	8	8	9	11
T11	7.25	30	34	38	47	55	59	64	68	68	72	72
T12	4.14	18	18	20	20	22	27	29	29	31	31	33
T12	3.33	14	14	16	16	18	21	23	23	25	25	27
Δ1	19.50	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-40
O11	5.95	-3	7	19	31	44	54	64	70	72	70	64

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Πυράκτωσης	1	200	200

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	200	180	160	160	160	200	200	200	200	200	200

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος	70	35	2	140	70	210

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα α	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Φορτίο Λανθάνον	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70
Σύνολο	210	189	168	168	168	189	210	210	210	210	210

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (K Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.60	0.70	0.84	1.06	1.25	1.43	1.48	1.43	1.35	1.26	1.19
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.67	0.76	0.90	1.11	1.30	1.49	1.55	1.50	1.42	1.33	1.26

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	28.04	69.52	111.00	153.29	195.57	229.39	263.20	277.51	263.20	245.12	227.04
Λανθάνον	-133.53	-73.83	-9.85	55.61	116.26	162.15	231.49	260.82	231.49	194.42	158.63
Σύνολο	-105.49	-4.31	101.15	208.90	311.83	391.54	494.69	538.33	494.69	439.54	385.67

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 278

Λανθάνον: 261

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 84.83

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ

Χώρος : 1

Ονομασία : ΚΟΙΤΩΝ 1

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσα νατολι σμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ · Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
T11	N	0.70	3.4	3.1	10.54	1	10.54	9.39	1.15
T12	N	0.64	3.4	0.8	2.72	1	2.72		2.72
T13	N	0.55	1.5	2.3	3.45	1	3.45		3.45
A5	N	2.988	1.4	2.3	3.22	1	3.22		3.22
T11	A	0.70	4.25	3.1	13.17	1	13.17	4.00	9.17
T12	A	0.64	4.25	0.8	3.40	1	3.40		3.40
T12	A	0.64	0.75	0.8	0.60	1	0.60		0.60
O13		0.55	2.25	3.4	7.65	1	7.65		7.65
O11		0.44	2	3.4	6.80	1	6.80		6.80

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T11	1.15	4	4	4	4	4	4	6	6	8	8	9
T12	2.72	11	11	10	10	10	10	11	12	14	15	17
T13	3.45	10	9	9	9	9	10	14	15	18	20	21
A5	3.22	130	205	307	428	530	595	605	568	512	447	401
T11	9.17	38	43	48	59	70	75	80	86	86	91	91
T12	3.40	15	15	16	16	18	22	24	24	25	25	27
T12	0.60	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5
O13	7.65	-4	11	30	49	71	87	103	112	116	112	103
O11	6.80	-3	8	22	35	51	62	73	80	82	80	73

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος	70	35	2	140	70	210

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Φορτίο Λανθάνον	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70
Σύνολο	210	189	168	168	168	189	210	210	210	210	210

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.49	0.57	0.68	0.84	1.00	1.15	1.21	1.20	1.16	1.09	1.04
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.56	0.63	0.74	0.90	1.05	1.21	1.28	1.27	1.23	1.16	1.11

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	13.85	34.34	54.84	75.73	96.62	113.32	130.03	137.09	130.03	121.09	112.16
Λανθάνον	-65.97	-36.47	-4.87	27.47	57.43	80.11	114.36	128.85	114.36	96.05	78.37
Σύνολο	-52.12	-2.13	49.97	103.20	154.05	193.43	244.39	265.94	244.39	217.14	190.53

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 137

Λανθάνον: 129

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 41.91

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ

Χώρος : 2

Ονομασία : ΚΟΙΤΩΝ 2

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσα νατολι σμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
T11	N	0.70	3.75	3.1	11.63	1	11.63	11.28	0.35
T12	N	0.64	3.75	0.8	3.00	1	3.00		3.00
T3	N	0.487	1.8	2.3	4.14	1	4.14		4.14
A6	N	2.836	1.8	2.3	4.14	1	4.14		4.14
T11	Δ	0.70	3.05	3.1	9.45	1	9.45	3.70	5.75
T12	Δ	0.64	3.05	0.8	2.44	1	2.44		2.44
T12	Δ	0.64	0.55	2.3	1.26	1	1.26		1.26
O13		0.55	3.75	3.05	11.44	1	11.44		11.44

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ.(m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T11	0.35	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3
T12	3.00	12	12	11	11	11	11	12	14	15	17	18
T3	4.14	11	9	9	9	9	11	14	16	19	21	23
A6	4.14	167	262	393	547	678	761	773	725	654	571	511
T11	5.75	30	27	24	24	24	24	24	27	30	37	44
T12	2.44	14	13	12	12	10	10	10	10	10	12	14
T12	1.26	7	7	6	6	5	5	5	5	5	6	7
O13	11.44	-7	17	45	74	107	130	154	168	173	168	154

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Πυράκτωσης	1	100	100

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	100	90	80	80	80	100	100	100	100	100	100

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος	70	35	2	140	70	210

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα α	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Φορτίο Λανθάνον	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70
Σύνολο	210	189	168	168	168	189	210	210	210	210	210

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.48	0.57	0.69	0.88	1.04	1.18	1.23	1.21	1.15	1.07	1.01
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.55	0.63	0.75	0.93	1.09	1.24	1.30	1.28	1.22	1.14	1.08

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	10.96	27.18	43.40	59.94	76.47	89.70	102.92	108.51	102.92	95.85	88.78
Λανθάνον	-52.21	-28.87	-3.85	21.74	45.46	63.41	90.52	101.99	90.52	76.02	62.03
Σύνολο	-41.25	-1.69	39.55	81.68	121.93	153.10	193.44	210.50	193.44	171.87	150.81

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 109

Λανθάνον: 102

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 33.17

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ

Χώρος : 3

Ονομασία : ΚΟΙΤΩΝ 3

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσα νατολι σμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτο ς (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
T11	Δ	0.70	3.6	4	14.40	1	14.40	9.32	5.08
T12	Δ	0.64	3.6	0.80	2.88	1	2.88		2.88
T13	Δ	0.55	1.4	2.3	3.22	1	3.22		3.22
A8	Δ	2.988	1.4	2.3	3.22	1	3.22		3.22
T11	B	0.70	4.35	3.70	16.10	1	16.10	3.48	12.62
T12	B	0.64	4.35	0.80	3.48	1	3.48		3.48
T12	A	0.64	2.2	1.50	3.30	1	3.30		3.30
O12		0.44	14	1	14.00	1	14.00		14.00
O11		0.44	2	2.1	4.20	1	4.20		4.20

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T11	5.08	27	24	21	21	21	21	21	24	27	33	39
T12	2.88	17	15	14	14	12	12	12	12	12	14	17
T13	3.22	13	12	10	10	10	10	10	12	13	16	19
A8	3.22	220	252	283	325	356	485	705	956	1175	1298	1276
T11	12.62	30	30	30	30	30	37	37	45	45	52	59
T12	3.48	11	9	9	9	9	9	9	9	11	11	13
T12	3.30	14	14	16	16	18	21	23	23	25	25	26
O12	14.00	12	31	54	81	109	132	155	169	174	174	160
O11	4.20	-2	5	13	22	31	38	45	49	51	49	45

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Πυράκτωσης	1	200	200

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονο πρόγρ αμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτί ο	200	180	160	160	160	200	200	200	200	200	200

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότη τας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένο	70	35	2	140	70	210

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	140	126	112	112	112	126	140	140	140	140	140
Φορτίο Λανθάνον	70	63	56	56	56	63	70	70	70	70	70
Σύνολο	210	189	168	168	168	189	210	210	210	210	210

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.68	0.70	0.72	0.80	0.87	1.09	1.36	1.64	1.87	2.01	1.99
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.75	0.76	0.78	0.86	0.93	1.16	1.43	1.71	1.94	2.08	2.06

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Λισθητό	17.45	43.26	69.07	95.38	121.69	142.73	163.77	172.67	163.77	152.52	141.27
Λανθάνον	-83.08	-45.94	-6.13	34.60	72.34	100.90	144.04	162.29	144.04	120.97	98.70
Σύνολο	-65.64	-2.68	62.94	129.98	194.03	243.62	307.81	334.96	307.81	273.49	239.97

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Λισθητό: 173

Λανθάνον: 162

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 52.78

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος : 1

Ονομασία : ΣΑΛΟΝΙ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.98	1.10	1.27	1.55	1.77	2.11	2.37	2.57	2.70	2.72	2.63
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	1.05	1.16	1.33	1.60	1.83	2.17	2.44	2.64	2.77	2.79	2.70

Χώρος : 2

Ονομασία : ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ωρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.60	0.70	0.84	1.06	1.25	1.43	1.48	1.43	1.35	1.26	1.19
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.67	0.76	0.90	1.11	1.30	1.49	1.55	1.50	1.42	1.33	1.26

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ

Χώρος : 1

Ονομασία : ΚΟΙΤΩΝ 1

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ωρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.49	0.57	0.68	0.84	1.00	1.15	1.21	1.20	1.16	1.09	1.04
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.56	0.63	0.74	0.90	1.05	1.21	1.28	1.27	1.23	1.16	1.11

Χώρος : 2

Ονομασία : ΚΟΙΤΩΝ 2

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.48	0.57	0.69	0.88	1.04	1.18	1.23	1.21	1.15	1.07	1.01
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.55	0.63	0.75	0.93	1.09	1.24	1.30	1.28	1.22	1.14	1.08

Χώρος : 3

Ονομασία : ΚΟΙΤΩΝ 3

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ωρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.68	0.70	0.72	0.80	0.87	1.09	1.36	1.64	1.87	2.01	1.99
Λανθάνον	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Σύνολο	0.75	0.76	0.78	0.86	0.93	1.16	1.43	1.71	1.94	2.08	2.06

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	3	4	4	5	6	7	8	8	8	8	8
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	-1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
ΣΥΝΟΛΟ	3	4	5	6	7	9	10	11	11	10	10

23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	1	2	2	3	4	5	5	5	5	5	5

3 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 2

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1

23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 4

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2

ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

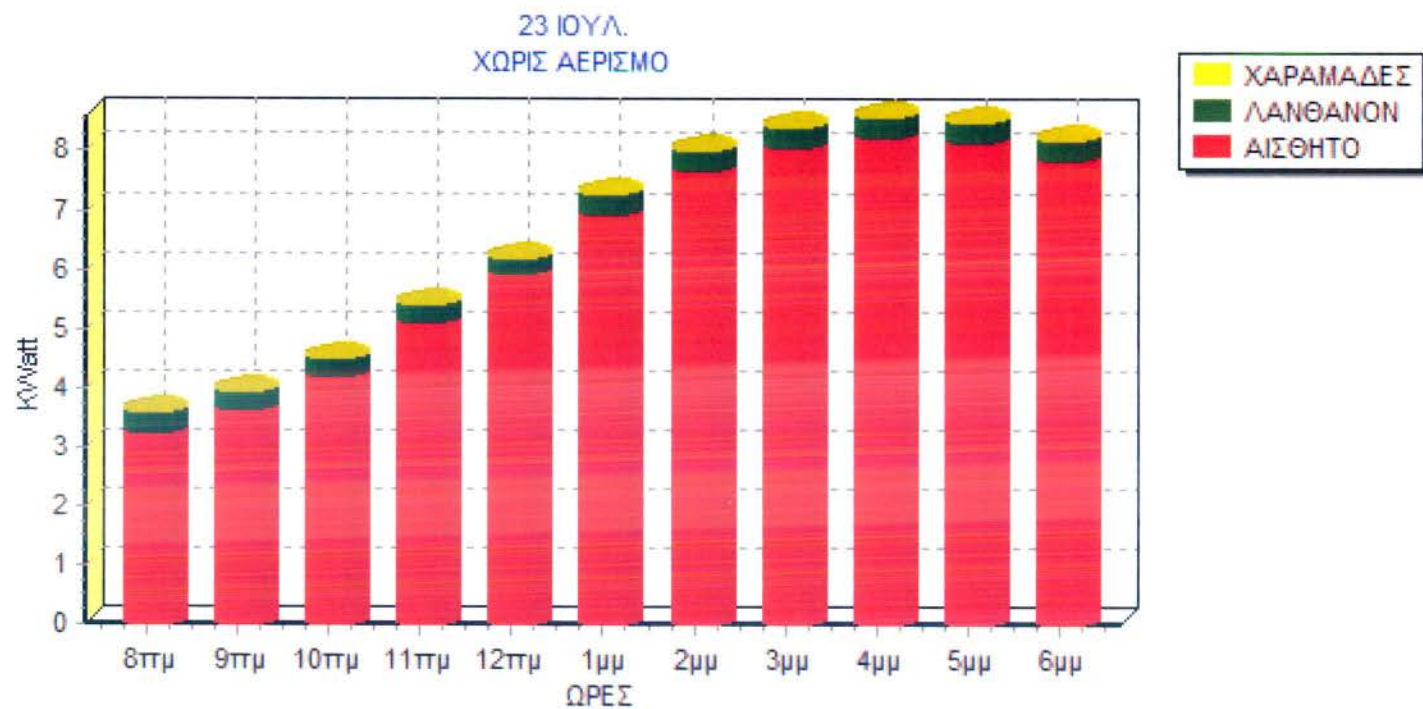
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΣΘ. ΑΕΡ. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

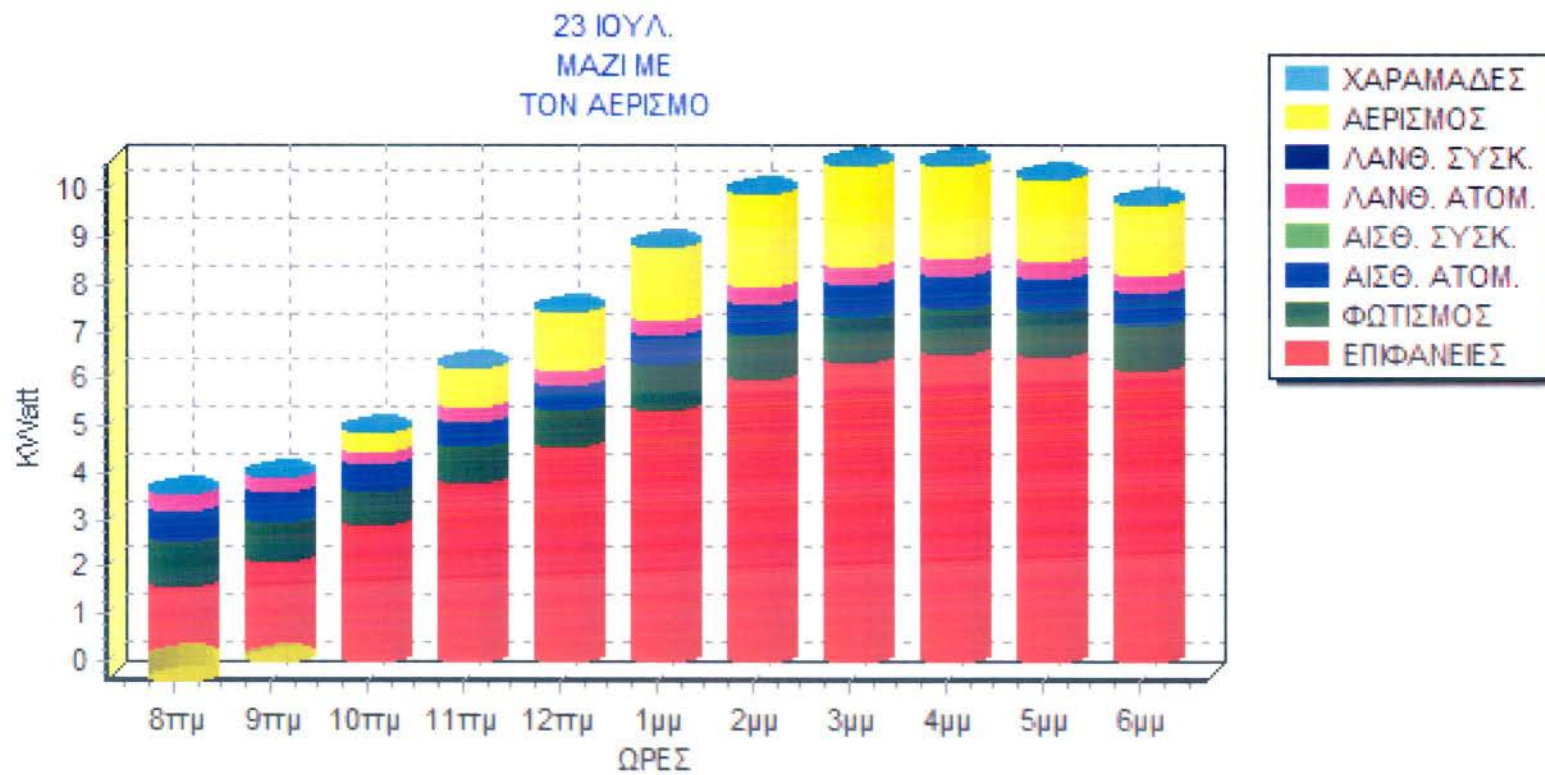
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ. 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2

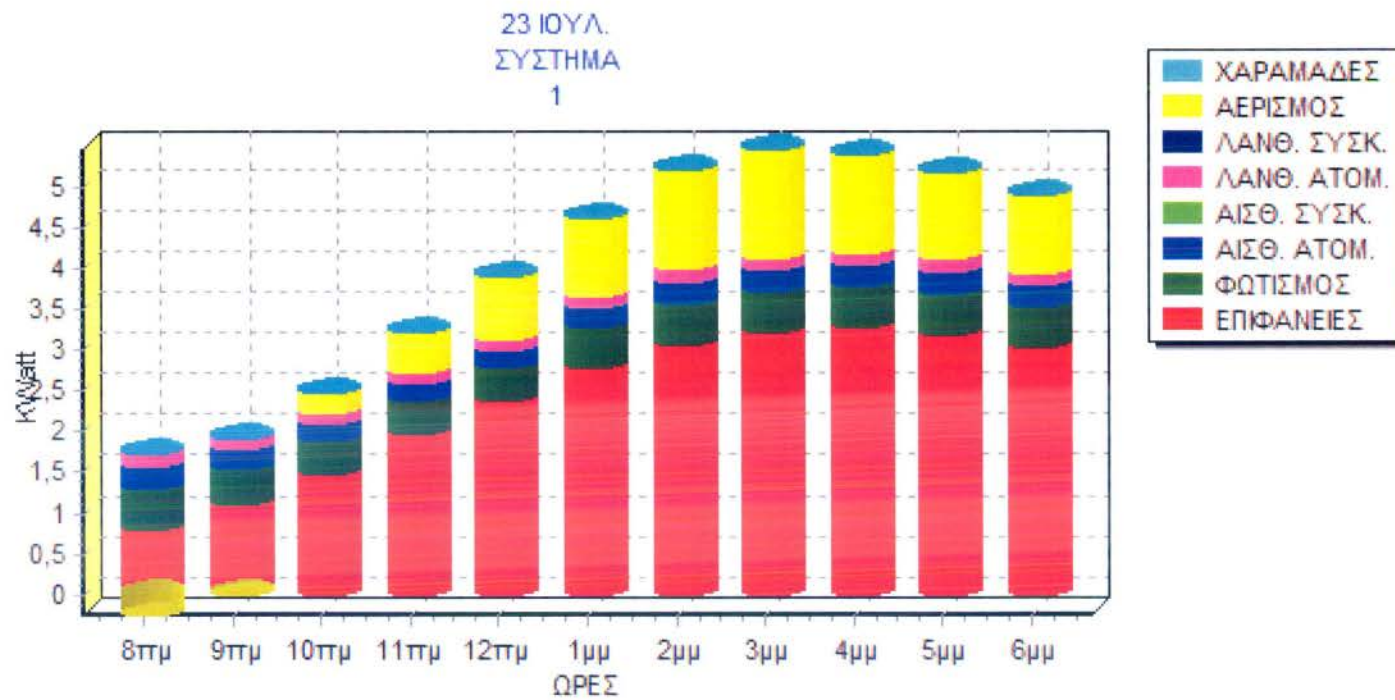
Διαγράμματα Συγκεντρωτικών Φορτίων Κτιρίου χωρίς Αερισμό



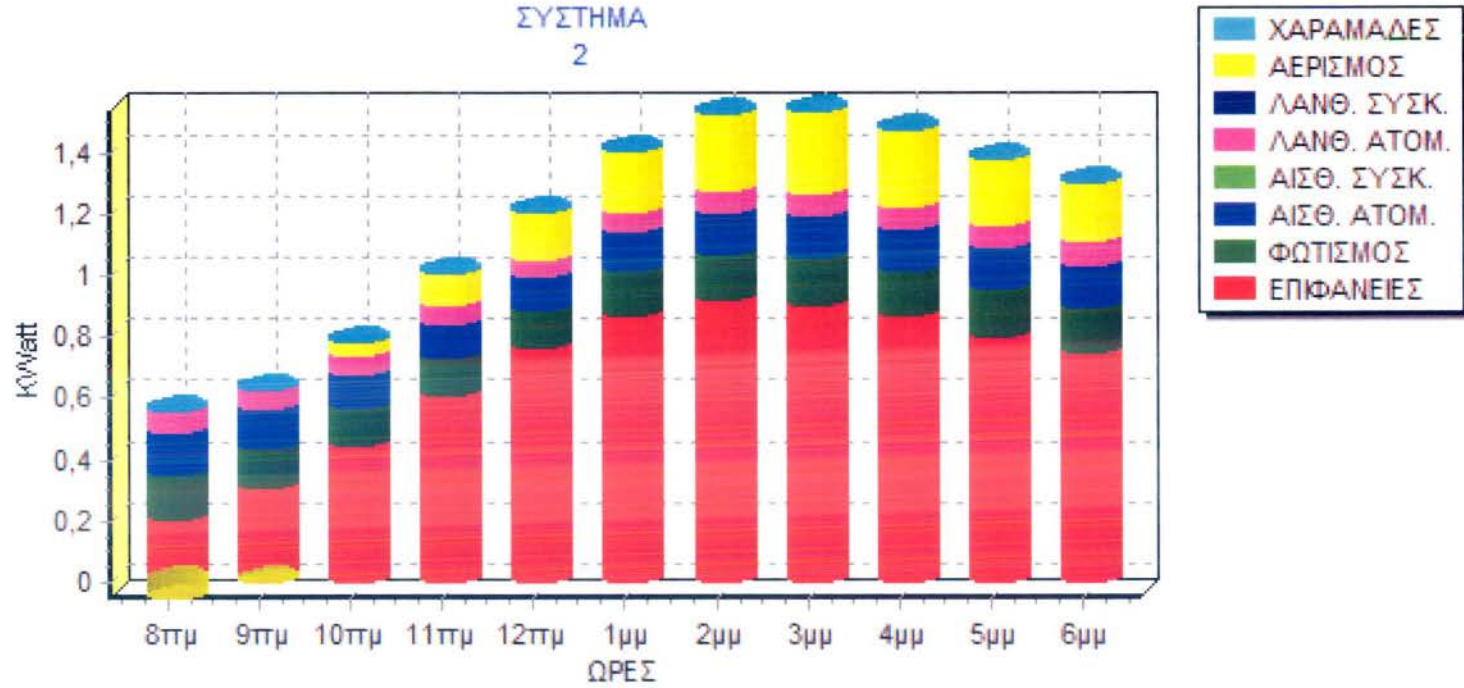
Διαγράμματα Συγκεντρωτικών Φορτίων Κτιρίου Με Αερισμό



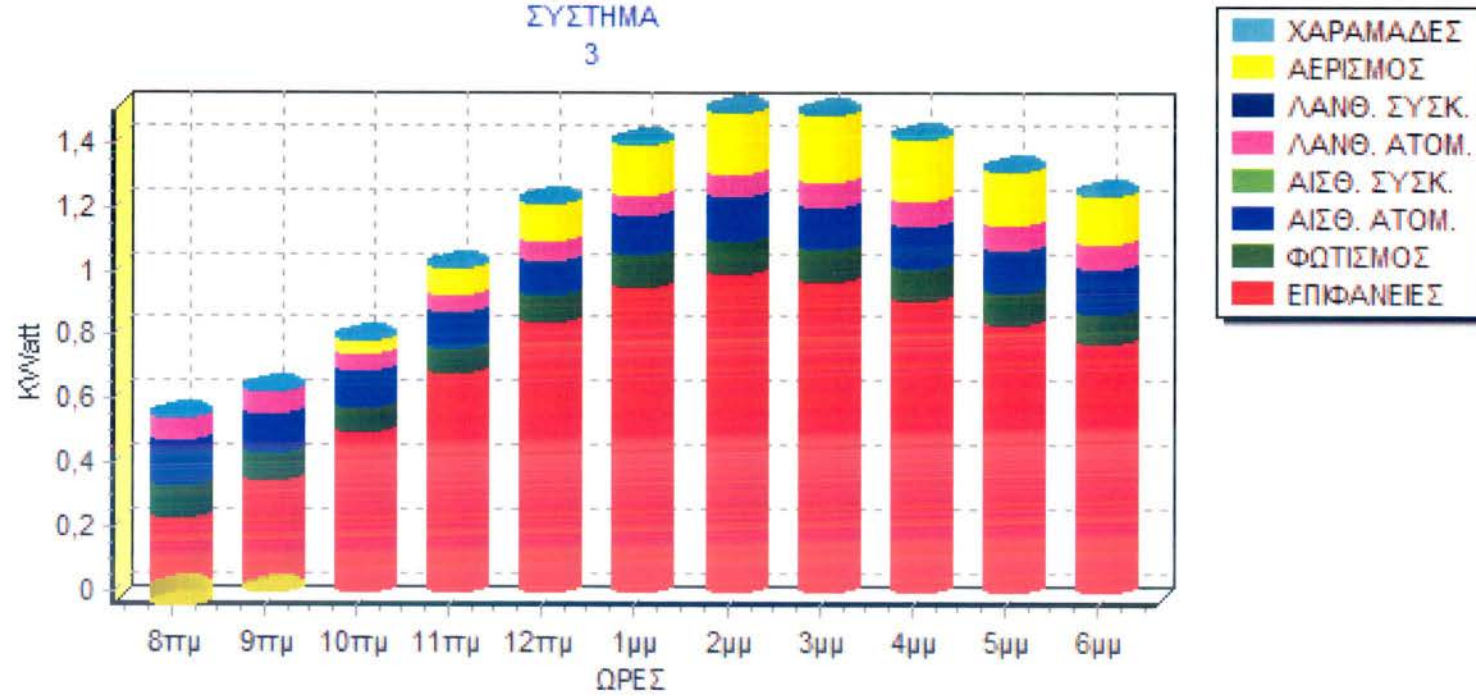
Διαγράμματα Συστημάτων



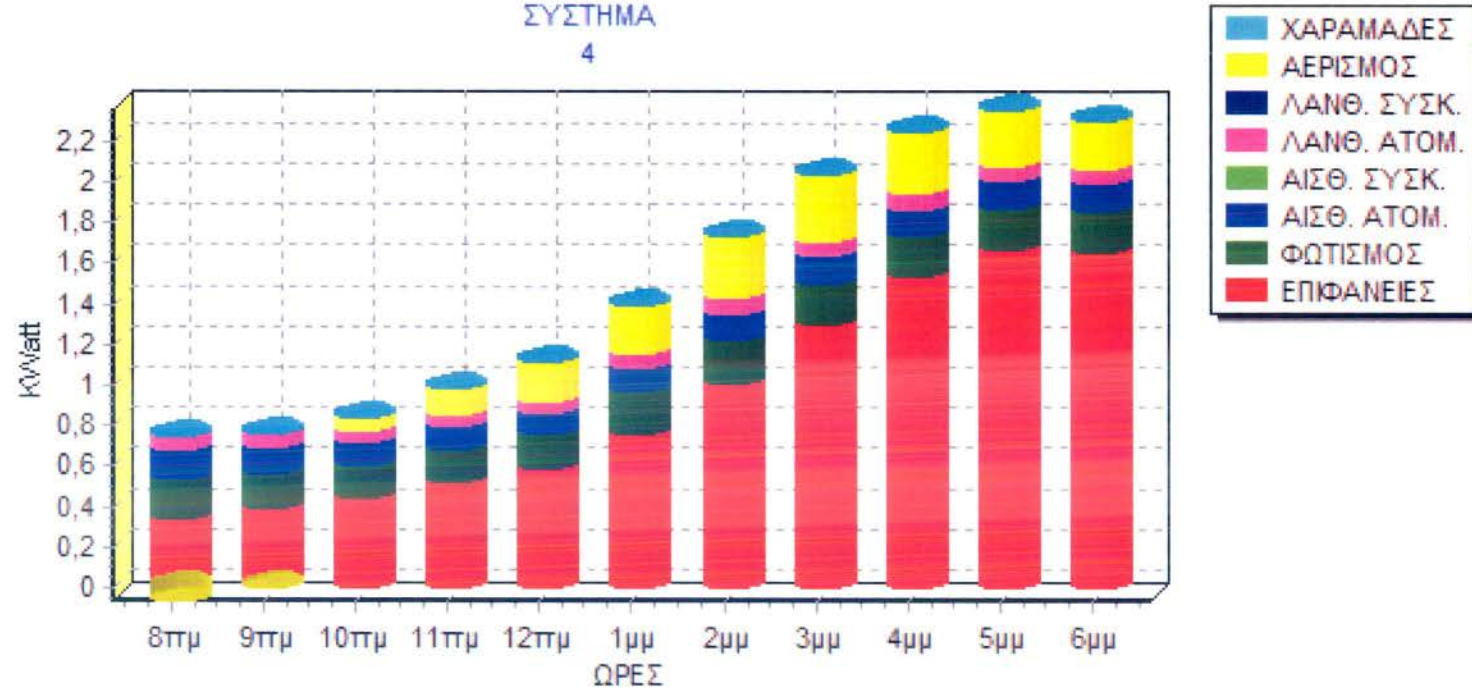
23 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
2



23 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
3



23 ΙΟΥΛ.
ΣΥΣΤΗΜΑ
4



8

Σχόλια- Συμπεράσματα

Για να είμαστε σε θέση να κρίνουμε και να κατανοήσουμε πλήρως τις δύο εταιρείες, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τη γέννησή τους και την εξέλιξη τους σύμφωνα με την εξέλιξη των απαιτήσεων στο θέμα του κλιματισμού, στα νέα δεδομένα και απαιτήσεις, στην ενημέρωσή τους ως προς τα νέα υλικά και προδιαγραφές.

Ο άνθρωπος που ίδρυσε την Carrier, ο Willis Carrier, είναι ένας άνθρωπος που σε ηλικία 25 ετών, το 1902 δούλεψε για την εταιρεία Buffalo με σκοπό την επίλυση του προβλήματος της υγρασίας για λογαριασμό ενός τυπογραφείου. Ανακάλυψε την μέθοδο της αφύγρανσης και συνέχισε την πορεία του για αρκετά χρόνια στην ίδια εταιρεία. Το 1906 κατάφερε και έφτιαξε το Ψυχομετρικό διάγραμμα, ένα πολύ σημαντικό βήμα για την πορεία του κλιματισμού και του εξαερισμού. Το 1911 εξέδωσε το “Rational Psychometric Formable”, που το αποκαλούσαν “Το Magna Centra της ψυχομετρίας” και παρουσιάστηκε κατά την ετήσια συνεδρίαση της ASME.

Στις 26 Ιουνίου του 1915 ίδρυσε την Carrier Engineering Corporation. Τον Οκτώβρη του 1925 ίδρυσε Πανεπιστήμιο με 6 καθηγητές, 20 φοιτητές και τον ίδιο στη θέση του προέδρου. Το 1927 ήταν πρόεδρος της ASRE.

Το 1931 διετέλεσε πρόεδρος στην ASHVE. Ήταν εκείνος που ήθελε την συγχώνευση της ASHRE με την ASHAE.

Σκοπός της ASHVE εκτός από τις δημοσιεύσεις της εταιρείας ήταν να παρέχει στους μηχανικούς, στους αρχιτέκτονες και στους εργολάβους ένα χρήσιμο και αξιόπιστο βιβλίο αναφοράς δεδομένων που αφορούν την τέχνη της θέρμανσης και του εξαερισμού. Ένα ευρύ φάσμα δεδομένων παρουσιάζεται με σκοπό να παρουσιάζεται το υλικό με ένα πρακτικό και χρήσιμο τρόπο. Εξέδωσε το 1961 την συνδυασμένη έκδοση της ASHAE και της ASRE, το “ Fundamentals και Εξοπλισμός” , με ξεχωριστά συστήματα για τον όγκο του εξοπλισμού.

Με τον ίδιο τρόπο συνεχίζει την πορεία του στο ερευνητικό κομμάτι έχοντας μέχρι σήμερα ένα μεγάλο αριθμό συγγραμμάτων στη συλλογή της.

Παρακάτω θα αναλύσουμε τις δύο αυτές μεθοδολογίες για να εντοπίσουμε που εμφανίζονται οι διαφορές τους και για πιο λόγο εμφανίζουν διαφορετικά ψυκτικά

φορτία. Δεδομένου ότι και οι δύο εταιρείες εμφανίζουν τα ίδια φορτία ατόμων, φωτισμού και αερισμού, και με δεδομένο ότι οι πίνακες της Carrier στηρίζονται στα πειράματα και στους πίνακες της ASHRAE, δεν θα τα αναλύσουμε περαιτέρω.

Παρ' όλη τη «συγγένεια» των δύο εταιρειών, και βασικά τη σχέση του Willis Carrier με την ASHRAE η μεθοδολογία παρουσιάζει διαφορές που φαίνονται και στα αποτελέσματα των ψυκτικών φορτίων (Ψ.Φ.).

Βάση των αποτελεσμάτων αυτών λοιπόν, κατά την Carrier το κτίριο έχει συνολικό ψυκτικό φορτίο 91kW έναντι 86 kW της ASHRAE. Την 23 Ιουλίου, έχει μέγιστο στα 11 kW για τρεις ώρες, ενώ η ASHRAE έχει 11kW για 2 ώρες.

Για τα τέσσερα συστήματα, στα τρία από αυτά έχει μεγαλύτερες ανάγκες. Στο σύστημα 1, υπολογίζει μέγιστο ψυκτικό φορτίο 6 kW, το οποίο διατηρεί για τρεις συνεχόμενες ώρες, ενώ η ASHRAE έχει μέγιστο 5 kW. Στο σύστημα τρία έχει μέγιστο στα 2 kW για ώρες ενώ η ASHRAE έχει μέγιστο 1 kW. Στο σύστημα 4 υπολογίζει μέγιστο ψυκτικό φορτίο στα 3 kW το οποίο διατηρεί για τέσσερις ώρες, ενώ η ASHRAE 2kW. Για να κάλυψη η Carrier τις ανάγκες κλιματισμού, χρειαζόμαστε στα τρία από τα τέσσερα συστήματα μεγαλύτερη μονάδα κλιματισμού.

Ανάλυση μεθόδων

Ανοίγματα.

Τα ψυκτικά φορτία μέσω ανοιγμάτων και μέσω ακτινοβολίας είναι ένα σημαντικό κομμάτι, καθώς είναι η πηγή των μεγαλύτερων ψυκτικών φορτίων στο χώρο.

Για τον υπολογισμό του Ψ.Φ μέσω ακτινοβολίας η Carrier υπολογίζει το Θ.Κ , το συντελεστή σκίασης και το συντελεστή αποθήκευσης στο βασικό της τύπο για κανονικές ως προς την Carrier συνθήκες.

Για την επιλογή του θερμικού κέρδους δίνεται πίνακας ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, την ώρα, τον προσανατολισμό για μια ημέρα κάθε μήνα. Χρησιμοποιείται συντελεστής διόρθωσης για την θερμοκρασία, το σημείο δρόσου, και την ομίχλη. Επίσης η Carrier χρησιμοποιεί συντελεστή διόρθωσης και για το

υψόμετρο. Οι τιμές του πίνακα αφορούν άνοιγμα με ξύλινο πλαίσιο και για επιφάνεια 85% του τζαμιού. Για μεταλλικά πλαίσια αφορά στο 100% της συνολικής επιφάνειας. Σε διαφορετική περίπτωση χρησιμοποιείται ο διορθωτικός συντελεστής.

Για την επιλογή του συντελεστή αποθήκευσης δίνει την επιλογή τριών καταστάσεων ως προς τις ώρες λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού και δύο καταστάσεις ως προς τη σκίαση, μια υπό σκίαση και μια χωρίς σκίαση. Οι ώρες λειτουργίας είναι 24, 16 και 12 ώρες. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε 5 πίνακες όπου και στους πέντε, ο συντελεστής επιλέγεται βάση την ώρα, τον προσανατολισμό και τον βάρος της κατασκευής για Βόρειο ή το Νότιο ημισφαίριο.

Για το συντελεστή σκίασης δίνεται ένας πίνακας, επιλέγοντας τον ανάλογα με τον τύπο τζαμιού και το είδος της σκίασης. Στους πίνακες αυτού λαμβάνεται υπ' όψιν το χρώμα του σκίαστρου, το υλικό, το πάχος και η γωνία ηλιακού υψομέτρου (40°) και πίνακας για διόρθωση με ηλιακό υψόμετρο διαφορετικό των 40° . Για εσωτερική σκίαση δίνεται ξεχωριστός τύπος υπολογίζοντας όλα τα χαρακτηριστικά ενός ανοίγματος · ανακλαστικότητα, απορροφητικότητα, διαπερατότητα.

Λαμβάνει υπ' όψιν της τη συσσώρευση θερμότητας στα δομικά υλικά, δίνοντας και σχετικά διαγράμματα της συμπεριφοράς του κτιρίου και του τρόπου αποθήκευσης θερμότητας σε σχέση και με το βάρος του και με τις ώρες λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού. Λαμβάνει υπ' όψιν της και την επίπλωση του χώρου δίνοντας σχετικό συντελεστή.

Για όλους αυτούς του πίνακες η Carrier χρησιμοποιεί τιμή εξωτερικού φιλμ $2,8 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}$ ($15,89 \text{ w/m}^2\text{C}$), και εσωτερικό φιλμ $1,8 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}$ ($10 \text{ w/m}^2\text{C}$), και ταχύτητα αέρα 5 mph (8 Km/h). Η θερμότητα λόγω ακτινοβολίας στο εξωτερικό της γήινης ατμόσφαιρας κατά την Carrier είναι $445 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2$ ($1.403,96 \text{ w/m}^2$) στις 21 Δεκεμβρίου, όταν ο ήλιος βρίσκεται στο πλησιέστερο σημείο με την γη και περίπου $415 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2$ ($1.309,3 \text{ 96 w/m}^2$) στις 21 Ιουνίου όταν ο ήλιος βρίσκεται στο πιο μακρινό σημείο από τη γη.

Για τον υπολογισμό του Ψ.Φ ανοιγμάτων μέσω αγωγιμότητας, υπολογίζει το ΔT , και το U. Όμως δεν δίνει πίνακες με σχετικές τιμές του U.

Για τα γυάλινα μπλοκ χρησιμοποιεί πίνακα της ASRAE.

Για τον υπολογισμό του Ψ.Φ η ASHRAE υπολογίζει το θερμικό κέρδος, το συντελεστή σκίασης και το συντελεστή αποθήκευσης στον βασικό της τύπο.

Για την επιλογή του θερμικού κέρδους δίνεται πίνακας ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, την ώρα, τον προσανατολισμό για την 21 κάθε μήνα. Οι τιμές του θερμικού κέρδους είναι υπολογισμένες για ανακλαστικότητα εδάφους $p_g=2$, τιμή εξωτερικού φιλμ $22 \text{ w/m}^2\text{C}$, και εσωτερικό φιλμ $8,3 \text{ w/m}^2\text{C}$, και ταχύτητα αέρα 12 Km/h . Δεν φαίνεται πουθενά να χρησιμοποιεί συντελεστή διόρθωσης για το υψόμετρο, το σημείο δρόσου ή την ομίχλη.

Για την επιλογή του συντελεστή αποθήκευσης δίνονται δύο πίνακες, ένας με εσωτερική σκίαση και ένας χωρίς. Και στους δύο πίνακες ο συντελεστής επιλέγεται βάση την ώρα και τον προσανατολισμό. Το βάρος της κατασκευής υπολογίζεται μόνο στον πίνακα χωρίς εσωτερική σκίαση.

Ο συντελεστής σκίασης αναφέρεται σε εσωτερική σκίαση και δίνει 4 πίνακες ανάλογα με το είδος του σκίαστρου, το πάχος και το είδος του ανοίγματος. Για την εξωτερική σκίαση μελετάει μόνο την περίπτωση προεξοχών, χωρίς να δίνει πίνακα και να μελετά το υλικό του σκίαστρου. Λαμβάνει υπ' όψιν της την επίπλωση δίνοντας σχετικό συντελεστή.

Η θερμότητα λόγω ακτινοβολίας στο εξωτερικό της γήινης ατμόσφαιρας κατά την ASHRAE έχει την μέγιστη τιμή στις 3 Ιανουαρίου 1.398 w/m^2 , και τη χαμηλότερη στις 6 Ιουνίου 1.310 w/m^2 .

Για τον υπολογισμό του Ψ.Φ μέσω αγωγιμότητας υπολογίζει τον συντελεστή U και τη θερμοκρασιακή διαφορά CLTD.

Η τιμή CLTD επιλέγεται από ένα πίνακα ανάλογα με την ώρα.

Επίσης δίνεται και τύπος διόρθωσης της τιμής CLTD για διαφορετικό πλάτος, εσωτερική θερμοκρασία και εξωτερική μέση ημερήσια θερμοκρασία.

Λαμβάνει υπ' όψιν της την αποθήκευση της θερμότητας στα δομικά υλικά, και την επίπλωση του χώρου, δίνοντας σχετικό συντελεστή.

Τοίχοι- Οροφές

Για τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου μέσω τοίχων και οροφών η Carrier υπολογίζει το U και την ισοδύναμη διαφορά ΔT_e . Για τον υπολογισμό του ΔT_e λαμβάνει υπ' όψιν της τον προσανατολισμό, το μήνα, το γεωγραφικό πλάτος τον χρόνο, το βάρος της κατασκευής, την ημερήσια μεταβολή της θερμοκρασίας και την διαφορά θερμοκρασίας του περιβάλλοντος με την θερμοκρασία του χώρου. Η Carrier

δίνει ένα πίνακα για την επιλογή του ΔT_e για τοίχους και ένα για οροφές. Επίσης παρέχεται πίνακας για διόρθωση του ΔT_e , για διαφορετική ημερήσια μεταβολή και ΔT . Για διαφορετικό πλάτος, επιλέγονται από πίνακα οι θερμοκρασίες, βάση τη γεωγραφική θέση του κτιρίου, και διορθώνω τις θερμοκρασίες από τον πίνακα.

Το U επιλέγεται από πίνακα. Αν δεν είναι δυνατός ο υπολογισμός του U , επιλέγεται η αντίσταση R , και μέσω της αντίστασης υπολογίζεται ο CLTD.

Η περίπτωση ψευδοροφής δίνεται στην επιλογή του U .

Για τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου η ASHRAE υπολογίζει το U και το συντελεστή CLTD.

Το CLTD επιλέγεται βάση τον προσανατολισμό, το μήνα, το γεωγραφικό πλάτος, το βάρος της κατασκευής και το U . Για την οροφή υπάρχει και η επιλογή με ή χωρίς ψευδοροφή. Σε ξεχωριστό πίνακα περιγράφεται η οροφή ή ο τοίχος, η αντίστοιχη μάζα και η αντίσταση R για 13 διαφορετικές περιπτώσεις οροφών και 7 περιπτώσεων τοίχων. Υπολογίζει το χρώμα του τοίχου-οροφής δίνοντας συντελεστή χρώματος. Για διαφορετική θερμοκρασία, γεωγραφικό πλάτος, χρώμα επιφάνειας, εσωτερική θερμοκρασία και μέση ημερήσια εξωτερική από αυτές με τις οποίες έχουν υπολογιστεί οι τιμές CLTD του πίνακα, δίνεται διορθωτικός τύπος. Επίσης ο τύπος έχει συντελεστή ροής αέρος δια ή μέσω της οροφής.

Συμπεράσματα

Και οι δύο εταιρείες λαμβάνουν υπ' όψιν τους τη συσσώρευση του θερμικού κέρδους στα δομικά υλικά, και κατά τη μεταφορά μέσω ακτινοβολίας και κατά τη μεταφορά μέσω συναγωγής αλλά σε διαφορετικό βαθμό όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα. Ο συντελεστής μεταβίβασης U και η αντίσταση R είναι εκείνες οι τιμές που καθορίζουν το χρόνο μεταφοράς της θερμότητας και τη μετατροπή του $\Theta.K$ σε $\Psi.F.$. Στο κεφάλαιο αυτό, η Carrier δίνει διαγράμματα με την αντίδραση των δομικών υλικών στη θερμότητα που δέχεται σε σχέση με το χρόνο και μάλιστα δίνει τη συμπεριφορά για ελαφριά, για μέση και για βαριά κατασκευή

Σε Νότια δομικά υλικά η Carrier ξεκινάει με πολύ μικρό ψυκτικό φορτίο. Παρουσιάζει μέγιστο στις τέσσερις(ή στις πέντε για πιο βαριά κατασκευή) . Αντίθετα η ASHRAE ξεκινάει με τις πρώτες ώρες να έχουν μεγαλύτερο φορτίο από ότι έχει στις 10πμ και μετά το φορτίο να είναι πιο ομαλά αυξανόμενο. Παρουσιάζει μέγιστο στις

έξι. Η ASHRAE έχει μεγαλύτερα φορτία μέχρι τις 12μμ. Από τις 12μμ και μετά η Carrier παρουσιάζει αύξηση, περνώντας τα φορτία της ASHRAE (για βαριά κατασκευή), και το μέγιστό της να προηγείται κατά 2 της ASHRAE.

Στο δυτικό προσανατολισμό, ο ήλιος «βλέπει» τον τοίχο μετά τις 12μμ. Βλέπουμε το φορτίο να είναι σταθερό από τις 8πμ μέχρι τις 12μμ και στις δύο εταιρείες, και από εκεί και μετά παρουσιάζουν αύξηση. Μέγιστο παρουσιάζουν και οι δύο στην τελευταία ώρα. Σε αυτό τον προσανατολισμό η ASHRAE δίνει μεγαλύτερα φορτία.

Οι επιφάνειες T13 και T11 όπου έχουν βάρος 300kg/m^2 , έχουν μηδενικό φορτίο κατά την Carrier από τις 8πμ το πρωί μέχρι και τις 10πμ. Αυτό γίνεται διότι ο συντελεστής ΔΤε είναι μηδενικός αυτές τις ώρες γι αυτό το βάρος επιφάνειας. Συνολικά, μέχρις τις 12 το μεσημέρι, η Carrier έχει μικρότερα φορτία. Μετά τις δώδεκα παρουσιάζει απότομη αύξηση, με τα φορτία της να είναι μεγαλύτερα από αυτά της ASHRAE. Και οι δύο εταιρείες έχουν μέγιστο την τελευταία ώρα.

Στο Βόρειο προσανατολισμό η Carrier έχει σταθερό φορτίο μέχρι τις 12μμ, και παρουσιάζει αύξηση μέχρι το απόγευμα και μέγιστο φορτίο στις 5 και στις 6 μμ. Η ASHRAE ξεκινάει με πολύ μεγαλύτερα φορτία, τα οποία διατηρεί σταθερά μέχρι και τις τρεις και αυξάνει ελαφρά, δίνοντας μέγιστο στις 6, και κατά μία ώρα αργότερα από την Carrier.

Στην Ανατολή περιμένουμε μεγαλύτερα ψυκτικά φορτία τις απογευματινές ώρες. Η ASHRAE ξεκινάει με μεγαλύτερο φορτίο από την Carrier στις 8πμ, κάτι το οποίο δεν διατηρεί, με την δεύτερη να δίνει μεγαλύτερο την επόμενη μία ώρα μετά. Η Carrier παρουσιάζει μέγιστο στις 12μμ ενώ η ASHRAE τις τελευταίες ώρες.

Σε όλους τους προσανατολισμούς πλην του Ανατολικού, η ASHRAE έχει την πρώτη ώρα μεγαλύτερο ψυκτικό φορτίο από ότι τη δεύτερη ώρα. Αυτό δείχνει τη συσσώρευση ψυκτικού φορτίου, και την αποθήκευση της θερμότητας στα δομικά υλικά στη διάρκεια της νύχτας. Αντίθετα, και παρ' όλο που η Carrier δίνει διαγράμματα με τα παραμένοντα ψυκτικά φορτία, στους πίνακες των αποτελεσμάτων δεν βλέπουμε αποθήκευση. Αν ανατρέξουμε όμως στους πίνακες του ΔΤε, θα δούμε ότι η Carrier υπολογίζει τη λειτουργία από τις 6 πμ και όχι από τις 8 πμ. όπου πράγματι ο

συντελεστής ΔT_e είναι μεγαλύτερος τις πρώτες ώρες. Γι αυτό το λόγο δεν εμφανίζεται στα αποτελέσματά μας.

Στα ανοίγματα τα ψυκτικά φορτία είναι πολύ μεγαλύτερα από αυτά των αδιαφανών επιφανειών.

Στον Νότιο προσανατολισμό, η Carrier δίνει από την αρχή κατά πολύ μεγαλύτερα φορτία (σχεδόν διπλάσια) από την ASHRAE και παρουσιάζει μέγιστο ακριβώς στις 13:00μμ. Κατά την ASHRAE τα ψυκτικά φορτία αυξάνονται μέχρι να παρουσιάσει το μέγιστο στις 14 μμ, μια ώρα αργότερα από την Carrier. Τα ψυκτικά φορτία που δίνει η Carrier για άνοιγμα $3,2 \text{ m}^2$ είναι $1,170 \text{ KW}$ περισσότερα από αυτά της ASHRAE.

Στο Δυτικό προσανατολισμό, η Carrier έχει μικρότερα ψυκτικά φορτία τις πέντε πρώτες ώρες, δηλ από τις 8πμ μέχρι τις 13μμ. Από τις 13μμ μέχρι τις 14μμ δηλ μέσα σε μια ώρα παρουσιάζει απότομη αύξηση (έχει διπλασιάσει το φορτίο της) και μέγιστο παρουσιάζει στις 4μμ, μία ώρα πιο νωρίς από την ASHRAE και με την δεύτερη να έχει πιο ομαλά αυξανόμενα φορτία. Παρ' όλο που για πέντε ώρες η Carrier έχει μικρότερα φορτία, για άνοιγμα $3,2 \text{ m}^2$ δίνει φορτίο $3,5 \text{ KW}$ περισσότερο από την ASHRAE.

Οι βασικοί συντελεστές υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων μέσω ανοιγμάτων, είναι ο συντελεστής αποθήκευσης και το θερμικό κέρδος. Οι δύο εταιρείες έχουν στους πίνακες τους αντίθετες καταστάσεις, Δηλαδή, η Carrier έχει μεγάλους συντελεστές αποθήκευσης ενώ η ASHRAE πολύ μικρούς. Χαρακτηριστικό παράδειγμα, στις 8 πμ για μάζα 143 kg/m^2 , η Carrier έχει συντελεστή αποθήκευσης $0,25$ ενώ η ASHRAE έχει $0,14$ δηλαδή σχεδόν το μισό, και για βάρος κατασκευής 340 kg/m^2 , η Carrier έχει συντελεστή $0,39$ ενώ η ASHRAE $0,14$.

Για τα θερμικά κέρδη, η ASHRAE έχει πολύ μεγαλύτερες τιμές από την Carrier. Παράδειγμα, σε Νότιο προσανατολισμό και στις 8 το πρωί, η ASHRAE δίνει 94 w/m^2 , ενώ η Carrier μόλις 41 w/m^2 , δηλαδή λιγότερο από το μισό.

Οι μεγάλοι συντελεστές αποθήκευσης της Carrier δείχνουν μικρή αντίσταση ροής θερμότητας. Η Carrier υπολογίζει τα στοιχεία της με εξωτερικό φιλμ αέρα $15,89 \text{ w/m}^2\text{C}$ και εσωτερικό $10 \text{ w/m}^2\text{C}$, ενώ η ASHRAE έχει εξωτερικό $22 \text{ w/m}^2\text{C}$ και εσωτερικό φιλμ $8,3 \text{ w/m}^2\text{C}$. Η Carrier με συντελεστή αποθήκευσης μεγάλο, και τις άνω τιμές εσωτερικού και εξωτερικού φιλμ αέρα, «περνάει» τη θερμότητα λίγο πιο δύσκολα από το στρώμα αέρα της επιφάνειας, αλλά πιο εύκολα τη μάζα (συντελεστής αποθήκευσης

μεγάλος- μικρή αντίσταση ροής θερμότητας) και το εσωτερικό φιλμ αέρα. Κατά την ASHRAE η θερμότητα «δυσκολεύεται» λιγότερο να διαπεράσει το εξωτερικό φιλμ, αλλά περνάει πιο δύσκολα τη μάζα (συντελεστής αποθήκευσης μικρός- μεγάλη αντίσταση ροής θερμότητας- αύξηση θερμοκρασία μάζας) και το εσωτερικό φιλμ αέρα.

Με δεδομένο ότι για να μετατραπεί η ακτινοβολία σε Ψ.Φ πρέπει πρώτα να αποθηκευτεί στα δομικά υλικά, πρέπει να δούμε την «καθυστερήση», δηλαδή το χρόνο που χρειάζεται για να γίνει το Θ.Κ Ψ.Φ. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι στα νότια ανοίγματα το μέγιστο θερμικό κέρδος λόγω προσανατολισμού είναι στις 12 το μεσημέρι και πριν και μετά τις 12 είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο (ότι φορτίο έχουμε στις 11πμ έχουμε και στις 13μμ, και ότι φορτίο έχουμε στις 10 έχουμε και στις 14 και ούτω κάθε εξής). Η Carrier παρουσιάζει μέγιστη τιμή στις 12 το μεσημέρι, δηλαδή το μετατρέπει σχεδόν αμέσως σε ψυκτικό φορτίο ενώ βλέπουμε μικρή αποθήκευση φορτίου (τα Ψ.Φ στις απογευματινές ώρες είναι μεγαλύτερα από τις αντίστοιχες πρωινές). Αντίθετα η ASHRAE δίνει μέγιστο δύο ώρες αργότερα και έχουμε αποθήκευση φορτίου με τα απογευματινά φορτία να είναι μεγαλύτερα των πρωινών.

Από την μέχρι τώρα ανάλυση των δύο εταιρειών τα χαρακτηριστικά σημεία που τονίζονται είναι τα εξής:

Η Carrier είναι μία εταιρεία που δεν ξεκίνησε με σκοπό να μελετά συστηματικά και να αποδίδει τις γνώσεις της σε εγχειρίδια, δηλ να είναι οδηγός. Ξεκίνησε ως μικρή ομάδα ανθρώπων που υπηρετούσε τον χώρο, έχει δώσει σημαντικές γνώσεις, και είναι σημαντικό κομμάτι του κλιματισμού, αλλά παραμένει μια εταιρεία που κατασκευάζει συστήματα κλιματισμού

Για την Ashrae δούλευαν πλήθος μηχανικών, ήταν και είναι μια οργανωμένη ομάδα, που ένας από τους στόχους της ήταν να παρέχει χρήσιμα και αξιόπιστα βιβλία αναφοράς-εγχειρίδια. Έχει μαθηματικό υπόβαθρό, το παρουσιάζει, και βλέπουμε την εξέλιξή της να ακολουθεί την εξέλιξη της τεχνολογίας. Έχει στο βιογραφικό της πλήθος συγγραμμάτων, ενημερώνεται και ενημερώνει για κάθε νέα αλλαγή.

9

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 9.1 Θέρμανση Αερισμός και Κλιματισμός, Faye C. Mc Quiston Jerald D Parker
- 9.2 Handbook Of Air Conditioning System Design, Carrier Air Condition Company, Mc Craw Hill book Company
- 9.3 Αρχές Μετάδοσης Θερμότητας, Κωνσταντίνος-Στέφανος Παν. Νίκας, Τόμος 1, έκδοση 1^η, Αθήνα 2010
- 9.4 Κλιματισμός, Μέρος Πρώτο, Κίμωνος Α. Αντωνόπουλου καθηγητού Ε.Μ. Πολυτεχνείου, Αθήνα 2004
- 9.5 Τεχνική Οδηγία Τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας, TOTEE 2425/86, Αθήνα 2005
- 9.6 Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, TOTEE 20702-5/2010
- 9.7 Μέθοδοι προσομοίωσης της θερμικής συμπεριφοράς των κτιρίων και εφαρμογές, Διπλωματική εργασία Τσουκαλάς Κωνσταντίνος, Αθήνα 2011
- 9.8 Υπολογισμός Ψυκτικών φορτίων σε κτίρια σύμφωνα με τον κανονισμό της ASHRAE, Αχ. Χριστοφιάς
- 9.9 Βελτιστοποίηση κτιριακού κελύφους μέσω δυναμικής προσομοίωσης με το λογισμικό TAS, διπλωματική εργασία, Ελ. Καμμούνι Νόρα, Αθήνα 2011
- 9.10 <https://www.ashrae.org/>
- 9.11 <http://www.carrier.com/carrier/en/us/about/history/>

Table 8 Wall Construction Group Description

Mass (kg/m ²)	U Value (W/m ² ·°C)	Group No.	Description of Construction	Code Numbers of Elements (see Table 8)
405	2.033	101.6-mm Face Brick + (Brick)		
405	2.033	C	Air Space + 101.6-mm Face Brick	A0, A2, B1, A2, E0
439	2.356	D	101.6-mm Common Brick	A0, A2, C4, E1, E0
439	0.987-1.700	C	25.4-mm Insulation or Air Space + 101.6-mm Common Brick	A0, A2, C4, B1/B2, E1, E0
430	0.630	B	50.8-mm Insulation + 101.6-mm Common Brick	A0, A2, B3, C4, E1, E0
635	1.714	B	203.2-mm Common Brick	A0, A2, C9, E1, E0
635	0.874-1.379	A	Insulation or Air Space + 203.2-mm Common brick	A0, A2, C9, B1/B2, E1, E0
		101.6-mm Face Brick + (H. W. Concrete)		
459	1.987	C	Air Space + 50.8-mm Concrete	A0, A2, B1, C5, E1, E0
474	0.658	B	50.8-mm Insulation + 101.6-mm Concrete	A0, A2, B3, C5, E1, E0
698-928	0.625-0.636	A	Air Space or Insulation + 203.2-mm or more Concrete	A0, A2, B1, C10/11, E1, E0
		101.6-mm Face Brick + (L. W. or H. W. Concrete Block)		
303	1.811	E	101.6-mm Block	A0, A2, C2, E1, E0
303	0.868-1.397	D	Air Space or Insulation + 101.6-mm Block	A0, A2, C2, B1/B2, E1, E0
342	1.555	D	203.2-mm Block	A0, A2, C7, A6, E0
356-434	1.255-1.561	C	Air Space or 25.4-mm Insulation + 152.4-mm or 203.2-mm Block	A0, A2, B1, C7/C8, E1, E0
434	0.545-0.607	B	50.8-mm Insulation + 203.2-mm Block	A0, A2, B3, C7/C8, E1, E0
		101.6-mm Face Brick + (Clay Tile)		
347	2.163	D	101.6-mm Tile	A0, A2, C1, E1, E0
347	1.595	D	Air Space + 101.6-mm Tile	A0, A2, C1, B1, E1, E0
347	0.959	C	Insulation + 101.6-mm Tile	A0, A2, C1, B2, E1, E0
469	1.561	C	203.2-mm Tile	A0, A2, C6, E1, E0
469	0.806-1.255	B	Air Space or 25.4-mm Insulation + 203.2-mm Tile	A0, A2, C6, B1/B2, E1, E0
474	0.551	A	50.8-mm Insulation + 203.2-mm Tile	A0, A2, B3, C6, E1, E0
		H. W. Concrete Wall + (Finish)		
308	3.321	E	101.6-mm Concrete	A0, A1, C5, E1, E0
308	0.675-1.136	D	101.6-mm Concrete + 25.4-mm or 50.8-mm Insulation	A0, A1, C5, B2/B3, E1, E0
308	0.675	C	50.8-mm Insulation + 101.6-mm Concrete	A0, A1, B6, C5, E1, E0
532	2.782	C	203.2-mm Concrete	A0, A1, C10, E1, E0
537	0.653-1.061	B	203.2-mm Concrete + 25.4-mm or 50.8-mm Insulation	A0, A1, C10, B5/B6, E1, E0
537	0.653	A	50.8-mm Insulation + 203.2-mm Concrete	A0, A1, B3, C10, E1, E0
762	2.390	B	304.8-mm Concrete	A0, A1, C11, E1, E0
762	0.642	A	304.8-mm Concrete + Insulation	A0, C11, B6, A6, E0
		L. W. and H. W. Concrete Block + (Finish)		
142	0.914-1.493	F	101.6-mm Block + Air Space/Insulation	A0, A1, C2, B1/B2, E1, E0
142-181	0.596-0.647	E	50.8-mm Insulation + 101.6-mm Block	A0, A1, B3, C2/C3, E1, E0
229-249	1.669-2.282	E	203.2-mm Block	A0, A1, C7/C8, E1, E0
200-278	0.846-0.982	D	203.2-mm Block + Air Space/Insulation	A0, A1, C7/C8, B1/B2, E1, E0
		Clay Tile + (Finish)		
190	2.379	F	101.6-mm Tile	A0, A1, C1, E1, E0
190	1.720	F	101.6-mm Tile + Air Space	A0, A1, C1, B1, E1, E0
190	0.993	E	101.6-mm Tile + 25.4-mm Insulation	A0, A1, C1, B2, E1, E0
195	0.625	D	50.8-mm Insulation + 101.6-mm Tile	A0, A1, B3, C1, E1, E0
308	1.681	D	203.2-mm Tile	A0, A1, C6, B1/B2, E1, E0
308	0.857-1.312	C	203.2-mm Tile + Air Space/25.4-mm Insulation	A0, A1, C6, B1/B2, E1, E0
308	0.562	B	50.8-mm Insulation + 203.2-mm Tile	A0, A1, B3, C6, E1, E0
		Metal Curtain Wall		
24-29	0.516-1.306	G	With/without air space + 25.4-mm/50.8-mm 76.2-mm Insulation	A0, A3, B5/B6/B12, A3, E0
		Frame Wall		
78	0.459-1.010	G	25.4-mm or 76.2-mm Insulation	A0, A1, B1, B2/B3/B4, E0

13
15
17

Table 8 Thermal Properties and Code Numbers of Layers Used in Calculation of Coefficients for Roof and Wall

Thickness and Thermal Properties ^a					R	mass	Description	C No
L	K	D	SH	R				
				0.059			Outside surface resistance	
25.4	0.692	1858	0.233	0.036	47.2	25.4-mm Stucco (asbestos cement or wood siding plaster, etc)		
101.6	1.298	2082	0.256	0.078	211.4	101.6-mm facebrick (dense concrete)		
1.5	44.99	7689	0.116	0.00003	11.7	Steel siding (aluminum or other lightweight cladding)		
				0.059		Outside surface resistance	0.333	
12.7	1.143	881	0.465			12.7-mm slag, membrane		
9.5	0.190	1121	0.465			9.5-mm felt		
12.7	0.415	1249	0.302	0.031	15.9	Finish		
101.6	1.332	2002	0.256	0.076	203.1	101.6-mm facebrick		
				0.160		Air Space Resistance		
25.4	0.043	32	0.233	0.585	0.8	25.4-mm insulation		
50.8	0.043	32	0.233	1.176	1.6	50.8-mm insulation		
76.2	0.043	32	0.233	1.766	2.4	76.2-mm insulation		
25.4	0.043	91	0.233	0.586	2.3	25.4-mm insulation		
50.8	0.043	91	0.233	1.176	4.6	50.8-mm insulation		
25.4	0.116	592	0.699	0.209	15.0	25.4-mm wood		
62.4	0.116	592	0.699	0.418	37.6	62.4-mm wood		
101.6	0.116	592	0.699	0.627	60.0	101.6-mm wood		
50.8	0.116	592	0.699	0.421	30.2	50.8-mm wood		
76.2	0.116	592	0.699	0.631	45.2	76.2-mm wood		
76.2	0.043	91	0.233	1.761	6.9	76.2-mm insulation		
101.6	0.043	91	0.233	2.346	9.3	101.6-mm insulation		
127.0	0.043	91	0.233	2.934	11.6	127.0-mm insulation		
152.4	0.043	91	0.233	3.522	13.9	152.4-mm insulation		
101.6	0.571	1121	0.233	0.178	113.7	101.6-mm clay tile		
101.6	0.381	608	0.233	0.266	62.0	101.6-mm l.w. concrete block		
101.6	0.813	977	0.233	0.125	99.1	101.6-mm l.w. concrete block		
101.6	0.727	1922	0.233	0.139	195.3	101.6-mm common brick		
101.6	1.730	2242	0.233	0.059	227.5	101.6-mm l.w. concrete		
203.2	0.571	1121	0.233	0.356	227.9	203.2-mm clay tile		
203.2	0.571	608	0.233	0.356	124.0	203.2-mm l.w. concrete block		
203.2	0.381	977	0.233	0.195	198.7	203.2-mm l.w. concrete block		
203.2	0.727	1922	0.233	0.280	390.6	203.2-mm common brick		
203.2	1.730	2242	0.233	0.117	455.9	203.2-mm l.w. concrete		
304.8	1.730	2242	0.233	0.176	683.5	304.8-mm l.w. concrete		
50.8	1.730	2242	0.233	0.029	114.2	50.8-mm l.w. concrete		
152.4	1.730	2242	0.233	0.088	341.7	152.4-mm l.w. concrete		
101.6	0.173	640	0.233	0.586	64.9	101.6-mm l.w. concrete		
152.4	0.173	640	0.233	0.088	97.6	152.4-mm l.w. concrete		
203.2	0.173	640	0.233	1.174	130.3	203.2-mm l.w. concrete		
203.2	0.138	288	0.233	1.584	58.6	203.2-mm l.w. concrete block (filled insulation)		
203.2	0.388	849	0.233	0.348	172.8	203.2-mm l.w. concrete block (filled insulation)		
304.8	0.138	304	0.233	2.376	92.8	304.8-mm l.w. concrete block (filled insulation)		
304.8	0.675	897	0.233	0.456	273.4	304.8-mm l.w. concrete block (filled insulation)		
				0.121		Inside surface resistance		
19.0	0.727	1601	0.233	0.026	30.5	19.0-mm plaster; 19.0-mm gypsum or other similar finishing layer		
12.7	1.436	881	0.465	0.009	11.2	12.7-mm slag or stone		
9.5	0.190	1121	0.465	0.050	10.7	9.5-mm felt & membrane		
				0.176		Closing air space		
15.9	0.061	480	0.233	0.313	9.2	Acoustic tile		

^aUnits: L = mm; K = W/m°C; D = kg/m³; SH = kJ/kg°C; R = m²°C/W; NT = kg/m²

Table 9 CLTD Correction For Latitude and Month Applied to Walls and Roofs, North Latitude

Lat.	Month	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HOR
0	Dec	-1.6	-2.7	-2.7	-2.7	-1.1	0.0	1.6	3.1	5.0	-0.5
	Jan/Nov	-1.6	-2.7	-2.2	-2.2	-0.5	0.0	1.1	2.2	3.8	-0.5
	Feb/Oct	-1.6	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	-0.5	0.0	-0.5	3.8	-0.0
	Mar/Sept	-1.6	0.0	0.5	-0.5	-0.5	-1.6	-1.6	-2.7	-4.4	0.0
	Apr/Aug	2.7	2.2	1.6	0.0	-1.1	-2.7	-3.1	-4.4	-4.4	-1.1
	May/Jul	5.1	3.8	2.7	0.0	-1.6	-3.1	-4.4	-5.0	-4.4	-2.2
	Jun	6.6	5.0	2.7	0.0	-1.6	-3.1	-5.0	-5.5	-4.4	-2.7
8	Dec	-2.2	-3.3	-3.3	-3.3	-1.6	0.0	2.2	4.4	6.6	-2.7
	Jan/Nov	-1.6	-2.7	-3.3	-2.7	-1.1	0.0	1.6	3.1	5.5	-2.2
	Feb/Oct	-1.6	-2.2	-1.6	-1.6	-0.5	-0.5	0.5	1.1	3.1	-0.5
	Mar/Sept	-1.6	-1.1	-0.5	-0.5	-0.5	-1.1	-1.1	-1.6	-2.2	0.0
	Apr/Aug	1.1	1.1	1.1	0.0	-0.5	-2.2	-2.7	-3.1	-3.8	-0.5
	May/Jul	3.8	2.7	2.2	0.0	-1.1	-2.7	-3.8	-5.0	-5.8	-1.1
	Jun	5.0	3.3	2.2	0.0	-1.1	-3.3	-4.4	-5.0	-5.8	-1.1
16	Dec	-2.2	-3.3	-4.4	-4.4	-2.2	-0.5	2.2	4.4	7.2	-5.0
	Jan/Nov	-2.2	-3.3	-3.8	-3.8	-2.2	-0.5	2.2	4.4	6.6	-3.8
	Feb/Oct	-1.6	-2.7	-2.7	-2.2	-1.1	0.0	1.1	2.7	3.8	-2.2
	Mar/Sept	-1.6	-1.6	-1.1	-1.1	-0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	-0.5
	Apr/Aug	-0.5	0.0	-0.5	-0.5	-0.5	-1.6	-1.6	-2.2	-3.3	0.0
	May/Jul	2.2	1.6	1.6	0.0	-0.5	-2.2	-2.7	-3.8	-5.0	0.0
	Jun	3.3	2.2	2.2	0.5	-0.5	-2.2	-3.3	-4.4	-5.8	0.0
24	Dec	-2.7	-3.8	-5.0	-5.5	-3.8	-1.6	3.8	5.0	7.2	-7.2
	Jan/Nov	-2.2	-3.3	-4.4	-5.0	-3.3	-1.6	3.8	5.0	7.2	-6.1
	Feb/Oct	-2.2	-2.7	-3.3	-3.3	-1.6	-0.5	3.8	5.0	5.5	-3.8
	Mar/Sept	-1.6	-2.2	-1.6	-1.6	-0.5	-0.5	1.1	2.2	3.1	-1.6
	Apr/Aug	-1.1	-0.5	0.0	-0.5	-0.5	-1.1	-0.5	-1.1	-1.6	0.0
	May/Jul	0.5	1.1	1.1	0.0	0.0	-1.6	-2.2	-3.3	-4.4	0.5
	Jun	1.6	1.6	1.6	0.5	0.0	-1.6	-2.2	-3.3	-4.4	0.5
32	Dec	-2.7	-3.8	-5.5	-6.1	-4.4	-2.7	4.4	5.0	6.6	-9.4
	Jan/Nov	-2.7	-3.8	-5.0	-6.1	-4.4	-2.2	4.4	5.0	6.6	-8.3
	Feb/Oct	-2.2	-3.3	-3.8	-4.4	-3.3	-1.1	3.8	4.4	6.1	-5.5
	Mar/Sept	-1.6	-2.2	-2.2	-2.2	-1.1	-0.5	2.7	3.1	3.8	-2.7
	Apr/Aug	-1.1	-1.1	-0.5	-1.1	0.0	-0.5	0.0	0.5	0.5	-0.5
	May/Jul	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	-0.5	-0.5	-1.6	-2.2	0.5
	Jun	0.5	1.1	1.1	0.5	0.0	-1.1	-1.1	-2.2	-2.2	1.1
40	Dec	-3.3	-4.4	-5.5	-7.2	-5.5	-3.8	5.0	5.8	5.5	-11.6
	Jan/Nov	-2.7	-3.3	-5.5	-6.6	-5.0	-3.3	5.5	4.4	6.1	-10.5
	Feb/Oct	-2.7	-3.3	-4.4	-5.0	-3.3	-1.6	4.4	4.4	6.6	-7.7
	Mar/Sept	-2.2	-2.7	-2.7	-3.3	-1.6	-0.5	3.8	3.8	5.5	-4.4
	Apr/Aug	-1.1	-1.6	-1.1	-1.1	0.0	0.0	1.1	1.6	2.2	1.6
	May/Jul	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
	Jun	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.5	-0.5	1.1
48	Dec	-3.3	-4.4	-6.1	-7.7	-7.2	-5.5	6.6	6.6	5.5	-13.8
	Jan/Nov	-2.7	-4.4	-6.1	-7.2	-6.1	-4.4	6.6	5.5	4.4	-13.8
	Feb/Oct	-2.7	-3.8	-5.5	-6.1	-4.4	-3.3	5.5	4.4	6.1	-10.0
	Mar/Sept	-2.2	-3.3	-3.3	-3.3	-3.3	-1.6	4.4	4.4	6.1	-6.1
	Apr/Aug	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6	-0.5	0.0	2.2	2.2	3.1	-2.7
	May/Jul	0.0	-0.5	-0.5	0.0	0.0	0.0	1.1	1.6	2.2	0.0
	Jun	0.5	0.5	1.1	0.5	0.0	0.0	1.1	1.1	1.6	1.1
56	Dec	-3.8	-5.0	-6.6	-8.8	-8.8	-7.2	7.2	7.2	6.6	-15.5
	Jan/Nov	-3.3	-4.4	-6.1	-8.3	-7.7	-6.6	8.3	7.2	6.1	-15.0
	Feb/Oct	-3.3	-4.4	-5.5	-6.6	-5.5	-4.4	6.6	5.5	5.0	-12.2
	Mar/Sept	-2.7	-3.3	-3.8	-4.4	-3.3	-2.2	5.5	4.4	5.8	-8.3
	Apr/Aug	-1.6	-2.2	-2.2	-2.2	-0.5	0.0	3.3	3.8	5.0	-4.4
	May/Jul	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	3.3	3.8	-1.1
	Jun	1.1	0.5	1.1	0.5	1.6	1.6	2.2	2.7	3.1	0.5
64	Dec	-3.8	-5.0	-6.6	-9.4	-9.4	-8.8	8.8	8.8	7.7	-16.6
	Jan/Nov	-3.3	-5.0	-6.6	-8.8	-8.8	-8.3	8.8	7.7	6.6	-16.1
	Feb/Oct	-3.3	-4.4	-6.1	-8.3	-7.7	-6.6	8.3	7.2	6.1	-14.4
	Mar/Sept	-2.7	-3.8	-4.4	-5.5	-4.4	-3.3	6.6	5.5	6.1	-11.1
	Apr/Aug	-1.6	-2.2	-2.2	-2.2	-0.5	0.0	5.0	6.1	6.1	-6.1
	May/Jul	0.5	0.0	0.5	0.0	1.6	2.2	3.3	4.4	5.5	-1.6
	Jun	1.1	1.1	1.1	1.1	2.2	2.2	3.3	3.8	5.0	0.0

- (1) The correction is applied directly to the CLTD for a wall or roof as given in Table 9.
- (2) The CLTD correction given in this table is not applicable to Table 6 Cooling Load Temperature Differences for Conduction through Glass.
- (3) For South latitudes, replace Jan. through Dec. by Jul. through Jan.

Table 10 Cooling Load Temperature Differences for Conduction through Glass

Solar Time	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	1:00	1:30	2:00	2:30
------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	------	------	------

Table 11 Maximum Solar Heat Gain Factor, W/m^2 for Sunlit Glass, North Latitudes

8 Deg											10 Deg										
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	WW	WSW	SW	SSW	SW	SSW	S	
Jan	182	107	278	558	728	802	741	274	372	138											
Feb	138	125	436	643	753	778	663	447	211	967											
Mar	120	214	526	704	764	708	536	274	120	476											
Apr	224	423	809	107	897	811	572	120	117	896											
May	237	517	860	668	654	686	552	157	157	836											
June	407	546	820	688	607	643	208	157	157	805											
July	541	517	814	672	617	470	241	120	20	820											
Aug	237	423	790	641	659	511	335	122	20	871											
Sept	121	265	514	672	728	872	714	167	126	874											
Oct	113	128	467	628	742	751	637	426	208	843											
Nov	110	110	274	512	726	789	726	165	169	974											
Dec	107	107	224	517	713	794	717	618	435	896											

4 Deg											14 Deg										
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	WW	WSW	SW	SSW	SW	SSW	S	
Jan	94	94	249	418	522	597	514	369	445	810											
Feb	110	110	318	522	566	712	618	460	376	100											
Mar	120	213	514	697	744	714	519	303	56	895											
Apr	224	423	796	974	704	706	596	166	100	807											
May	265	517	851	671	650	708	581	207	100	855											
June	541	517	814	617	618	464	310	207	100	830											
July	303	468	622	518	631	692	588	227	100	842											
Aug	180	191	581	613	672	751	719	337	100	830											
Sept	123	221	492	618	728	881	736	395	100	874											
Oct	114	114	376	609	718	754	613	465	271	928											
Nov	107	107	248	510	713	782	712	199	439	896											
Dec	104	104	191	497	697	789	714	557	571	874											

8 Deg											16 Deg										
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	WW	WSW	SW	SSW	SW	SSW	S	
Jan	101	101	224	374	507	589	564	340	417	858											
Feb	107	107	300	509	574	612	667	472	347	928											
Mar	117	211	492	678	780	726	597	347	174	867											
Apr	180	360	746	907	710	618	427	187	123	872											
May	237	483	820	666	629	627	506	217	120	874											
June	284	489	633	607	581	447	279	122	21	849											
July	243	472	615	578	544	313	274	123	22	858											
Aug	148	359	517	671	643	581	404	197	29	896											
Sept	120	208	470	647	756	869	713	336	100	911											
Oct	110	110	317	546	719	754	646	305	141	906											
Nov	104	104	224	504	694	771	713	437	471	874											
Dec	99	99	174	470	679	776	719	519	470	874											

8 Deg											18 Deg										
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	WW	WSW	SW	SSW	SW	SSW	S	
Jan	96	96	191	349	483	574	599	368	447	874											
Feb	107	107	274	483	544	612	712	517	347	907											
Mar	117	211	492	678	780	726	597	347	174	867											
Apr	180	360	746	907	710	618	427	187	123	872											
May	237	483	820	666	629	627	506	217	120	874											
June	284	489	633	607	581	447	279	122	21	849											
July	243	472	615	578	544	313	274	123	22	858											
Aug	148	359	517	671	643	581	404	197	29	896											
Sept	120	208	470	647	756	869	713	336	100	911											
Oct	110	110	317	546	719	754	646	305	141	906											
Nov	104	104	224	504	694	771	713	437	471	874											
Dec	99	99	174	470	679	776	719	519	470	874											

8 Deg											20 Deg										
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	WW	WSW	SW	SSW	SW	SSW	S	
Jan	96	96	191	349	483	574	599	368	447	874											
Feb	107	107	274	483	544	612	712	517	347	907											
Mar	117	211	492	678	780	726	597	347	174	867											
Apr	180	360	746	907	710	618	427	187	123	872											
May	237	483	820	666	629	627	506	217	120	874											
June	284	489	633	607	581	447	279	122	21	849											
July	243	472	615	578	544	313	274	123	22	858											
Aug	148	359	517	671	643	581	404	197	29	896											
Sept	120	208	470	647	756	869	713	336	100	911											
Oct	110	110	317	546	719	754	646	305	141	906											
Nov	104	104	224	504	694	771	713	437	471	874											
Dec	99	99	174	470	679	776	719	519	470	874											

8 Deg											22 Deg										
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	WW	WSW	SW	SSW	SW	SSW	S	
Jan	96	96	191	349	483	574	599	368	447	874											
Feb	107	107	274	483	544	612	712	517	347	907											
Mar	117	211	492	678	780	726	597	347	174	867											
Apr	180	360	746	907	710	618	427	187	123	872											
May	237	483	820	666	629	627	506	217	120	874											
June	284	489	633	607	581	447	279	122	21	849											
July	243	472	615	578	544	313	274	123	22	858											
Aug	148	359	517	671	643	581	404	197	29	896											
Sept	120	208	470	647	756	869	713	336	100	911											
Oct	110	110	317	546	719	754	646	305	141	906											
Nov	104	104	224	504	694	771	713	437	471	874											
Dec	99	99	174	470	679	776	719	519	470	874											

8 Deg											24 Deg										
N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	WW	WSW	SW	SSW	SW	SSW	S	
Jan	96	96	191	349	483	574	599	368	447	874											
Feb	107	107	274	483	544	612	712	517	347	907											
Mar	117	211	492	678	780	726	597	347	174	867											
Apr	180	360	746	907	710	618	427	187	123	872											
May	237	483	820	666	629	627	506	217	120	874											
June	284	489	633	607	581	447	279	122	21	849											
July	243	472	615	578	544	313	274	123	22	858											
Aug	148	359	517	671	643	581	404	197	29	896											
Sept	120	208	470</																		

Table 11 Maximum Solar Heat Gain Factor, W/m^2 for Sunlit Glass, North Latitudes (concluded)

40 Deg										
N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR	
Jan.	61	63	67	73	88	147	76	75	81	40
Feb.	76	76	78	87	107	178	77	79	76	58
Mar.	91	81	79	107	168	271	74	67	67	74
Apr.	107	124	141	199	301	466	73	66	66	87
May	117	132	141	217	384	616	72	65	65	97
June	131	157	183	267	481	828	70	64	64	107
July	129	132	124	227	361	641	70	64	64	107
Aug.	119	124	128	184	261	471	71	65	65	97
Sept.	91	91	91	107	168	271	71	65	65	87
Oct.	76	76	78	107	168	271	71	65	65	78
Nov.	61	63	67	73	88	147	76	75	81	61
Dec.	37	37	37	47	67	117	72	76	76	37

44 Deg										
N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR	
Jan.	54	57	54	67	84	136	72	72	79	54
Feb.	69	69	73	87	107	178	72	72	79	67
Mar.	83	83	74	111	168	271	71	71	68	83
Apr.	104	108	129	171	267	416	70	70	67	97
May	114	121	131	174	267	416	71	67	67	107
June	148	141	131	167	217	340	70	67	67	117
July	117	107	107	124	168	271	70	67	67	107
Aug.	107	108	118	148	217	340	71	67	67	97
Sept.	88	88	107	168	271	416	71	67	67	88
Oct.	73	73	111	168	271	416	71	67	67	73
Nov.	57	57	57	67	87	136	71	71	78	57
Dec.	47	47	47	57	77	117	67	71	71	47

48 Deg										
N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR	
Jan.	47	47	47	57	77	117	67	71	71	47
Feb.	63	63	114	121	130	168	70	70	79	63
Mar.	82	82	122	148	168	271	71	71	71	82
Apr.	98	102	116	168	271	416	71	71	71	98
May	110	106	108	131	168	271	71	71	71	110
June	145	147	121	168	271	416	71	71	71	145
July	117	107	107	124	168	271	71	71	71	117
Aug.	104	107	104	124	168	271	71	71	71	104
Sept.	83	83	127	148	168	271	71	71	71	83
Oct.	66	66	110	131	168	271	71	71	71	66
Nov.	47	47	492	168	168	271	71	71	71	47
Dec.	41	41	41	41	47	67	67	71	71	41

52 Deg										
N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR	
Jan.	41	41	41	41	47	67	67	71	71	41
Feb.	57	57	66	87	107	168	70	70	79	57
Mar.	76	76	120	148	168	271	71	71	71	76
Apr.	91	91	164	199	271	416	71	71	71	91
May	107	108	186	227	340	516	71	71	71	107
June	142	138	198	267	416	616	71	71	71	142
July	114	108	189	227	340	516	71	71	71	114
Aug.	106	117	191	227	340	516	71	71	71	106
Sept.	79	79	207	271	340	516	71	71	71	79
Oct.	60	60	88	121	168	271	71	71	71	60
Nov.	41	41	41	41	47	67	67	71	71	41
Dec.	32	32	32	32	37	47	47	57	57	32

56 Deg										
N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR	
Jan.	32	32	32	32	37	47	47	57	57	32
Feb.	50	50	66	87	107	168	70	70	79	50
Mar.	69	69	103	131	168	271	71	71	71	69
Apr.	88	88	148	184	271	416	71	71	71	88
May	114	112	179	227	340	516	71	71	71	114
June	147	139	209	267	416	616	71	71	71	147
July	117	109	194	227	340	516	71	71	71	117
Aug.	94	107	171	227	340	516	71	71	71	94
Sept.	71	71	181	198	271	416	71	71	71	71
Oct.	50	50	111	131	168	271	71	71	71	50
Nov.	32	32	32	32	37	47	47	57	57	32
Dec.	22	22	22	22	27	37	37	47	47	22

40 Deg										
N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ENE/ WNW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR	
Jan.	22	22	22	22	27	37	37	47	47	22
Feb.	41	41	41	41	47	57	57	67	67	41
Mar.	63	63	77	97	117	168	70	70	79	63
Apr.	83	83	112	131	168	271	71	71	71	83
May	104	104	141	181	227	340	71	71	71	104
June	133	127	171	211	267	416	71	71	71	133
July	129	126	164	196	228	347	71	71	71	129
Aug.	108	103	148	188	228	347	71	71	71	108
Sept.	86	86	118	143	181	227	71	71	71	86
Oct.	64	64	84	117	150	191	71	71	71	64
Nov.	42	42	42	42	47	57	57	67	67	42
Dec.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

44 Deg										
N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ENE/ WNW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR	
Jan.	9	9	9	9	11	14	14	17	17	9
Feb.	15	15	15	15	19	26	26	34	34	15
Mar.	17	17	17	17	21	28	28	36	36	17
Apr.	26	26	26	26	31	41	41	51	51	26
May	31	31	31	31	38	51	51	64	64	31
June	39	39	39	39	47	64	64	81	81	39
July	33	33	33	33	41	51	51	64	64	33
Aug.	23	23	23	23	29	38	38	48	48	23
Sept.	16	16	16	16	21	28	28	36	36	16
Oct.	11	11	11	11	14	19	19	24	24	11
Nov.	6	6	6	6	8	11	11	14	14	6
Dec.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table 12 Maximum Solar Heat Gain Factor For Externally Shaded Glass, W/m^2 (Based on Ground Reflectance of 0.2)

Use for latitudes 0-24 deg. For latitudes greater than 24, use north extension, Table 11. For horizontal glass in shade, use the tabulated values for all latitudes.

40 Deg										
N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR	
Jan.	88	88	88	88	107	178	71	71	71	88
Feb.	107	107	107	107	136	228	71	71	71	107
Mar.	124	124	124	124	168	271	71	71	71	124
Apr.	136	136	136	136	181	271	71	71	71	136
May	157	157	157	157	211	340	71	71	71	157
June	182	182	182	182	241	416	71	71	71	182
July	162	162	162	162	201	340	71	71	71	162
Aug.	131	131	131	131	168	271	71	71	71	131
Sept.	107	107	107	107	136	228	71	71	71	107
Oct.	87	87	87	87	107	168	71	71	71	87
Nov.	67	67	67	67	87	136	71	71	71	67
Dec.	47	47	47	47	67	107	71	71	71	47

Table 13 Cooling Load Factors for Glass without Interior Shading, North Latitudes

Orientation	Room Construction	Solar Time, h																							
		0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400
N (Shaded)	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.62	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.71	0.64	0.61	0.49	0.38	0.31	0.23	0.20
	M	0.23	0.20	0.18	0.17	0.14	0.34	0.41	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.71	0.70	0.61	0.50	0.42	0.34	0.31	0.27
	H	0.25	0.23	0.21	0.21	0.19	0.38	0.45	0.49	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.72	0.72	0.70	0.70	0.75	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28
NNE	L	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.26	0.43	0.47	0.44	0.41	0.40	0.39	0.39	0.38	0.34	0.33	0.30	0.26	0.20	0.14	0.13	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.24	0.38	0.42	0.39	0.37	0.37	0.36	0.36	0.34	0.34	0.33	0.30	0.27	0.22	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.26	0.39	0.42	0.39	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
NE	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.21	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
ENE	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.21	0.40	0.52	0.57	0.53	0.45	0.39	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.18	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.20	0.33	0.45	0.49	0.47	0.41	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.23	0.20	0.17	0.14	0.13	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.22	0.36	0.46	0.49	0.49	0.38	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
E	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.50	0.42	0.37	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09
	H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.20	0.34	0.45	0.49	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
ESE	L	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.17	0.34	0.49	0.58	0.61	0.57	0.48	0.41	0.36	0.32	0.28	0.24	0.20	0.18	0.13	0.10	0.09	0.07	0.06
	M	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.16	0.31	0.43	0.51	0.54	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.22	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10
	H	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.19	0.32	0.43	0.50	0.52	0.49	0.41	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
SE	L	0.06	0.04	0.04	0.03	0.03	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.49	0.42	0.37	0.33	0.29	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.32	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
	H	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.39	0.49	0.55	0.58	0.53	0.47	0.42	0.38	0.34	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13
SSE	L	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.13	0.29	0.43	0.55	0.63	0.64	0.60	0.52	0.45	0.40	0.37	0.29	0.23	0.18	0.15	0.12	0.10	0.08
	M	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.08	0.16	0.26	0.38	0.48	0.55	0.57	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13
	H	0.13	0.11	0.11	0.10	0.09	0.12	0.19	0.29	0.40	0.49	0.54	0.58	0.51	0.44	0.39	0.35	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
S	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.45	0.41	0.36	0.29	0.23	0.21	0.18	0.16	0.14
	H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.11	0.14	0.17	0.24	0.33	0.42	0.51	0.56	0.55	0.50	0.42	0.37	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
SSW	L	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.09	0.11	0.15	0.19	0.27	0.39	0.52	0.62	0.67	0.65	0.59	0.46	0.36	0.28	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.13	0.17	0.23	0.33	0.46	0.55	0.59	0.59	0.53	0.44	0.35	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21	0.27	0.37	0.46	0.53	0.57	0.55	0.49	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16
SW	L	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.09	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.35	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18	0.16
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
WSW	L	0.12	0.10	0.09	0.07	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.17	0.26	0.40	0.52	0.62	0.66	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.17	0.24	0.35	0.46	0.54	0.58	0.55	0.42	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.19	0.28	0.38	0.46	0.53	0.56	0.51	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
W	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.14	0.20	0.32	0.43	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14	0.10
	M	0.13	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	0.13
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.18	0.23	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16
WNW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.26	0.40	0.51	0.62	0.62	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.24	0.35	0.47	0.55	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.23	0.30	0.40	0.51	0.53	0.39	0.30	0.24	0.20	0.18	0.16
NW	L	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.31	0.47	0.59	0.60	0.42	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.28	0.42	0.51	0.54	0.50	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
	H	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.18	0.18	0.25	0.32	0.35	0.41	0.34	0.29	0.25	0.22	0.19
NNW	L	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.27	0.29	0.30	0.33	0.44	0.57	0.62	0.44	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.13	0.11	0.10	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.18	0.21	0.23	0.26	0.27	0.28	0.31	0.39	0.51	0.56	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.23	0.25	0.28	0.28	0.31	0.38	0.49	0.51	0.38	0.30	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14
HOR	L	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.27	0.34	0.34	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.75	0.65	0.59	0.47	0.37	0.29	0.24	0.19	0.16	0.13
	M	0.34	0.34	0.32	0.31	0.29	0.31	0.34	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.56	0.42	0.36	0.47	0.38	0.32	0.28	0.25	0.22
	H	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.35	0.38	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16

L = Light construction: frame exterior wall, 50 mm concrete floor slab, approximately 144 kg of material/m² of floor area.
M = Medium construction: 100 mm concrete exterior wall, 100 mm concrete floor slab, approximately 34

**Table 14 Cooling Load Factors for Glass with Interior Shading, North Latitudes
(All Room Constructions)**

Orientation	Solar Time, h																							
	0100	0200	0300	0400	0500	0600	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400
NONE	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.73	0.66	0.63	0.73	0.80	0.85	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.78	0.91	0.24	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10
ENE	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.64	0.77	0.62	0.42	0.37	0.37	0.36	0.35	0.32	0.28	0.23	0.17	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04
ESE	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.76	0.74	0.58	0.37	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
E	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.52	0.76	0.80	0.71	0.52	0.31	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.15	0.11	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
ENE	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.47	0.72	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03
ESE	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.41	0.67	0.79	0.80	0.72	0.54	0.34	0.27	0.24	0.21	0.19	0.15	0.12	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03
E	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.30	0.57	0.74	0.81	0.79	0.68	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
ESE	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.12	0.31	0.54	0.72	0.81	0.81	0.71	0.54	0.38	0.32	0.27	0.22	0.16	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04
E	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.09	0.16	0.23	0.38	0.58	0.75	0.83	0.80	0.68	0.50	0.35	0.27	0.19	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
ESE	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.09	0.14	0.18	0.22	0.27	0.43	0.63	0.78	0.84	0.80	0.66	0.46	0.25	0.13	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06
E	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.38	0.59	0.75	0.83	0.81	0.69	0.45	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06
ESE	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.23	0.44	0.64	0.78	0.84	0.78	0.55	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06
ESE	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
ESE	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.32	0.43	0.65	0.80	0.84	0.66	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
ESE	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.82	0.69	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
ESE	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.11	0.17	0.22	0.26	0.30	0.32	0.33	0.34	0.34	0.39	0.61	0.82	0.76	0.17	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
ESE	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.12	0.27	0.44	0.59	0.72	0.81	0.81	0.85	0.81	0.71	0.58	0.42	0.25	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06

**Table 15 Design Values of a Coefficient
Features of Room Furnishings, Light Fixtures,
and Ventilation Arrangements**

a	Furnishings	Air Supply and Return	Type of Light Fixture
0.45	Heavyweight, simple furnishings, no carpet	Low rate; supply and return below ceiling (V&R.3)*	Recessed, not vented
0.55	Ordinary furniture, no carpet	Medium to high ventilation rate; supply and return below ceiling or through ceiling grill and space (V&R.3)*	Recessed, not vented
0.65	Ordinary furniture, with or without carpet	Medium to high ventilation rate or fan coil or induction type air conditioning terminal unit; supply through ceiling or wall diffuser, return around light fixtures and through ceiling space (V&R.3)*	Vented
0.75 or greater	Any type of furniture	Ducted returns through light fixtures	Vented or free-ranging in air stream with ducted returns

*V&R.3 is supply return 1.5 m² of floor area.

**Table 16 The "b" Classification Values Calculated
for Different Envelope Constructions
and Room Air Circulation Rates**

Room Envelope Construction* (mass of floor area, kg/m ²)	Room Air Circulation and Type of Supply and Return*			
	Low	Medium	High	Very High
50-mm Wood Floor (50)	B	A	A	A
76-mm Concrete Floor (193.3)	B	B	B	A
152-mm Concrete Floor (366.2)	C	C	C	B
228.2-mm Concrete Floor (585.8)	D	D	C	C
304.8-mm Concrete Floor (781.1)	D	D	D	D

Table 17A Cooling Load Factors When Lights Are on for 8 Hours

°F Cool. Range	°F Class. Interval	Number of hours after lights are turned on																								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
0.45	A	0.02	0.46	0.17	0.67	0.72	0.71	0.82	0.87	0.88	0.44	0.37	0.30	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
	B	0.07	0.51	0.56	0.61	0.61	0.68	0.71	0.74	0.77	0.34	0.31	0.28	0.22	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08
	C	0.11	0.55	0.58	0.60	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.28	0.26	0.22	0.21	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	D	0.14	0.58	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.27	0.25	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09
0.55	A	0.01	0.36	0.45	0.72	0.77	0.82	0.83	0.88	0.90	0.57	0.50	0.34	0.29	0.16	0.15	0.10	0.08	0.07	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	B	0.06	0.60	0.64	0.69	0.71	0.74	0.76	0.79	0.81	0.28	0.22	0.23	0.20	0.18	0.14	0.13	0.11	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
	C	0.09	0.63	0.66	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.25	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07
	D	0.11	0.66	0.67	0.68	0.69	0.70	0.71	0.72	0.72	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11	0.10
0.65	A	0.01	0.66	0.73	0.78	0.82	0.86	0.88	0.91	0.93	0.29	0.23	0.19	0.13	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
	B	0.06	0.69	0.72	0.75	0.77	0.80	0.82	0.84	0.85	0.22	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04
	C	0.07	0.72	0.73	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.82	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.05
	D	0.09	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07
0.75	A	0.01	0.76	0.80	0.84	0.87	0.90	0.92	0.93	0.95	0.21	0.17	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
	B	0.07	0.79	0.80	0.82	0.84	0.85	0.86	0.89	0.91	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
	C	0.07	0.80	0.81	0.82	0.84	0.84	0.85	0.86	0.87	0.12	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04
	D	0.09	0.81	0.82	0.83	0.83	0.83	0.84	0.84	0.84	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05

Table 17B Cooling Load Factors When Lights Are on for 10 Hours

°F Cool. Range	°F Class. Interval	Number of hours after lights are turned on																								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
0.45	A	0.02	0.47	0.28	0.66	0.71	0.78	0.82	0.88	0.88	0.91	0.93	0.49	0.39	0.32	0.26	0.23	0.21	0.13	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05
	B	0.07	0.54	0.59	0.63	0.66	0.70	0.73	0.76	0.78	0.80	0.82	0.30	0.25	0.22	0.20	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.12	0.14	0.12	0.11	0.10
	C	0.11	0.59	0.61	0.64	0.66	0.69	0.70	0.72	0.73	0.75	0.76	0.23	0.21	0.20	0.20	0.26	0.24	0.23	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15
	D	0.14	0.62	0.63	0.64	0.66	0.67	0.68	0.69	0.69	0.70	0.71	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17
0.55	A	0.02	0.37	0.45	0.72	0.78	0.82	0.85	0.88	0.91	0.52	0.44	0.40	0.32	0.28	0.21	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04
	B	0.08	0.62	0.66	0.71	0.73	0.75	0.78	0.80	0.82	0.28	0.24	0.21	0.22	0.20	0.18	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08
	C	0.12	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.75	0.77	0.78	0.19	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10
	D	0.15	0.69	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.75	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09
0.65	A	0.02	0.66	0.73	0.79	0.82	0.86	0.88	0.91	0.93	0.34	0.28	0.21	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
	B	0.08	0.71	0.74	0.76	0.78	0.81	0.83	0.84	0.86	0.27	0.22	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
	C	0.09	0.74	0.75	0.77	0.78	0.80	0.81	0.82	0.83	0.24	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09
	D	0.11	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	0.82	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10
0.75	A	0.01	0.78	0.81	0.84	0.88	0.90	0.92	0.93	0.95	0.19	0.16	0.12	0.10	0.09	0.08	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
	B	0.04	0.79	0.81	0.83	0.84	0.85	0.86	0.88	0.89	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03
	C	0.05	0.81	0.82	0.83	0.84	0.84	0.85	0.85	0.86	0.13	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05
	D	0.06	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.85	0.85	0.85	0.12	0.12	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06

Table 17C Cooling Load Factors When Lights Are on for 12 Hours

°F Cool. Range	°F Class. Interval	Number of hours after lights are turned on																								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
0.45	A	0.02	0.49	0.29	0.67	0.73	0.79	0.82	0.84	0.89	0.91	0.73	0.94	0.91	0.51	0.41	0.33	0.27	0.22	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.06
	B	0.07	0.57	0.61	0.67	0.69	0.72	0.75	0.77	0.79	0.82	0.82	0.83	0.87	0.43	0.39	0.31	0.31	0.26	0.23	0.21	0.18	0.15	0.14	0.12	0.11
	C	0.10	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.73	0.74	0.76	0.77	0.75	0.80	0.81	0.37	0.31	0.33	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17
	D	0.12	0.66	0.67	0.68	0.70	0.70	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23
0.55	A	0.04	0.58	0.60	0.73	0.78	0.82	0.86	0.89	0.91	0.93	0.84	0.97	0.96	0.42	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05
	B	0.11	0.65	0.68	0.72	0.74	0.77	0.79	0.81	0.83	0.85	0.82	0.86	0.78	0.69	0.55	0.42	0.38	0.36	0.33	0.31	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13
	C	0.15	0.68	0.71	0.73	0.75	0.76	0.78	0.79	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81	0.74	0.63	0.50	0.47	0.45	0.42	0.34	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28
	D	0.18	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.76	0.77	0.78	0.77	0.78	0.77	0.78	0.80	0.80	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.75	0.75	0.74	0.73	0.72
0.65	A	0.03	0.67	0.74	0.79	0.82	0.86	0.89	0.91	0.93	0.91	0.93	0.94	0.97	0.58	0.54	0.42	0.31	0.21	0.17	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05
	B	0.09	0.73	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.85	0.87	0.87	0.87	0.89	0.90	0.56	0.47	0.35	0.25	0.20	0.16	0.14	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05
	C	0.12	0.76	0.78	0.79	0.80	0.81	0.83	0.84	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.83	0.83	0.82	0.81	0.80
	D	0.14	0.79	0.79	0.80	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.80	0.79	0.78
0.75	A	0.02	0.77	0.81	0.85	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.23	0.19	0.13	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03
	B	0.06	0.81	0.82	0.84	0.85	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88	0.87
	C	0.09	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.88	0.89	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.89	0.89	0.88	0.87	0.86
	D	0.10																								

Table 17E Cooling Load Factors When Lights Are on for 16 Hours

"X" Cool- Factor	"Y" Class- ification	Number of hours after lights are turned on																							
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0.45	A	0.12	0.54	0.43	0.70	0.76	0.81	0.85	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
	B	0.23	0.66	0.49	0.72	0.75	0.78	0.80	0.82	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
	C	0.29	0.72	0.74	0.75	0.77	0.78	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.89	0.89	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
	D	0.31	0.73	0.74	0.77	0.77	0.78	0.79	0.79	0.80	0.81	0.81	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84	0.84	0.84	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
0.55	A	0.10	0.63	0.70	0.76	0.81	0.84	0.87	0.90	0.92	0.93	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
	B	0.19	0.72	0.75	0.77	0.80	0.82	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
	C	0.26	0.77	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.89	0.90	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	D	0.28	0.80	0.80	0.81	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84	0.84	0.85	0.85	0.86	0.86	0.86	0.87	0.87	0.87	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88
0.65	A	0.07	0.71	0.71	0.81	0.85	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
	B	0.15	0.79	0.81	0.82	0.84	0.86	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
	C	0.18	0.82	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.89	0.90	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	D	0.20	0.84	0.85	0.85	0.86	0.86	0.87	0.87	0.88	0.88	0.89	0.89	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
0.75	A	0.05	0.79	0.83	0.87	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
	B	0.11	0.81	0.86	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.93	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
	C	0.12	0.87	0.88	0.89	0.89	0.90	0.91	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
	D	0.14	0.89	0.89	0.89	0.90	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94

Table 18 Rates of Heat Gain from Occupants of Conditioned Spaces*

Degree of Activity	Typical Application	Total Heat Adults, Male		Total Heat Adjusted ^b		Sensible Heat		Latent Heat	
		Watts		Watts		Watts		Watts	
Seated at rest	Theater, movie	115		100		60		40	
Seated, very light work writing	Offices, hotels, apts	140		120		85		55	
Seated, eating	Restaurant ^c	150		170 ^d		75		95	
Seated, light work, typing	Offices, hotels, apts	185		150		75		75	
Standing, light work or walking slowly	Retail Store, bank	235		185		90		95	
Light bench work	Factory	255		230		100		130	
Walking, 1.3 m/s, light machine work	Factory	305		305		100		205	
Bowling ^e	Bowling alley	350		280		100		180	
Moderate dancing	Dance hall	400		375		120		255	
Heavy work, heavy machine work, lifting	Factory	470		470		165		300	
Heavy work, athletics	Gymnasium	585		525		185		340	

*Based on 75-watt incandescent lamps per 100 sq ft (9.3 m²) of floor area. For 20-25°C (68-77°F) room air temperature. For 25-27°C (77-81°F) room air temperature, the total heat remains the same, but the sensible heat value should be decreased by 20% to 30% and the latent heat value increased accordingly.
^bAdjusted total heat gain is based on normal percentage of men, women, and children for the application listed, with the provision that the gain from an adult female is 87% of that for an adult male, and that the gain from a child is 75% of that for an adult male.
^cAdjusted total heat gain for eating in a restaurant includes 17.6 W for food per individual (8.8 W sensible and 8.8 W latent).
^dFor bowling figure use person per alley available bowling, and all others as sitting (17.6 W in standing and walking state) (21.7 W).
^eAlso refer to Table 4 and 7, Chapter 4.
 All values rounded to nearest 5 watts.

Table 19 Sensible Heat Cooling Load Factors for People

Total Hours in Space	Hours after each person enters space																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0.49	0.58	0.67	0.72	0.78	0.85	0.91	0.96	0.99	1.04	1.06	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
4	0.49	0.49	0.66	0.71	0.77	0.81	0.86	0.91	0.95	1.00	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
8	0.36	0.46	0.67	0.72	0.76	0.79	0.84	0.88	0.93	0.98	1.01	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
8	0.31	0.41	0.67	0.72	0.76	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
16	0.33	0.42	0.69	0.74	0.77	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.92	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
12	0.33	0.44	0.71	0.75	0.79	0.81	0.84	0.86	0.88	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
14	0.34	0.44	0.72	0.75	0.80	0.83	0.85	0.87	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
18	0.42	0.50	0.76	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
18	0.46	0.54	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95

Table 20 Recommended Rate of Heat Gain from Commercial Cooking Appliances Located in the Air-Conditioned Area^a

Appliances in Rating	Probable Max. Hourly Load W	Recommended Rate of Heat Gain, watts			w/o Boil. All Sensible	Appliance	Capacity	Overall Dim., mm Width × Depth × Height	Miscellaneous Data (Dimensions in mm)
		Without Boil.	Lowest	Total					
Gas-Burning Cooker Type									
15 150	1275	3430	1840	5275	1035	Broiler-griddle Coffee brewer		800 × 500 × 450	
1610	725	510	225	715	145	per burner			With wave position
2225	1465	1130	335	1465	325	Water heater burner			With storage tank
2830	1465	1025	440	1465	295	Coffee urn	12 L	300 mm dia.	
4365	2200	1340	660	2200	440		20 L	150-mm dia.	
5960	2930	2050	880	2930	585		30-L, max	150-mm wide	
8790	4395	2300	2195	4395	880	Deep fat fryer	7 kg fat	200 × 100 × 400	
4415	2210	1765	445	2210	440	Dry food warmer per m ² of top ^d			
47 310	22 655	15 455	8200	23 655	4730	Griddle, frying per m ² of top ^d			
2930	1465	940	525	1465	225	Steam order warmer per burner			Cover glass
7685	3945	2365	1580	3945	790	Steam table per m ² of top ^d			
8115	1760	1085	705	1760	350	Toaster, continuous	160 slices/h	300 × 400 × 750	2 slices wide
15660	2930	1700	1170	2930	585		720 slices/h	400 × 400 × 750	4 slices wide
Gas-Burning, Floor Mounted Type									
20 180	10 255				2050	Boiler, unit		800 × 650 grid	Same burner heat output
19 945	9125				1900	Deep fat fryer	13 kg fat		330-mm kettle
29 300	14 630				2930		25 kg fat		400-mm kettle
12 815	6310				1260	Oven, deck, per m ² of heating area ^b			Same for T and 12 high decks
13 440	11 720	Exhaust hood required	Exhaust hood required	Exhaust hood required	2345	Oven, roasting		800 × 900 × 150	T=6 decks— 400 × 700 × 400
18 150	9375				1875	Range, heavy duty Top section		800 × 1000 × 150	800 wide × 1000 deep 400 × 700 × 400
11 720	3840			Oven	1170				
13 185	6590				1320	Range, jr., heavy duty Top section		800 × 900 × 150	800 wide × 800 deep 400 × 700 × 400
10 255	5130				1025	Oven			
7030	2515				700	Range, restaurant type Per 2 burner unit			300 wide × 700 deep
8790	4395				880	Per oven			400 × 550 × 150
10 255	5130				1025	Per broiler-griddle			400 wide × 650 deep
Electric Cooker Type									
625	290	225	65	290	100	Coffee brewer per burner			
160	90	67	23	90	25	per warmer			
3000	2490	1905	585	2490	500	automatic	240 cups per h	800 × 150 × 300	4 burner + water hot.
2200	1860	700	220	1860	280	Calitex urn	12 L		
3000	1800	1130	370	1800	470		18 L		
4000	3000	1525	475	3000	615		30-L, max		
5000	2790	620	1930	2790	860	Deep fat fryer	5 kg fat	300 × 550 × 250	
8000	4740	1200	2640	4000	1260		10 kg fat	400 × 550 × 250	
2985	1240	1010	230	1240	410	Dry food warmer, per m ² of top ^d			
1100	555	335	220	555	175	Egg boiler	3 eggs	200 × 150 × 450	
28 535	14 530	9460	14 530	10100	4730	Griddle, frying per m ² of top ^d			
6000	3000	1915	1085	3000	640	Griddle, Grill		450 × 500 × 250	Grid, 0.125 in ²
5200	2610	1250	1060	2610	820	Hatchets		450 × 500 × 250	2 heating unit
1650	820	600	320	820	265	Roaster		450 × 500 × 250	
1650	820	760	60	820	265	Rail warmer		450 × 500 × 250	
2200	1085	275	1060	1085	330	Toaster, continuous	260 slices/h	400 × 400 × 300	2 slices wide
3000	1500	790	710	1500	470		720 slices/h	300 × 400 × 300	4 slices wide
2540	1250	650	580	1250	380	Toaster, pop-up	4 slices	300 × 500 × 250	
1620	820	490	330	820	265	Waffle iron		450 × 500 × 150	2 grids
Steam Heated									
1910	960	640	320	960	190	Calitex urn			
2810	1465	965	500	1465	170				
3870	1935	1275	660	1935	415	Steam table per m ² of top			With apron
5230	2600	1590	1020	2600	820				
10 410	2020	2600	2600	1265	1040	Boiler, major per m ² of top			Open Tank
4825	2420	1465	915	2420	760	Oven, warmer			Jacketed type
355	80	48	32	80	26	Steam order warmer per burner & capacity			
11 720	3840	2515	2345	3840	1875	Compartments warmer per compartment		600 × 650 × 300 compartments	Floor mounted
4835	2420	1465	915	2420	760	Compartments warmer	7 pans		Single counter unit
17 815	8540	5700	2890	8540	2490	Flour warmer per m ²	300 × 500 × 60		

Table 20 Recommended Rate of Heat Gain from Commercial Cooking Appliances Located in the Air-Conditioned Area* (Concluded)

Manufacturer's Rated Rating Watts	Probable Max. Hourly Input W	Recommended Rate of Heat Gain, watts			with hood, all Sensible	Appliance	Capacity	Overall Dim., mm Width x Depth x Height	Miscellaneous Data (Dimensions in mm)
		Without Hood							
		Sensible	Latent	Total					
Electric, Floor Mounted Type									
16,800				800	Griddle ^f		900 x 600 x 950	900 x 650 cooking surface	
12,000	4000			1900	Broiler, <i>open</i>			600 wide x 450 deep grid	
18,000	8995			2870	with oven			600 x 700 x 300 oven	
16,000				1163	Broiler, single deck ^g		900 x 900 x 130		
12,000	4000			1900	Deep fat fryer	12 kg fat	500 x 1000 x 900	150 wide x 400 deep bottle	
18,300	8995			2870		28 kg fat	600 x 900 x 900	300 wide x 500 deep bottle	
22,000				205	Fryer ^h		400 x 600 x 900	300 x 600 cooking surface	
5300	2680	Exhaust hood required	Exhaust hood required	Exhaust hood ⁱ of hoods	830	Oven, baking, per		Comparison, 200-mm high	
9680	4750			1345	Oven, roasting, per in ² or hour ^k			Comparison, 300-mm high	
15,000				1660	Top section		800 x 900 x 950	Range, heavy duty ^l 900 x 600 cooking surface	
6700				300	Oven				
8000	3985			1260	Range, medium duty		750 x 900 x 900		
5600	1820			555	Top section				
8600	2780			1025	Range, light duty		750 x 710 x 900		
5000	1495			470	Top section				
11,000				490	Convection Oven ^l		1000 x 900 x 120		
10,500				1245	Charbroiler ^l		900 x 600 x 850	750 x 450 cooking surface	
24,000				850	Steam cooker, two sections ^l		900 x 710 x 175		

*The data in this table (except as noted in *l* below) were determined by assuming the hourly heat input was 8.30 times the manufacturer's energy input rating. This is felt to be conservative as the average heat input would result in heat gains somewhat higher or lower than actual heat gains depending on the appliance. Consult the user for additional discussion.

^gFor ducts designed or warranted exhaust systems the heating gains in this column should be divided and half of the increase assumed as latent heat.

^hBased on measured heat gain at typical life conditions. For open hood capacities multiply values by 1.32. For additional information, see Ref. 29.

Table 21 Rate of Heat Gain from Miscellaneous Appliances

Miscellaneous Data	Manufacturer's Rating		Recommended Rate of Heat Gain, Watts			Appliance
	Watts	Sensible	Latent	Total		
Electrical Appliances						
Blower type	1580	675	120	785	Hair dryer	
Helmet type	700	550	100	650	Hair dryer	
60 heaters @ 25 w					Permanent	
9/4 mm normal use	1500	250	50	300	wave machine	
17 mm diameter		28		28	Neon sign, per	
10 mm diameter		56		56	linear metre of tube ^d	
	1100	190	330	540	Sterilizer, instrument	
Running	1760	1760	0	1760	Magnetic Cord Typewriter	
Standby	880	880	0	880	Small Copier	
Running	3515	3515	0	3515	Large Copier	
Standby	1760	1760	0	1760		
Gas-Burning Appliances						
17 mm barrel	880	495	125	620	Lab burners	
28 mm wide	1465	820	205	1025	Bunsen	
22 mm diameter	1760	985	245	1230	Fishtail	
4-manic type	585	530	60	590	Meeker	
Continuous flame	730	265	30	295	Gas light, per burner	
					Cigar Lighter	

Table 22 Sensible Heat Cooling Load Factors for Appliances—Hooded

Total Operative Hours	Hours after appliances are on																							
	N																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0.27	0.40	0.57	0.78	0.94	0.91	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52
4	0.34	0.41	0.51	0.75	0.94	0.90	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57
8	0.37	0.44	0.54	0.81	0.94	0.91	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61
10	0.38	0.46	0.57	0.84	0.94	0.91	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63
12	0.39	0.48	0.59	0.88	0.94	0.91	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64
14	0.40	0.50	0.61	0.91	0.94	0.91	0.82	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65
16	0.41	0.51	0.63	0.93	0.94	0.91	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67
8	0.32	0.43	0.55	0.77	0.79	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.00

Table 23 Sensible Heat Cooling Load Factors for Appliances—Unhooded

Total Operative Hours	Hours after appliances are on																							
	N																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0.26	0.38	0.55	0.76	0.91	0.88	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52	0.51	0.50	0.49
4	0.33	0.40	0.50	0.74	0.91	0.87	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54
8	0.36	0.43	0.53	0.79	0.91	0.88	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60	0.59
10	0.37	0.45	0.56	0.82	0.91	0.88	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61
12	0.38	0.46	0.57	0.85	0.91	0.88	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63
14	0.39	0.48	0.59	0.89	0.91	0.88	0.82	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65
16	0.40	0.50	0.61	0.92	0.91	0.88	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67
8	0.32	0.43	0.55	0.77	0.79	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.00

Table 24 Heat Gain From Typical Electric Motors

Location of Motor and Drive Equipment with Respect to Conditioned Space or Airstream				Motor Nameplate or Rated Horsepower	Motor Type	Nominal Load	Efficiency in Percent
A	B	C	D				
Motor Driven Equipment in walls	Motor Driven Equipment in walls	Motor Driven Equipment out walls	Motor Nameplate or Rated Horsepower				
	125	38	70	0.05	Shaded Pole	500	75
	170	59	110	0.08	Shaded Pole	750	75
	254	94	173	0.125	Shaded Pole	1000	75
	340	117	223	0.18	Shaded Pole	1500	74
	346	108	176	0.25	Split Phase	1500	74
	419	148	234	0.35	Split Phase	1500	74
	620	172	249	0.50	Split Phase	1500	74
	776	217	277	0.75	1-Phase	1500	71
	993	247	249	1	1-Phase	1500	71
	1413	319	314	1.5	1-Phase	1500	71
	1847	491	296	2	1-Phase	1500	70
	2763	2236	223	3	1-Phase	1500	67
	4741	3721	377	5	1-Phase	1500	62
	6637	5596	566	7.5	1-Phase	1500	54
	8760	7778	777	10	1-Phase	1500	47
	11939	11192	1123	15	1-Phase	1500	36
	17140	14512	2233	25	1-Phase	1500	27
	23184	18435	2543	35	1-Phase	1500	21
	32110	22376	2453	50	1-Phase	1500	16
	43407	29385	3690	75	1-Phase	1500	12
	58900	37100	4900	100	1-Phase	1500	10
	80795	44829	5513	150	1-Phase	1500	8
	110115	53962	6210	225	1-Phase	1500	6
	148118	74104	8296	300	1-Phase	1500	5
	200432	93172	10342	450	1-Phase	1500	4
	271642	119323	13774	750	1-Phase	1500	3
	364785	149132	18138	1200	1-Phase	1500	3
	500800	186246	24332	2000	1-Phase	1500	3

Table 25 Typical Overload Limits with Standard Motors*

Horsepower	0.05-0.25	0.26-0.50	0.51-0.75	1 and up
AC open	1.4	1.25	1.25	1.15
AC TEFC† and DC	—	1.0	1.0	1.0

* Motor starting time, capacitor start, and special purpose motors have a service factor equal to 1.14 to 1.1.

† 15% overload allowed (maximum) motors can be purchased with a service factor above 1.0.

Table 32 Multiplying Factor for Glass Other than Annealed

Type of Glass	Multiplying Factor ^a
Tempered	4.0
Heat Strengthened	2.0
Double-Glazed	1.5
Rough Plate	1.0
Laminated	0.6
Wired	0.3

^aSandblasting will significantly weaken glass, and can reduce its strength by 80% or more. Sandblasted glass should not be used for exterior glazing.

Table 33 Overall Coefficient of Heat Transmission (U-Factor, W/m²·°C) for Transparent Acrylic and Polycarbonate Sheeting of Vertical Windows

Thickness ^a	U-Factor for Winter Heat Loss ^b				
	3 mm	5 mm	6 mm	10 mm	12 mm
Single-Glazed ^c	6.1	5.1	5.4	5.0	4.8
Reflective ^d	—	—	3.0	—	—
Double-Glazed ^e	—	—	—	—	—
8 mm air space	2.1	2.9	2.4	—	—
Double-Glazed ^f	—	—	—	—	—
12 mm air space	2.7	2.8	2.4	—	—
	U-Factor for Summer Heat Gain ^g				
Single-Glazed ^c	2.4	3.2	3.0	4.7	4.3
Reflective ^d	—	—	4.7	—	—
Double-Glazed ^e	—	—	—	—	—
8 mm air space	3.2	3.8	3.9	—	—
Double-Glazed ^f	—	—	—	—	—
12 mm air space	2.8	2.7	2.6	—	—

^a24 km/h wind velocity
^b12 km/h wind velocity
^cThermal emittance = 0.86
^dAluminum metallized polyester film on inside.

Table 34 Solar Optical Properties and Shading Coefficients of Transparent Plastic Sheeting^{a, b}

Type of Plastic	Transmittance		
	Visible	Solar	SC
Acrylic			
Clear	0.92	0.83	0.98
Gray Tint	0.16	0.27	0.52
·	0.33	0.41	0.63
·	0.45	0.55	0.74
·	0.59	0.62	0.80
·	0.76	0.74	0.89
Bronze Tint	0.10	0.20	0.46
·	0.27	0.35	0.58
·	0.49	0.56	0.75
·	0.61	0.62	0.80
·	0.75	0.75	0.90
Reflective ^c	0.14	0.12	0.21
Polycarbonate			
Clear, 3 mm	0.88	0.82	0.98
Gray, 3 mm	0.50	0.57	0.74
Bronze, 3 mm	0.50	0.57	0.74

^aAluminum metallized polyester film on inside.

Table 35 Shading Coefficients for Single Glass with Indoor Shading by Venetian Blinds or Roller Shades

	Nominal Thickness ^a in.	Solar Trans. ^b	Type of Shading					
			Venetian Blinds		Roller Shade			
			Medium	Light	Opaque Dark	White	Translucent Light	
clear	2.5 to 6	0.87 to 0.80						
clear	6 to 12	0.80 to 0.71						
clear Pattern	3 to 12	0.87 to 0.79	0.64	0.55	0.59	0.25		0.39
clear-Absorbing Pattern used	3 5 to 5.5	— 0.74 to 0.71						
clear-Absorbing ^d	5 to 6	0.46						
clear-Absorbing Pattern used	5 to 6 3 to 5.5	— 0.59 to 0.45	0.57	0.53	0.43	0.30		0.36
clear-Absorbing or Pattern	—	0.44 to 0.30	0.54	0.52	0.40	0.28		0.32
clear-Absorbing ^d	10	0.34						
clear-Absorbing or Pattern	—	0.29 to 0.15	0.42	0.40	0.36	0.28		0.31
reflective Coated Glass								
S.C. ^c = 0.30			0.25	0.23				
0.40			0.33	0.29				
0.50			0.42	0.38				
0.60			0.50	0.44				

^a Refer to manufacturer's literature for values.

^b For vertical blinds with opaque white and beige slats in the tightly closed position, SC is 0.25 and 0.29 when used with glass of 0.71 to 0.80 transmittance.

^c SC for glass with no shading device.

^d Refers to gray, bronze, and green tinted heat-absorbing glass.

Table 36 Shading Coefficients for Insulating Glass^a with Indoor Shading by Venetian Blinds or Roller Shades

Type of Glass	Nominal Thickness, Each Light	Solar Trans. ^b		Type of Shading				
		Outer Pane	Inner Pane	Venetian Blinds ^c		Roller Shade		
				Medium	Light	Opaque Dark	White	Translucent Light
clear Out	2.5, 3 mm	0.87	0.87					
clear In				0.57	0.51	0.60	0.25	0.37
clear Out	6 mm	0.80	0.80					
clear In				0.39	0.36	0.40	0.22	0.30
clear-Absorbing ^d Out	6 mm	0.46	0.80					
clear In				0.39	0.36	0.40	0.22	0.30
reflective Coated Glass								
SC ^c = 0.30				0.19	0.18			
0.30				0.27	0.26			
0.40				0.34	0.33			

^a Refers to factory-fabricated units with 2, 3 or 13 mm air space, or to prime windows plus storm windows.

^b Refer to manufacturer's literature for exact values.

^c For vertical blinds with opaque white or beige covers, tightly closed, SC is approximately the same as for opaque white roller shades.

^d Refers to bronze, or green tinted, heat-absorbing glass.

^e SC for glass with no shading device.

Table 37 Shading Coefficients for Double Glazing with Between-Glass Shading

Type of Glass	Nominal Each Pane	Solar Trans. ^a		Description of Air Space	Type of Shading		
		Outer Pane	Inner Pane		Venetian Blinds		Louvered Sun Screen
					Light	Medium	
clear Out, Clear In	2.5, 3 mm	0.87	0.87	Shade in contact with glass or shade separated from glass by air space.	0.33	0.36	0.43
clear Out, Clear In					—	—	0.40
clear-Abs. ^b Out, Clear In	6 mm	0.80	0.80	Shade in contact with glass-voids filled with plastic.	0.28	0.30	0.37
clear-Abs. ^b Out, Clear In					—	—	0.41

^a Refer to manufacturer's literature for exact values.

^b Refers to gray, bronze and green tinted heat-absorbing glass.