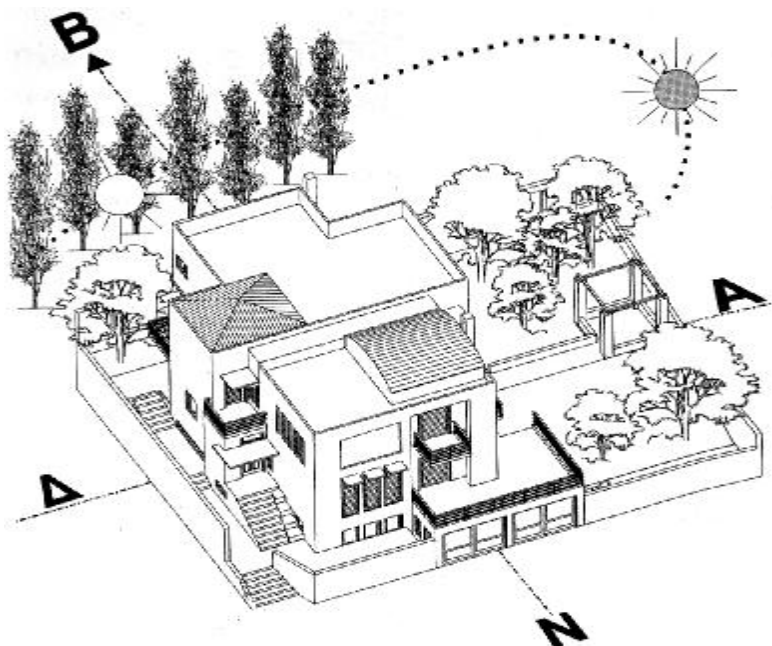


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

**«ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ»**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ

ΚΑΤΣΙΚΑΒΕΛΗ ΚΑΛΛΙΟΠΗ

ΤΣΟΥΡΕΛΗΣ ΖΗΣΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΕΣ

Δρ. Σωκράτης Καπλάνης
Υπεύθυνος Εργαστηρίου Η.Μ.Ε.
Αχιλλέας Κωστούλας
Εργαστηριακός Συνεργάτης

- ΠΑΤΡΑ 2003 -

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	4
1. Εισαγωγή.....	5
2. Βιοκλιματικός σχεδιασμός.....	10
2.1 Το κτήριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης.....	12
2.1.1 Η κατάλληλη χωροθέτηση του κτηρίου.....	12
2.1.2 Το σχήμα του κτηρίου.....	13
2.1.3 Ο προσανατολισμός του κτηρίου.....	14
2.1.4 Ο προσανατολισμός και το μέγεθος των ανοιγμάτων.....	17
2.1.5 Η λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων του κτηρίου.....	18
2.1.6 Το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών του κτηρίου.....	20
2.2 Το κτήριο ως αποθήκη θερμότητας.....	21
2.2.1 Περιοδική ροή θερμότητας	23
2.3 Το κτήριο ως παγίδα θερμότητας.....	24
2.3.1 Οι θερμικές απώλειες του κτηρίου.....	24
2.4 Ο φυσικός αερισμός του κτηρίου.....	26
3. Παθητικά συστήματα.....	30
3.1 Γενική θεώρηση.....	30
3.2 Ταξινόμηση των παθητικών συστημάτων.....	31
3.3 Συστήματα με απευθείας ή άμεσο ηλιακό κέρδος.....	31
3.3.1 Η αποτελεσματικότητα του συστήματος.....	33
3.3.2 Αποθήκευση της θερμότητας.....	35
3.4 Συστήματα με έμμεσο ηλιακό κέρδος.....	36
3.4.1 Τοίχος μάζας.....	37
3.4.2 Τοίχος νερού.....	38
3.4.3 Τοίχος Trombe.....	39
3.4.4 Η απόδοση του συστήματος.....	40
3.4.4.1 Το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου.....	40
3.4.4.2 Το πάχος του τοίχου και τα υλικά κατασκευής του.....	40
3.4.4.3 Το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου συλλέκτη.....	41
3.4.4.4 Τρόπος λειτουργίας.....	42
3.5 Προσαρτημένος ηλιακός χώρος – θερμοκήπιο (Attached sunspace, Greenhouse, Serre).....	42
3.5.1 Η αποτελεσματική απόδοση του συστήματος.....	44
3.5.1.1 Ο προσανατολισμός του θερμοκηπίου.....	45
3.5.1.2 Το μέγεθος του θερμοκηπίου.....	45

3.5.1.3 Η κλίση του υαλοστασίου και τα υλικά κατασκευής του.....	46
3.5.1.4 Η σύνδεσή του με το κτήριο.....	46
3.5.2 Έλεγχος υπερθέρμανσης.....	49
3.6 Επιλογή παθητικού συστήματος.....	50
3.7 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα των παθητικών συστημάτων.....	50
3.7.1 Απευθείας κέρδος.....	50
3.7.2 Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης.....	50
3.7.3 Προσαρτημένο θερμοκήπιο.....	51
3.7.4 Οροφές θερμικής αποθήκευσης.....	51
4. Υπολογισμός θερμικών απωλειών του κτηρίου.....	52
4.1 Υλικά κατασκευής.....	52
4.2 Μέθοδοι υπολογισμού.....	57
4.2.1 Μέθοδος SLR.....	57
4.2.1.1 Παράδειγμα για τον μήνα Ιανουάριο.....	61
4.2.1.2 Παράδειγμα για τον μήνα Ιανουάριο με προσαρτημένο θερμοκήπιο τύπου Α.....	63
4.2.1.3 Παράδειγμα για τον μήνα Ιανουάριο με προσαρτημένο θερμοκήπιο τύπου Β.....	66
4.2.1.4. Σύγκριση θερμικής συμπεριφοράς των τριών προτεινόμενων προς κατασκευή κατοικιών.....	70
4.2.2 Μέθοδος 5000.....	71
4.2.2.1 Υπολογισμός του φορτίου θέρμανσης.....	72
4.2.2.1.1 Τοίχοι και οροφή ή στέγη.....	72
4.2.2.1.2 Παράθυρα.....	72
4.2.2.1.3 Πλάκα δαπέδου.....	73
4.2.2.1.4 Χώροι ανάσχεσης.....	73
4.2.2.1.4.1 Απώλειες θερμότητας από τον χώρο ανάσχεσης προς τον εξωτερικό αέρα.....	73
4.2.2.1.4.2 Απώλειες θερμότητας από τον χώρο που θερμαίνεται προς τον χώρο ανάσχεσης.....	74
4.2.2.1.5 Αερισμός.....	74
4.2.2.1.6 Άθροιση.....	76
4.2.2.1.7 Φορτίο θέρμανσης.....	76
4.2.2.2 Υπολογισμός άμεσων ηλιακών κερδών.....	78
4.2.2.2.1 Άμεσα κέρδη.....	78
4.2.2.3 Υπολογισμός των περιστασιακών κερδών.....	79
4.2.2.3.1 Εσωτερικά κέρδη.....	79
4.2.2.4 Άμεσο κέρδος στα κτήρια τύπου Β.....	79
4.2.2.5 Ηλιακά κέρδη από τον ηλιακό χώρο.....	79

4.2.2.5.1	Εσωτερικά παράθυρα.....	79
4.2.2.5.2	Τοίχος μάζας.....	80
4.2.2.5.3	Εξωτερικά παράθυρα.....	80
4.2.2.5.4	Αποτέλεσμα του ηλιακού χώρου ως χώρου ανάσχεσης και προθέρμανση του αέρα αερισμού.....	81
4.2.2.6	Ηλιακό κέρδος από το συλλέκτη αέρα ανοικτού βρόγχου.....	82
4.2.2.7	Ηλιακά κέρδη από ηλιακό τοίχο ανοικτού βρόγχου.....	83
4.2.2.8	Ηλιακά κέρδη από τοίχο Trombe.....	84
4.2.2.9	Ηλιακά κέρδη από τοίχο μάζας.....	85
4.2.2.10	Άθροισμα όλων των ηλιακών και εσωτερικών κερδών.....	86
4.2.2.11	Υπολογισμός των ωφέλιμων ποσοστών όλων των κερδών.....	86
4.2.2.12	Έλεγχος των συνθηκών άνεσης.....	91
4.2.2.13	Παράδειγμα για τον μήνα Ιανουάριο.....	92
4.2.2.14	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υπό μορφή διαγραμμάτων της προτεινόμενης κατοικίας με προσαρτημένο θερμοκήπιο.....	101
4.2.3	Σύγκριση των δύο μεθόδων.....	108
	Παράρτημα	111
	Βιβλιογραφία	143

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Λόγω της ενεργειακής κρίσης είναι επιτακτική η ανάγκη για εύρεση άλλων τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας πέρα από τους συμβατικούς.

Σε αυτό το σημείο έρχεται ο "βιοκλιματικός σχεδιασμός" για να μειώσει στο ελάχιστο τις ενεργειακές ανάγκες των κτηρίων. Αυτό βέβαια πρέπει να γίνει χωρίς να καταστραφεί η αισθητική εμφάνιση, η λειτουργικότητα και η άνετη διαμονή του εκάστοτε κτηρίου. Βασίζεται στην καλύτερη λειτουργία του περιβλήματος του κτηρίου και εφαρμόζει τα παθητικά – ηλιακά συστήματα για την εκμετάλλευση των ήπιων μορφών ενέργειας

Εδώ γίνεται σύγκριση της θερμικής συμπεριφοράς δύο προτεινόμενων προς κατασκευή κατοικιών με την βοήθεια δύο υπολογιστικών μεθόδων.

- α) SLR, (Solar Load Ratio) και
- β) Νέα Μέθοδος 5000.

Βασικά χαρακτηριστικά τους είναι τα μεγάλα ανοίγματα στον Νότο και τα απολύτως απαραίτητα μόνο στον Βορρά. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την εκμετάλλευση του χειμωνιάτικου ήλιου και συγχρόνως την αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι. Η διαφορά τους έγκειται στην ύπαρξη προσαρτημένου ηλιακού χώρου, στο δεύτερο προτεινόμενο σχέδιο, στον νότιο προσανατολισμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Οι παραινέσεις της ιστορίας, της γεωγραφίας, της οικολογίας και πρόσφατα η ενεργειακή κρίση συνέβαλαν στο να ξαναθυμίσουν στους αρχιτέκτονες ότι πολύ συχνά λείπει από το σχεδιασμό μια βασική παράμετρος: η «ενέργεια».

Η παράλειψη αυτή έχει βέβαια τις ιστορικές της ρίζες. Η σημαντική ανάπτυξη των παραγωγικών δυνάμεων, κυρίως από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα, προϋπέθετε μια μαζική παραγωγή αγαθών και μία σημαντική κατανάλωση ενέργειας στην βιομηχανία.

Η ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη, σε παγκόσμιο επίπεδο, κυρίως κατά τον 20^ο αιώνα, στηρίχθηκε αλλά και συνέβαλλε σε επίσης ραγδαία αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας.

Το μοντέρνο βιομηχανικό σύστημα αυτή η γιγάντια μηχανή, πέρα από πολιτικά συστήματα και διαφορές των θεσμών, στηρίχτηκε στην πεποίθηση ότι η φύση αποτελεί αστείρευτη πηγή, από όπου μπορούμε να αντλούμε, χωρίς περιορισμούς, την απαραίτητη ενέργεια, έτσι ώστε η παραγωγή να τροφοδοτεί μία «κίνηση διαρκή». Εκτός, όμως, του προβλήματος της διαθεσιμότητας ενέργειας υπάρχει και το θέμα των αποτελεσμάτων της χρήσης της. Οι τεράστιες ποσότητες ενέργειας που καταναλώνονται επιβαρύνουν το περιβάλλον σε βαθμό που δεν μπορεί πάντα να προβλεφθεί και με συνέπειες που εκτείνονται χρονικά αρκετά μακριά στο μέλλον. Η «φύση» όμως δεν είναι αποκαταστάσιμη. Ο μεγάλος μύθος της απεριόριστης ανάπτυξης καταρρέει, δίνοντας την θέση του σε ένα άλλο μύθο, το ίδιο μάταιο, εκείνον της κρίσης χωρίς διέξοδο.

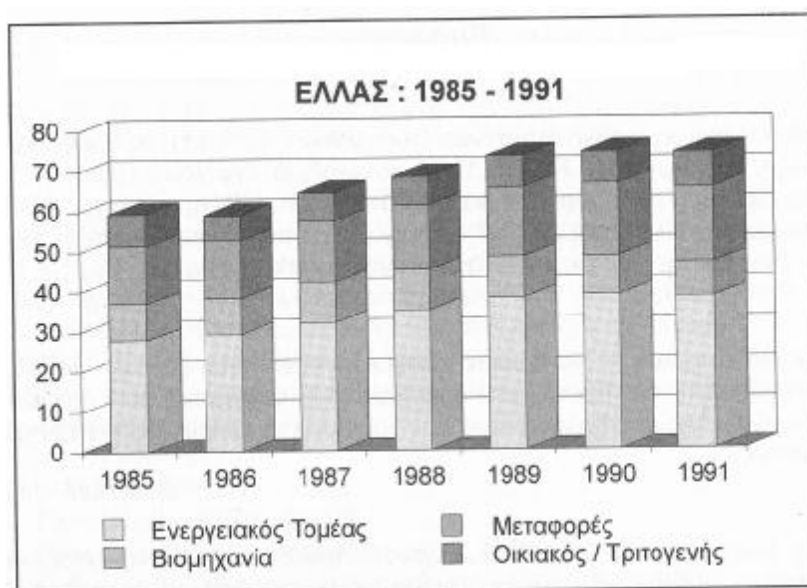
Η σύμβαση για την κλιματική αλλαγή διαμορφώνει ένα πλαίσιο δράσης για την αποτελεσματική σε παγκόσμιο επίπεδο αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, μέσω της σταθεροποίησης και της μείωσης των εκπομπών αερίων που συμβάλλουν σε αυτό και κυρίως των εκπομπών CO₂.^[16]

Οι αποφάσεις, που παίρνονται σήμερα προβάλλονται σε ένα μέλλον που μας αφορά όλους. Η διατήρηση των ισορροπιών στη φύση αποτελεί κατεπείγουσα ανάγκη. Εάν ο σύγχρονος πολιτισμός θέλει σοβαρά να αποτρέψει τη ρήξη των οικολογικών ισορροπιών και την πτώχευση των πηγών, δεν μπορεί να συνεχίσει με τις ίδιες μεθόδους, στο όνομα αυτών των ιδεών.

Επίσης, απαράδεκτη είναι η πολυτέλεια του κόστους λειτουργίας και της ενεργειακής διαχείρισης των κτιριακών συγκροτημάτων, όπου το μέταλλο και το γυαλί κυριαρχούν και όπου η προσφυγή σε πολύπλοκες εγκαταστάσεις θέρμανσης ή ψύξης είναι αναπότρεπτη, με αντάλλαγμα την αυξημένη κατανάλωση ενέργειας.

Έχει παρατηρηθεί πως μεγάλο μέρος της ενέργειας που καταναλώνεται, σε παγκόσμιο επίπεδο, είναι για να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης των κτηρίων.

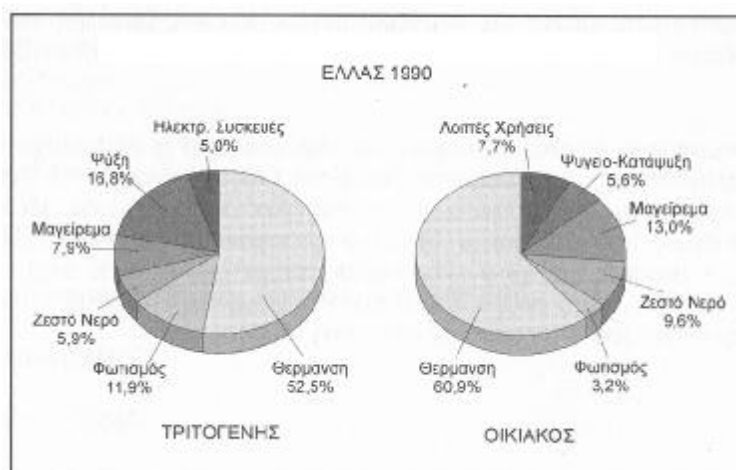
Είναι απαραίτητο να παρουσιάσουμε την συμμετοχή των τομέων κατανάλωσης ενέργειας στις εκπομπές CO₂ (διάγραμμα 1.1). Την μεγαλύτερη άμεση συμμετοχή κατέχει ο τομέας της ηλεκτροπαραγωγής. Με τον επιμερισμό όμως των εκπομπών στους τελικούς χρήστες, ο οικιακός τομέας συμμετέχει με περίπου 39%, δηλαδή 28 Mt CO₂ το έτος 1991. ^[16]



Διάγραμμα 1.1: Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά τομέα
[πηγή: Κώστα Στεφ. Τσίππια]

Στην ενεργειακή αυτονομία των αγροτικών οικισμών του περασμένου αιώνα, έδωσε απάντηση η ενεργειακή παράλειψη στην οργάνωση των σημερινών πόλεων και του αστικού χώρου γενικά. Αποδεικνύεται ότι οικονομικά καθώς και περιβαλλοντικά είναι αναγκαία η λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στον οικιακό τομέα. Με βάση το γεγονός ότι η ανάχρηση κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα επιμερίζεται όπως περιγράφεται στο διάγραμμα 1.2^[16]. Αντιλαμβανόμαστε πόσο επιτακτική ανάγκη είναι να ληφθούν άμεσα μέτρα για την εξοικονόμηση ενέργειας και

στον οικιστικό τομέα. Αυτό το γεγονός βέβαια επεκτείνεται και στην αρχιτεκτονική δομή της Ελλάδας.



Διάγραμμα 1.2: Κατανομή ενέργειας σε τριτογενή και οικιακό τομέα
[πηγή: Κώστα Στεφ. Τσίπηρα]

Σήμερα, φαίνεται ότι οι αρχιτέκτονες αναζητούν σε διεθνή κλίμακα νέους τρόπους κατασκευής, με εναλλακτικές «ήπιες μορφές ενέργειας», και φυσικά με την πρωταρχική πηγή ενέργειας, τον «ήλιο».

Η κύρια δυσκολία που συναντάται σήμερα, ώστε οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, να καταφέρουν να κερδίσουν, στην καθημερινή ζωή μας, την θέση που τους αρμόζει είναι το σχετικά υψηλό κόστος της παραγόμενης kWh τους, σε σχέση με το κόστος της kWh πετρελαίου.

Ο ενεργειακός σχεδιασμός προσαρμόζει το κτίριο στα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής χρησιμοποιώντας κυρίως, σε ανάλογο βαθμό κάθε φορά, τη θερμομόνωση των δομικών στοιχείων του κελύφους του κτιρίου, τον ηλιασμό και ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων του, την θερμοχωρητικότητα των δομικών του στοιχείων και τέλος, την προστασία από τον άνεμο ή την εκμετάλλευσή του.

Με την προσαρμογή αυτή εξασφαλίζεται άνετο θερμικά εσωκλίμα με ασήμαντη συμμετοχή του ενεργοβόρου μηχανολογικού εξοπλισμού.

Προκύπτει πως απαιτείται η χάραξη μίας τέτοιας ενεργειακής πολιτικής η οποία και να διασφαλίζει βραχυπρόθεσμα την απαραίτητη επάρκεια, να διαφυλάσσει περισσότερο τα υγρά καύσιμα και να μειώσει την περιβαλλοντική επιβάρυνση και μόλυνση. Μπορούμε λοιπόν να καταλάβουμε πόσο επιτακτική ανάγκη είναι η χάραξη μίας διαφορετικής ενεργειακής πολιτικής η οποία να συμπεριλαμβάνει τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς αυτές πληρούν τις προϋποθέσεις μίας τέτοιας πολιτικής.

Για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση των κτιρίων έχουν αναπτυχθεί δύο κυρίως τεχνολογικά συστήματα, τα ενεργητικά και τα παθητικά συστήματα. Συνδυασμός των δύο αυτών συστημάτων δίνει ένα τρίτο τα υβριδικά.

Η αλληλεξάρτηση ανάμεσα στα συστήματα ενέργειας και τα πολεοδομικά συστήματα φαίνεται ότι είναι πολύ ισχυρή. Ο παράγοντας ενέργεια επηρεάζει όχι μόνο την αρχιτεκτονική του κτηρίου, αλλά και την πολεοδομική οργάνωση, γενικότερα.

Η προβιομηχανική κοινωνία των ανθρώπων στηρίχτηκε στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις διάφορες μορφές της, μέσω της εμπειρικής κυρίως γνώσης: η βιομάζα εξασφάλιζε θερμότητα, η αιολική ενέργεια μεταφορική ισχύ στα πλοία και μηχανικό έργο στους μύλους μαζί με το υδάτινο δυναμικό. Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική εκμεταλλευόταν τον ήλιο για τη θέρμανση των κατοικιών.

Οι κριτικές για την δομή των σημερινών πόλεων πολλαπλασιάζονται. Χωρίς να παραβλέπεται ή να μηδενίζεται η σημαντική συμβολή της πόλης στον «πολιτισμό» μας, ωστόσο πρέπει να αναγνωριστεί ότι η συνηγορία για την δομή της περνά σήμερα μέσα από μία αμφισβήτηση, για τον τρόπο, που γίνεται ο σχεδιασμός της, η κατασκευή της, ο βαθμός ευθύνης για την διαχείριση των πηγών, του χώρου, της ενέργεια, του χρόνου.

Το κίνημα της μοντέρνας αρχιτεκτονικής, κληρονομιά κυρίως των υγιεινολόγων, του τελευταίου αιώνα, είχε ιδιαίτερα επιμείνει στην αναδιοργάνωση της δομής της πόλης, έτσι ώστε να διασφαλίζονται, παρά τις πυκνότητες, οι καλύτερες συνθήκες υγιεινής, που άρρηκτα δεμένες με την ποσότητα του ηλιασμού που δέχονται τα κτήρια.

Μία πολεοδομική οργάνωση κλιμακωτή κατά το ύψος με τα δώματα του ενός ορόφου να χρησιμοποιούνται για αυλή του επόμενου, αποβλέπει στην εξασφάλιση επικοινωνίας με την φύση και στον ηλιασμό των εσωτερικών χώρων.

Ο άνθρωπος ζει σε ένα περιβάλλον, που δεν είναι μόνο το φυσικό, είναι το σύνολο του φυσικού και του χτισμένου περιβάλλοντος. Εάν δεχτούμε ότι, παράλληλα με την οικολογία των φυσικών ισορροπιών υπάρχει και η οικολογία των τεχνιτών ισορροπιών, το ίδιο αυστηρή, θα μπορούσαμε να προσανατολιστούμε σε μία λύση όχι τμηματική, αλλά συλλογική για το περιβάλλον μας, για μία ποιοτική διέξοδο από τη σημερινή κρίση.

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Η δομή της πόλης αποτελεί μια σύνθεση συνυφασμένη από πολλούς παράγοντες. Η οργάνωσή της αντανακλά πολιτικές και κοινωνικές τάσεις και

επιλογές, καθώς και υλικοτεχνικές ανάγκες. Από όλους αυτούς τους παράγοντες, που αναδύονται σε μια σύνθετη εικόνα, φαίνεται δύσκολο να απομονωθούν ορισμένοι και να αναλυθεί η επίδρασή τους, όπως για παράδειγμα: οι παράγοντες "ενέργεια και κλίμα".

Στα εύκρατα κλίματα οι οικισμοί είναι ανοιχτοί. Η δομή της πόλης αξιοποιώντας τις ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες, επιτρέπει μια διάταξη πιο ελεύθερη. Σε θερμές - ξηρές περιοχές, οι όγκοι των κτιρίων και οι κήποι χρησιμοποιούνται για το σκιασμό των δρόμων ή των ανοιχτών χώρων ζωής. Οι μονάδες της κατοικίας τοποθετούνται γύρω από κλειστές αυλές, που αποτελούν πηγάδια δροσιάς και ομαδοποιούνται σε σύνολα έτσι ώστε με τον όγκο τους να εξασφαλίζουν την άμυνα απέναντι στις κλιματικές επιδράσεις. Η πολεοδομική οργάνωση αντιμετωπίζει τη ζέστη με την πυκνή δόμηση.

Συμπεραίνεται, λοιπόν, ότι εκεί όπου το φυσικό περιβάλλον είναι φιλικό, η μορφή της κατοικίας επικοινωνεί με τον περίγυρο της, ενώ όπου οι κλιματικές συνθήκες είναι εχθρικές, η μορφή κλείνει τις ευαίσθητες και επιβαρημένες επιφάνειες, για να διατηρήσει τη θερμική της ισορροπία.

Στην προσπάθεια να εναρμονιστεί το κτίσμα με το φυσικό περιβάλλον, οδηγήθηκε στη συνολική αξιοποίηση των θετικών κλιματικών παραμέτρων. Σαν αποτέλεσμα προέκυψε η λεγόμενη "βιοκλιματική αρχιτεκτονική".

Η έννοια της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής αποτελεί ένα είδος σύνθεσης δεδομένων, που είναι: το αρχιτεκτονικό πρόγραμμα, οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, η τοποθεσία, η έννοια της θερμικής άνεσης, τα ντόπια υλικά και ο πολιτισμικός – κοινωνικός περίγυρος.

Κατά συνέπεια, το να χτίζουμε αρμονικό με τον ήλιο ή πληρέστερα αρμονικό με το κλίμα, τη ντόπια τεχνολογία και τα παραδοσιακά χαρακτηριστικά, του τόπου, έχει ως αποτέλεσμα μια αρχιτεκτονική τοπική, στενά δεμένη με τα οικονομικά, κοινωνικά, πολιτιστικά, κλιματικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

ΓΕΝΙΚΑ

Η έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού ολοκληρώνεται με την έννοια του "οικοσχεδιασμού", που σημαίνει την ανάπτυξη μιας αρχιτεκτονικής προσαρμοσμένης στο περιβάλλον, με τη βοήθεια της τεχνολογίας, με οικολογική σύνεση και προβλεπτικότητα, απαγορεύοντας την απαράδεκτη σπατάλη των πηγών και αγρυπνώντας για την ικανοποίηση των πραγματικών αναγκών όλων των μελών της κοινωνίας. Η αντιμετώπιση αυτή, από τη σκοπιά των νόμων της "οικολογικής" αρχιτεκτονικής^[1], σημαίνει:

§ η αρχιτεκτονική σύλληψη να βασίζεται στα κλιματικά δεδομένα, και στην αντίληψη ότι, πηγή όλων των βιοκλιματικών φαινομένων είναι ο ήλιος, η μόνη αστείρευτη πηγή ενέργειας.

§ η αποσαφήνιση του περιορισμένου χαρακτήρα όλων των άλλων πηγών, χώρου – υλικών - ενέργειας.

§ η θεώρηση ότι, ο σχεδιασμός και το αρχιτεκτονικό αντικείμενο αποτελούν παράγοντες, που πλουτίζουν το περιβάλλον και το δομούν, με την πλατιά έννοια βελτίωσης των συνθηκών κατοικησιμότητας.

Άμεσος στόχος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι: να προσφέρει στους χρήστες άνετο θερμικά εσώκλιμα, αξιοποιώντας τα ευνοϊκά στοιχεία του κλίματος, εκλεκτικά, με ρυθμίσεις στο κέλυφος της κατασκευής, έτσι ώστε να καταναλίσκεται η ελάχιστη, δυνατή απαιτούμενη, συμπληρωματική ενέργεια.

Για την εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής χρησιμοποιούνται μέθοδοι και συστήματα "παθητικά"^[1], που οι ένθερμοι υποστηρικτές τους περιγράφουν ως τεχνολογία χαμηλής επίδρασης, "ήπιας" ή "παθητικής".

Προκειμένου το κτίριο να λειτουργήσει βιοκλιματικά, θα πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω προϋποθέσεις - βασικές αρχές συνολικής ανταπόκρισης στις κλιματικές συνθήκες:

Να λειτουργεί:

1. ως "φυσικός, ηλιακός συλλέκτης".
2. ως "αποθήκη θερμότητας".
3. ως "παγίδα θερμότητας".
4. ως "παγίδα φυσικού δροσισμού και αποθήκη ψύξης"

Ο σωστός σχεδιασμός δεν έχει μόνο σαν αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά εξασφαλίζει ταυτόχρονα πιο υγιεινές και άνετες συνθήκες διαβίωσης. Προϋποθέσεις^[2] για ένα τέτοιο σωστό σχεδιασμό και λειτουργία - πού αποτελεί αφετηρία για την εφαρμογή των παθητικών συστημάτων στα κτίρια- αποτελούν μέτρα πού παίρνονται:

§ Στο σχεδιασμό του οικισμού με σωστή κλιματικά διάταξη-συσχετισμό δρόμων, ακάλυπτων χώρων, κτιρίων και σε αρμονία-προσαρμογή με την περιοχή. Θα παρθούν υπόψη προσανατολισμός, ηλιασμός, διεύθυνση ανέμων στις διάφορες εποχές και ο συσχετισμός επιπέδων θερμοκρασιών και σχετικής υγρασίας.

§ Στη διαμόρφωση της περιοχής τού κτιρίου (υψόμετρα γηπέδου, φυσικοί και τεχνητοί ανεμοφράκτες κλπ.) και στη διαμόρφωση τού κτιρίου σε σχέση με προσανατολισμό, κατασκευαστικά (προεξοχές τοίχων, πλακών, στεγών κλπ.) για τη δυνατότητα χρήσης ή προστασίας από ήλιο και άνεμο.

§ Στην εκλογή τού περιβλήματος τού κτιρίου σε σχέση με το γεωμετρικό του σχήμα, την εκλογή των δομικών υλικών που θα χρησιμοποιηθούν και ακόμη το μέγεθος και τη θέση των ανοιγμάτων.

Το περίβλημα - κέλυφος μεσολαβεί ανάμεσα στο εξώκλιμα και εσωκλιμα του κτιρίου και είναι καθοριστικής σημασίας για το αίσθημα της θερμικής άνεσης των ενοίκων. Βασικά κριτήρια για την αξιολόγηση της ενεργειακής λειτουργίας του κελύφους στις διάφορες εποχές του χρόνου αποτελούν τα ποσά της θερμότητας πού διακινούνται μέσα απ' αυτό και στις δύο διευθύνσεις καθώς και ή θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειάς του. Μία βέλτιστη εκλογή περιβλήματος-κελύφους του κτιρίου επαληθεύεται το χειμώνα από τη μια με τη δυνατότητα χρησιμοποίησης της ηλιακής ενέργειας (ήλιασμός) και από την άλλη με το μέγιστο περιορισμό των θερμικών απωλειών (θερμομόνωση). Το καλοκαίρι αντίθετα πρέπει να εξασφαλίζεται προστασία των χώρων από την απευθείας ηλιακή ακτινοβολία (ηλιοπροστασία) και να αποτρέπεται η υπέρμετρη ανύψωση της θερμοκρασίας του εσωτερικού χώρου (θερμοχωρητικότητα, αερισμός).

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η θέση του κτιρίου στο οικόπεδο, ο προσανατολισμός, το σχήμα και το χρώμα, η διάταξη των εσωτερικών χώρων, η μείωση των θερμικών του απωλειών, η θερμοχωρητικότητα των δομικών του στοιχείων και η αποφυγή υπερθέρμανσης των χώρων τού στη θερμή περίοδο με κατάλληλα μέτρα ηλιοπροστασίας και αερισμού αποτελούν τη βάση για ένα σωστό «ενεργειακό» ή «βιοκλιματικό» σχεδιασμό του κτιρίου και ουσιαστικές προϋποθέσεις για την εφαρμογή και λειτουργία των παθητικών συστημάτων στα κτίρια. Γι' αυτό το λόγο και οι παραπάνω παράμετροι^[2] εξετάζονται στη συνέχεια αναλυτικά.

2.1 Το κτήριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης

Οι συνολικές ανάγκες του με τον κατάλληλο σχεδιασμό, χειμώνα με τον ηλιασμό του. Προκειμένου να διασφαλίζεται η λειτουργία του κτιρίου ως φυσικού ηλιακού συλλέκτη, θα πρέπει να πληρούνται κάποιες βασικές αρχές – προϋποθέσεις^[1], που έχουν σχέση:

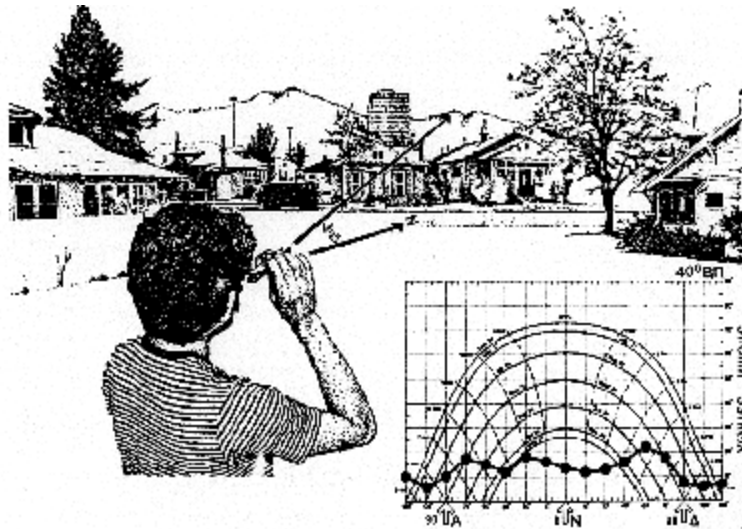
1. με την κατάλληλη χωροθέτησή του.
2. με το σχήμα του.
3. με τον προσανατολισμό του.
4. με τον προσανατολισμό και το μέγεθος των ανοιγμάτων του.
5. με τη λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών του χώρων.
6. με το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών του.

2.1.1. Η κατάλληλη χωροθέτηση του κτιρίου.

Ο επαρκής ηλιασμός του κτιρίου στη διάρκεια του χειμώνα, από τις ώρες 9.00 π.μ.-3.00 μ.μ., προσφέρει την αναγκαία ηλιακή, θερμική ενέργεια, για τη λειτουργία του ως συλλέκτη θερμότητας.

Εργαλεία για την σωστή τοποθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο αποτελούν οι ηλιακοί ή ενεργειακοί χάρτες, καθώς και τα διαγράμματα που απεικονίζουν τις τροχιές του ήλιου και προσδιορίζουν τη διάρκεια ηλιασμού και την ένταση της θερμικής του ακτινοβολίας. Με την χρήση του ηλιακού χάρτη (σχήμα 2.1) καθορίζεται το ανάγλυφο του περιβάλλοντος, για τη συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, ο σκιασμός του οικοπέδου από δέντρα, λόφους, κτίρια, καθώς και ο ελεύθερος χώρος, όπου ο ηλιασμός είναι ανεμπόδιστος και μπορεί να τοποθετηθεί το κτίριο.

Όταν επιλέγεται η ακριβής θέση του κτιρίου, συνήθως προς τη βορινή πλευρά του οικοπέδου, θα πρέπει να μορφοποιείται και ο εξωτερικός χώρος, ο γειτονικός στο κτίριο, γιατί οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τους ανοιχτούς χώρους, όταν υπάρχει λιακάδα. Οι νότιες προσόψεις παρουσιάζουν αξιόλογο ενδιαφέρον, όχι μόνο για τη δυνατότητα συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά και για τους ανοιχτούς χώρους που δημιουργούνται μπροστά τους. Μια ευνοϊκά ηλιαζόμενη θέση στο οικόπεδο είναι ανοιχτή προς το νότο χωρίς παρεμπόδιση του χειμωνιάτικου, χαμηλής τροχιάς, ήλιου. Αν στο νότο του κτηρίου υπάρχουν σε κάποια απόσταση εμπόδια τότε η αξιοποίηση του βαθμού ηλιασμού της θέσης μπορεί να γίνει με χρήση των σχετικών διαγραμμάτων.



Σχήμα 2.1 Η χρήση του ηλιακού χάρτη για τον προσδιορισμό του ανάγλυφου του εδάφους, 40° Β.Γ.Π.

2.1.2. Το σχήμα του κτηρίου

Το σχήμα του κτηρίου συναρτάται με τις ανάγκες του για θέρμανση και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής. Ένα κτίσμα επίμηκες, κατά τον άξονα Ανατολής – Δύσης, προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το Νότο, για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας, το χειμώνα.

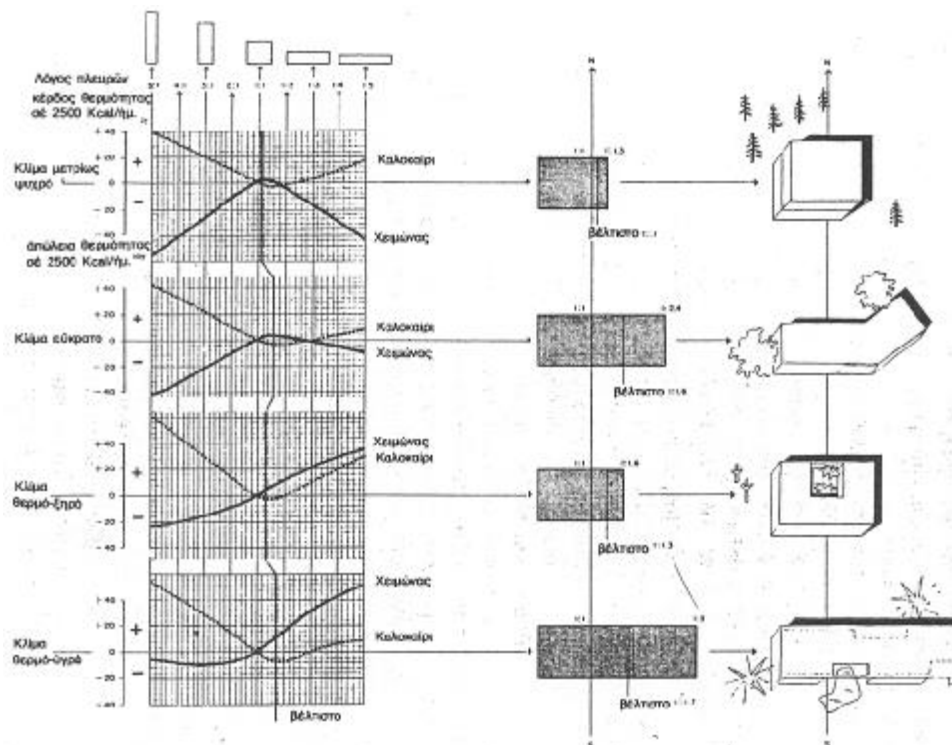
Από έρευνες που έγιναν^[2], για τον προσδιορισμό του άριστου σχήματος του κτηρίου, σε δοσμένο γεωγραφικό περιβάλλον και κλιματικές συνθήκες, προέκυψαν συνοπτικά τα εξής συμπεράσματα:

1. Το κτίριο τετράγωνης κάτοψης δεν είναι η καλύτερη λύση για όλες τις περιοχές.
2. Τα κτίρια με επιμήκη άξονα στη διεύθυνση Β-Ν δουλεύουν και το καλοκαίρι και το χειμώνα με μικρότερη αποτελεσματικότητα απ' ό,τι σε αντίθετο προσανατολισμό (Α-Δ).
3. Το σωστότερο σχήμα κτιρίου είναι εκείνο που παρουσιάζει μια επιμήκυνση στον άξονα Α-Δ.

Το βέλτιστο σχήμα έχει οριστεί σαν αυτό που έχει τη μικρότερη αύξηση θερμότητας το καλοκαίρι και τις μικρότερες απώλειες θερμότητας το χειμώνα (σχήμα 2.2).

Συμπερασματικά προκύπτει ότι βέλτιστη λύση αποτελούν τα συμπαγή κτήρια κυβικής μορφής, για τα ψυχρά κλίματα, ενώ επιμηκυσμένα στον άξονα Α-Δ, στα εύκρατα κλίματα, με μεγαλύτερη δυνατότητα ελευθερίας εκλογής μορφής. Σε ζεστές ξερές περιοχές, αν παιρνόταν υπόψη μόνο η χειμερινή

περίοδος, θα μπορούσε η μορφή του κτηρίου να ήταν επιμήκης αλλά οι θερμικές καταπονήσεις της καλοκαιρινής περιόδου οδηγούν ξανά σε πιο κυβικές μορφές. «Κόβοντας» μέρος του κύβου και γεμίζοντας το χώρο που δημιουργείται με δένδρα, θάμνους, νερόλακκους, προκαλείται μια τεχνητή ψύξη. Στην υγρή και ζεστή περιοχή η καταπόνηση των Α και Δ όψεων οδηγεί σε επιμηκυσμένο στη διεύθυνση αυτή κτήριο που βοηθά και σε ένα δροσισμό με ένα σταυρωτό αερισμό

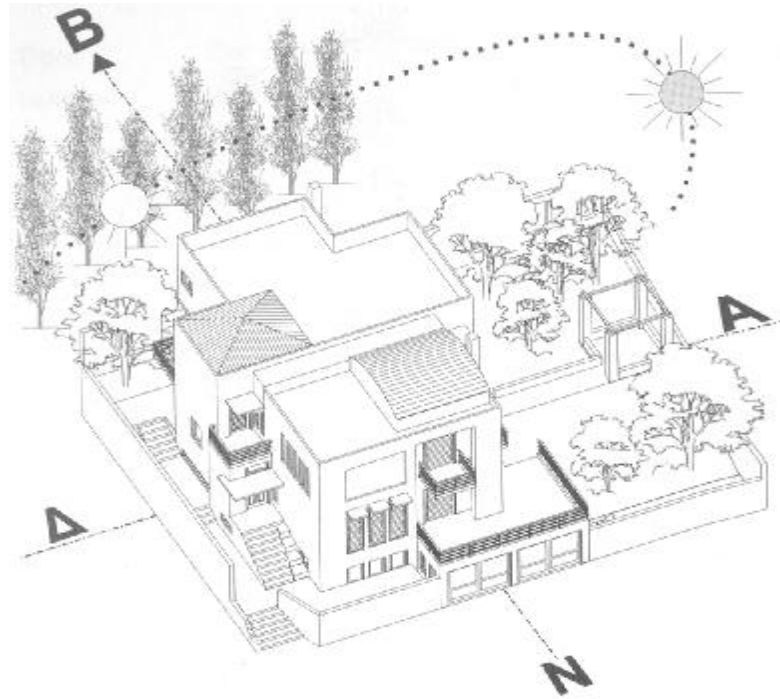


Σχήμα 2.2 Βέλτιστο σχήμα κτηρίου στα διάφορα κλίματα

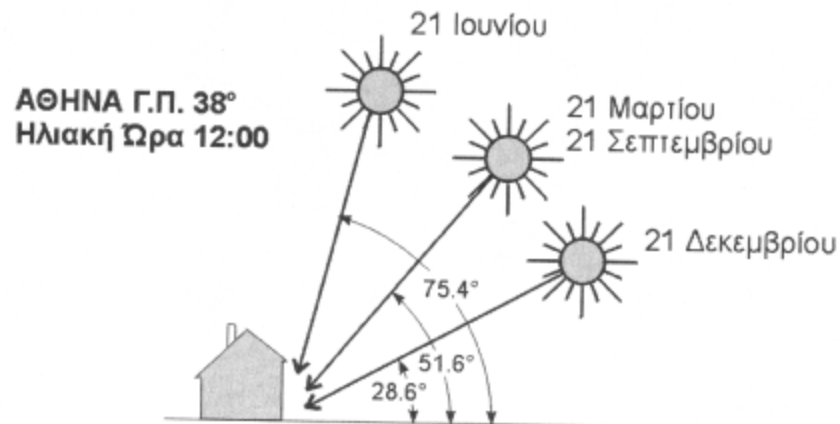
2.1.3. Ο προσανατολισμός του κτιρίου.

Το πρόβλημα του προσανατολισμού είναι σύνθετο, γιατί επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες^[1] όπως:

1. την τοπογραφία της περιοχής.
2. το φυσικό τοπίο.
3. τις απαιτήσεις ιδιωτικότητας.
4. τη μείωση του θορύβου.
5. τις κλιματικές παραμέτρους, άνεμο και ηλιακή ακτινοβολία (σχήματα 2.3α,β).



Σχήμα 2.3(α) Σωστότερος προσανατολισμός του κτηρίου σε σχέση με τον ήλιο.



Σχήμα 2.3(β) Σωστότερος προσανατολισμός του κτηρίου σε σχέση με τον ήλιο για όλο τον χρόνο

Για την εύκρατη ζώνη, όσον αφορά τις κλιματικές παραμέτρους, ο καταλληλότερος προσανατολισμός είναι ο νότιος, γιατί η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν τριπλάσια, σε σχέση με την ανατολή και τη δύση, για την περίοδο του χειμώνα. Ενώ μειώνεται σχεδόν στο μισό, για τη νότια προσανατολισμένη επιφάνεια, απ' ότι για την ανατολική και τη δυτική, για το καλοκαίρι (σχήματα 2.4α,β).

Αυτό οφείλεται στο ότι:

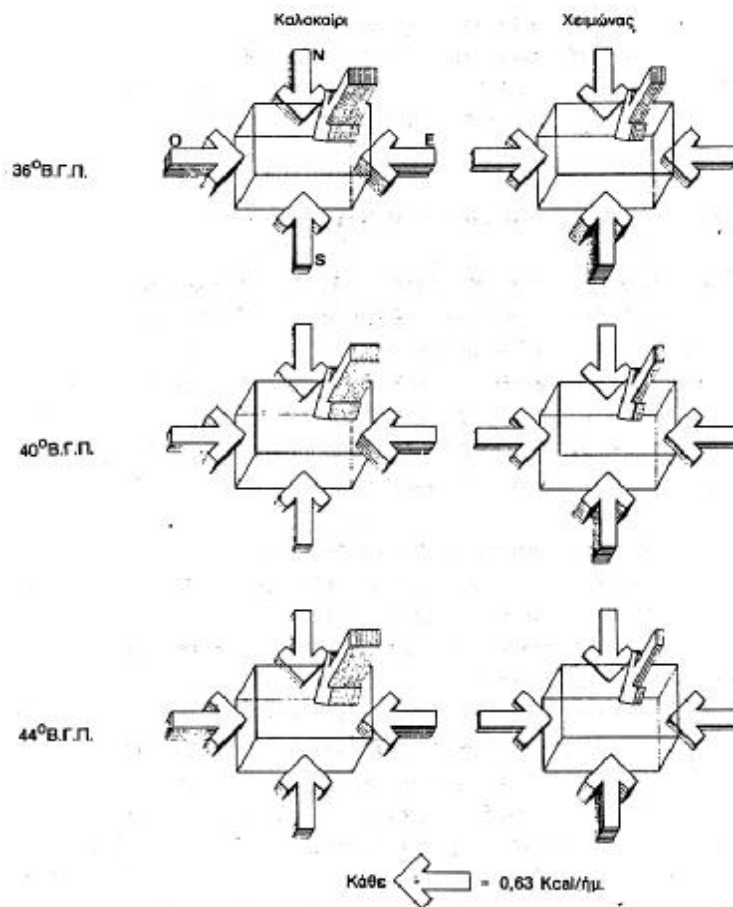
§ Η διάρκεια ηλιασμού της το χειμώνα είναι μεγαλύτερη απ' αυτήν του

καλοκαιριού.

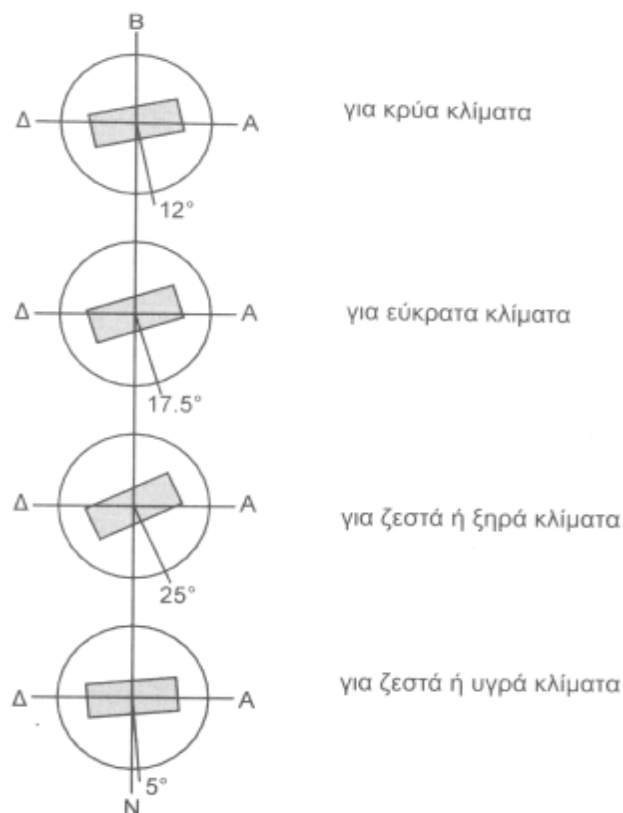
§ Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας πάνω σε μια επιφάνεια που βλέπει προς τον ήλιο, είναι, κατά προσέγγιση ή ίδια το χειμώνα και το καλοκαίρι. Η καθαρότητα του καλοκαιρινού ουρανού αντισταθμίζεται με τη μικρότερη απόσταση γης - ήλιου το χειμώνα

§ Η κίνηση του ήλιου σε χαμηλότερη τροχιά το χειμώνα έχει σαν αποτέλεσμα καθαρότερη πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας και επομένως μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα.

§ Η διάχυτη ακτινοβολία του ουρανού το χειμώνα (λόγω του διαθλαστικού αποτελέσματος της ατμόσφαιρας) είναι διπλάσια της ποσότητας της διάχυτης ακτινοβολίας στη διάρκεια του καλοκαιριού^[2].



Σχήμα 2.4α Ηλιακή ακτινοβολία σε διάφορους προσανατολισμούς και Γεωγραφικά Πλάτη



Σχήμα 2.4β Βέλτιστος προσανατολισμός ανάλογα με το κλίμα

2.1.4. Ο προσανατολισμός και το μέγεθος των ανοιγμάτων.

Ο προσανατολισμός και το μέγεθος των ανοιγμάτων του κτιρίου αποτελούν βασικό παράγοντα για τη λειτουργία του ως φυσικού, ηλιακού συλλέκτη.

Το γυαλί είναι υλικό πολύ λίγο θερμομονωτικό. Για παράδειγμα, όταν η θερμοκρασία του χώρου είναι 20°C και η εξωτερική 0°C , οι θερμικές απώλειες του γυαλιού^[1], σε σύγκριση με μια τοιχοποιία καλά θερμομονωμένη, είναι:

116 Watts/cm² για μονό υαλοπίνακα,

60 Watts/cm² για διπλό υαλοπίνακα, και μόνο

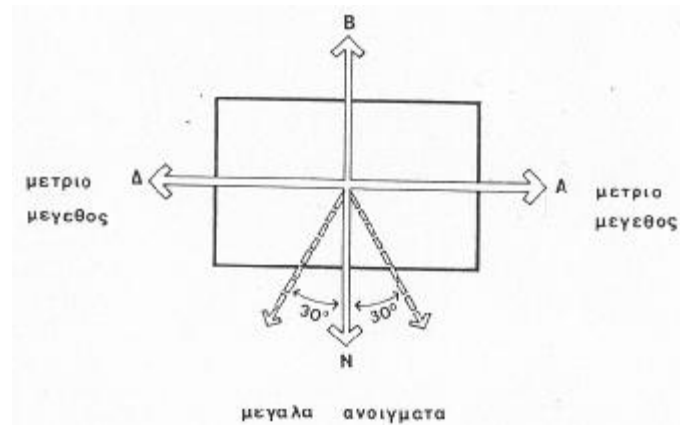
7 Watts/cm² για τοιχοποιία καλά θερμομονωμένη.

Ωστόσο, η γυάλινη επιφάνεια δεν αποτελεί μόνο πηγή θερμικών απωλειών αλλά και πηγή θερμικών κερδών από την ηλιακή ακτινοβολία, αρκεί να έχει τον κατάλληλο προσανατολισμό.

Η πιο πρόσφατη άποψη είναι ότι, η γυάλινη επιφάνεια είναι ο πιο οικονομικός, ηλιακός συλλέκτης, ο πιο αποδοτικός, αρκεί να προσανατολίζεται στο νότο, με ανοχή $\pm 30^{\circ}$ ανατολικότερα ή δυτικότερα (σχήμα 2.5).

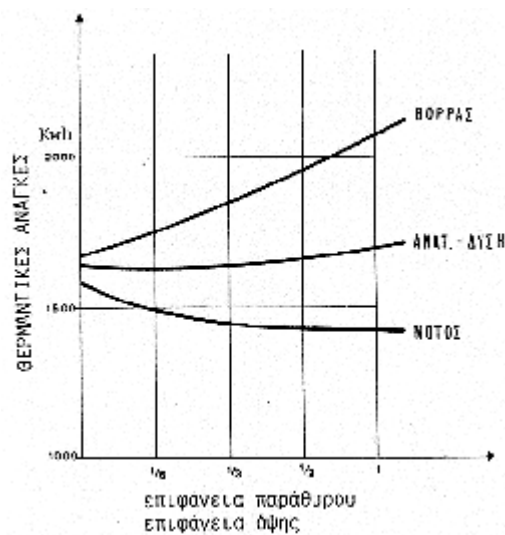
Οι με ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό όψεις κτιρίων δέχονται το μέγιστο του ηλιασμού από το Μάη μέχρι τον Ιούλιο και αντίθετα μικρό ποσό θερμότητας το χειμώνα.

Οι βόρειες προσόψεις των κτιρίων ηλιάζονται μόνο το καλοκαίρι, νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα.



Σχήμα 2.5 Το μέγεθος των ανοιγμάτων σε σχέση με τον προσανατολισμό τους

Προτείνονται μεγάλα ανοίγματα στο νότο^[16], με μονό ή διπλό τζάμι, ανοίγματα μέτριων διαστάσεων ανατολικό και δυτικό και μικρά ανοίγματα στη βόρεινή πλευρά του κτιρίου, με διπλό τζάμι (σχήμα 2.6).



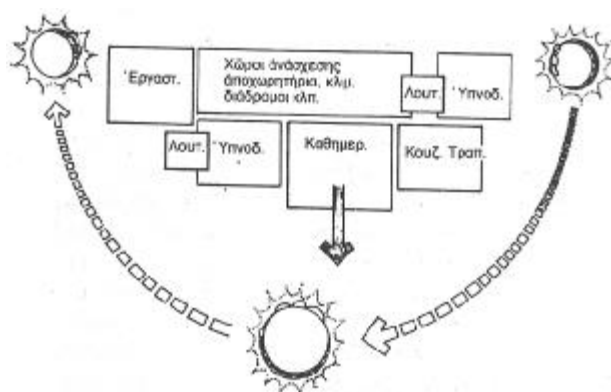
Σχήμα 2.6 Μεταβολή των ετήσιων θερμαντικών αναγκών σε σχέση με το μέγεθος και τον προσανατολισμό του γυάλινου ανοίγματος

2.1.5. Η λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου.

Η μορφή της διάρθρωσης των εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου, παραμένει θεμελιώδες χαρακτηριστικό, για την προσαρμογή του στις κλιματικές συνθήκες κάθε τόπου.

Η βόρινη πλευρά του κτιρίου είναι η ψυχρότερη, η πιο σκοτεινή και η

λιγότερο ευνοϊκή από τη σκοπιά του ηλιασμού. Η ανατολική και η δυτική πλευρά δέχονται ίσα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας, μεγαλύτερα το καλοκαίρι και μικρότερα τον χειμώνα. Ωστόσο η δυτική πλευρά είναι πιο επιβαρημένη, γιατί στην ήδη υψηλή θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τις μεταμεσημβρινές ώρες, προστίθεται και η ηλιακή θερμότητα. Η νότια πλευρά δέχεται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία, τον χειμώνα, και τη μικρότερη το καλοκαίρι. Είναι η φωτεινότερη περιοχή και κατά συνέπεια η προσφορότερη για χώρους που χρησιμοποιούνται όλη την ημέρα (σχήμα 2.7).

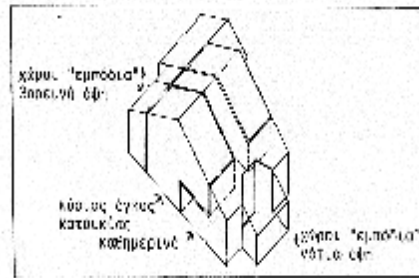
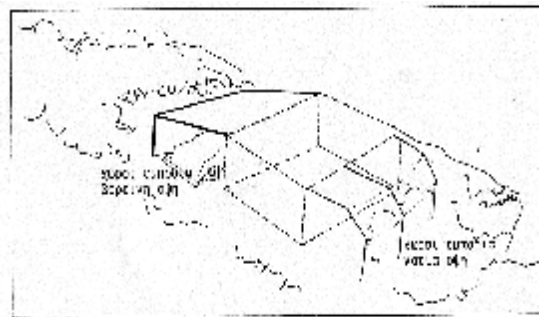


Σχήμα 2.7 Διάταξη των χώρων μιας κατοικίας, ενεργειακά σωστή.

Στη δυσμενέστερη πλευρά του κτιρίου τοποθετούνται χώροι με πρόσκαιρες δραστηριότητες, αποθήκες, κλιμακοστάσιο, γκαράζ, κ.λ.π., και αποτελούν χώρους "ανάσχεσης" των θερμικών απωλειών και προστασίας των κύριων χώρων ζωής της κατοικίας. Πρόκειται για χώρους "εμπόδια", με ρόλο "παθητικό", που μετριάζουν τις εξωτερικές θερμοκρασιακές μεταβολές, συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και βελτιώνουν τις συνθήκες του εσωκλίματος, στους κύριους χώρους ζωής.

Ένα άλλο είδος χώρων ανάσχεσης είναι οι υαλόφραχτοι χώροι που τοποθετούνται στο νότιο μέρος του κτηρίου συγκεντρώνοντας την ηλιακή ενέργεια, όπως θερμοκήπια, λότζιες, βεράντες, είναι ενεργητικοί χώροι φράγματα, γιατί εξασκούν θερμικά ρυθμιστικό ρόλο προσθέτοντας ενέργεια στο θερμικό ισοζύγιο του κτηρίου (σχήμα 2.8).

Αυτοί οι χώροι ανάσχεσης μπορούν να δημιουργηθούν σε μονοκατοικίες και σε πολυκατοικίες όπως σε νέα αλλά και σε υφιστάμενα κτήρια.



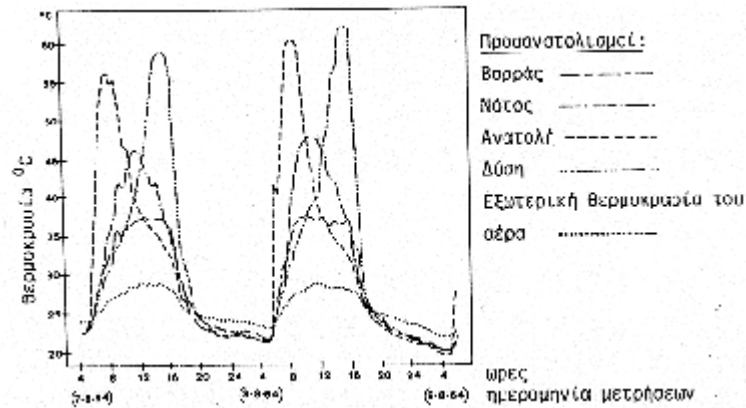
Σχήμα 2.8 Χώροι ανάσχεσης "ενεργητικοί" και "παθητικοί", προσαρτημένοι σε κατοικία.

2.1.6. Το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου.

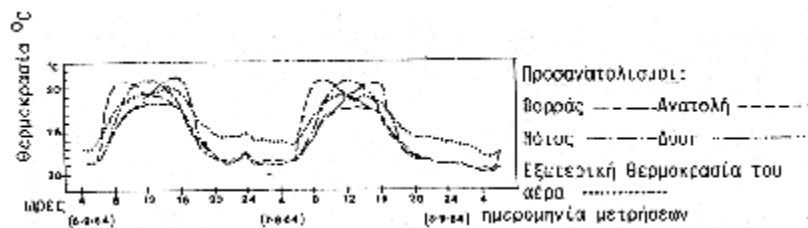
Το χρώμα των εξωτερικών συμπαγών, δομικών στοιχείων, επηρεάζει την ποσότητα της θερμικής ενέργειας, που μπαίνει μέσα στο κτίριο, μια και τα σκούρα χρώματα απορροφούν περισσότερη ηλιακή θερμότητα απ' ό,τι τ' ανοιχτά χρώματα.

Σε μελέτη, για την επίδραση του χρώματος σε σχέση με τον προσανατολισμό της συμπαγούς επιφάνειας διαπιστώθηκε^[17]: για επιφάνεια βαμμένη γκρίζα, η διαφορά θερμοκρασίας στους διάφορους προσανατολισμούς φτάνει μέχρι 23°C (σχήμα 2.9), ενώ στην περίπτωση της βαμμένης άσπρη τοιχοποιίας οι αποκλίσεις της θερμοκρασίας δεν ξεπερνούν τους 3°C (σχήμα 2.10). Το χρώμα αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα, όταν χρησιμοποιείται ελάχιστη ή καθόλου θερμική μόνωση, η επίδρασή του μειώνεται καθώς αυξάνεται η θερμομόνωση.

Για κλίματα ζεστά, οι εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων, που αντιμετωπίζουν την έντονη ηλιακή ακτινοβολία, πρέπει να βάφονται σε χρώματα ανοιχτά. Ενώ για ψυχρά κλίματα, ενδείκνυνται οι βαμμένες σε σκούρο χρώμα επιφάνειες, γιατί έτσι απορροφούν μεγαλύτερα ποσά, ηλιακής, θερμικής ακτινοβολίας.



Σχήμα 2.9 Μεταβολή της εξωτερικής θερμοκρασίας για επιφάνεια βαμμένη γκρίζα, στους διάφορους προσανατολισμούς.



Σχήμα 2.10 Μεταβολή της εξωτερικής θερμοκρασίας για επιφάνεια βαμμένη άσπρη, στους διάφορους προσανατολισμούς.

2.2. Το κτίριο ως αποθήκη θερμότητας

Ένας ζωτικός παράγοντας για τη βιοκλιματική λειτουργία του κτιρίου είναι η αποθήκευση της θερμότητας, που προέρχεται από την δεσμευμένη ηλιακή ενέργεια. Όταν το κτίριο λειτουργεί ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης χρειάζεται ένα τρόπο για να συγκρατήσει αυτή τη θερμότητα, να την αποθηκεύσει, για να την επαναποδώσει τη νύχτα.

Η πιο αποτελεσματική "αποθήκη" θερμότητας είναι η ίδια η κατασκευή του κτιρίου, δηλαδή οι τοιχοποιίες, τα δάπεδα, οι οροφές, τα εσωτερικά χωρίσματα.

Όλα τα δομικά υλικά απορροφούν και αποθηκεύουν θερμότητα, καθώς θερμαίνονται, το καθένα διαφορετικά, ανάλογα με την πυκνότητα (ρ) της μάζας του και την ειδική θερμότητα (c). Τα βαριά υλικά έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα οπότε και μεγαλύτερη ικανότητα για θερμική αποθήκευση^[1]

Η ηλιακή ενέργεια που περνά από τ' ανοίγματα, την ημέρα, στον εσωτερικό χώρο, παγιδεύεται, μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια -φαινόμενο θερμοκηπίου- και απορροφάται από τα υλικά της κατασκευής και τα αντικείμενα του χώρου. Η διαδικασία αποθήκευσης της θερμικής ενέργειας πραγματοποιείται με τον αέρα, που θερμαίνεται γρηγορότερα και με την

κίνησή του μεταφέρει τη θερμότητα στα συμπαγή υλικά^[2]

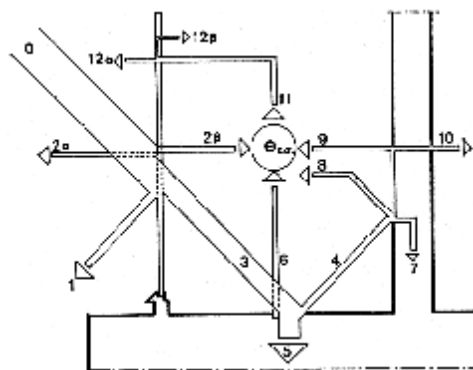
Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (0) σ' ένα γυάλινο άνοιγμα ακολουθεί την εξής πορεία.(σχήμα 2.11):

1. ένα τμήμα της ακτινοβολίας ανακλάται.
2. ένα τμήμα απορροφάται από το γυαλί και αποδίδεται προς τα έξω (2α) και προς τα μέσα (2β).
3. η ηλιακή ενέργεια, που μπαίνει μέσα, μετατρέπεται σε θερμότητα.
4. ένα τμήμα της θερμικής ενέργειας ανακλάται από το δάπεδο.
5. η μεγαλύτερη ποσότητα απορροφάται και αποθηκεύεται στο δάπεδο.
6. η αποθηκευμένη θερμότητα επαναποδίδεται σταδιακά στο χώρο.
7. η θερμότητα, που ανακλάται από το δάπεδο, κατά ένα τμήμα της απορροφάται και αποθηκεύεται στον τοίχο.
8. ένα άλλο τμήμα της ανακλάται από τον τοίχο προς το χώρο.
9. μια ποσότητα της θερμότητας, που απορροφήθηκε από τον τοίχο, μεταφέρεται στο χώρο, ενώ,
10. μια άλλη ποσότητα μεταβιβάζεται προς άλλη κατεύθυνση, με χαμηλότερη θερμοκρασία.
11. αποτελεί το ποσό της θερμότητας, που συγκεντρώνεται στον εσωτερικό χώρο, ενώ,

12. ένα τμήμα της (12α) χάνεται μέσα από τον υαλοπίνακα, με τη μορφή θερμικών απωλειών, και μια ποσότητα (12β) παραμένει μέσα στο χώρο. Αυτή αποτελεί και το χρήσιμο ηλιακό κέρδος, που μετατρέπεται θερμότητα.

Τα βασικά χαρακτηριστικά, για να λειτουργήσει αποτελεσματικό ένα κτίριο ως αποθήκη ηλιακής θερμότητας, είναι:

- η αυξημένη θερμοχωρητική ικανότητα των υλικών της κατασκευής,
- η σωστή, ποσοτικά, διανομή των υλικών αυτών, στο σύνολο της κατάσκευής.
- οι βαθμοημέρες της περιοχής



Σχήμα 2.11 Ανάλυση της πορείας της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σ' ένα γυάλινο άνοιγμα, διανομή και αποθήκευση στον χώρο.

2.2.1 Περιοδική ροή θερμότητας

Η διαδικασία αποθήκευσης και η απαναπόδοση της θερμότητας οφείλεται σε θερμοδυναμικά φαινόμενα, δηλαδή τη ροή θερμότητας από το θερμότερο στο ψυχρότερο περιβάλλον.

Η ημερήσια μεταβολή της θερμοκρασίας εκφράζεται από την συνημιτονοειδή καμπύλη, που επαναλαμβάνεται κάθε 24 ώρες (περίοδος).

Η διακύμανση αυτή προκαλεί ροή θερμότητας από το περιβάλλον προς το κτήριο, στην διάρκεια της ημέρας, ενώ η κατεύθυνση της ροής αντιστρέφεται από το κτήριο προς το περιβάλλον, στην διάρκεια της νύχτας.

Ο επαναλαμβανόμενος αυτός κύκλος, με διαφορετική ένταση στην διάρκεια των εποχών του έτους, χαρακτηρίζεται ως «περιοδική ροή θερμότητας»^[1] (σχ. 2.12).

Η χρονική καθυστέρηση (ϕ) προσδιορίζει τη χρονική διάρκεια, που μεσολαβεί, από τη στιγμή της μέγιστης αιχμής της εξωτερικής θερμοκρασίας, μέχρι την μέγιστη αιχμή της εσωτερικής επιφανειακής θερμοκρασίας και εκφράζεται σε ώρες. Εξαρτάται από τη θερμοχωρητική ικανότητα των υλικών της κατασκευής και τη θερμική αδράνεια του κτηρίου. Όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής θερμοχωρητικότητας των υλικών τόσο αργότερα προχωρεί το εξωτερικό θερμικό φορτίο προς την εσωτερική επιφάνεια του δομικού στοιχείου, αποθηκεύοντας μεγάλα ποσά θερμότητας στη μάζα του υλικού.

Ο συντελεστής μείωσης (μ) ορίζεται ως η διαφορά διακύμανσης της εσωτερικής θερμοκρασίας σε σχέση με την αντίστοιχη εξωτερική και εκφράζεται με το λόγο του μέγιστου εύρους της εσωτερικής θερμοκρασίας ($T_{i\max}$) προς το αντίστοιχο της εσωτερικής ($T_{o\max}$).

$$\mu = \frac{T_{i\max}}{T_{o\max}} \quad (2.1)$$



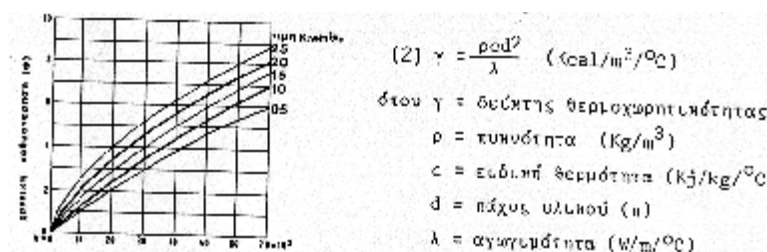
Σχήμα 2.12 Περιοδική μεταβολή της εξωτερικής θερμοκρασίας του αέρα και της εσωτερικής, επιφανειακής, για 24 ώρες.

Ο λόγος αυτός μεγαλώνει όσο αυξάνει η θερμική μόνωση του κελύφους.

Η θερμοχωρητικότητα των υλικών εξαρτάται από την πυκνότητα (ρ) του υλικού και από την ειδική θερμότητα (c). η χρονική καθυστέρηση εξαρτάται κυρίως από δύο παράγοντες^[1]:

§ Τη θερμική αγωγιμότητα (λ) του υλικού, εάν είναι υψηλή, η θερμική μεταβίβαση είναι ταχύτερη.

§ Τη θερμοχωρητικότητα του υλικού (γ). εάν πρόκειται για υλικό πυκνό με υψηλή ειδική θερμότητα, η μετάβαση της θερμότητας θα είναι βραδύτερη, μια και από κάθε μόριο του υλικού απορροφείται μεγάλη ποσότητα θερμότητας, πριν να μεταφέρει την επιπλέον θερμότητα σε άλλο μόριο και τελικά στον εσωτερικό χώρο (σχήμα 2.13).



Σχήμα 2.13 Προσδιορισμός της χρονικής καθυστέρησης, σε συνάρτηση με την αγωγιμότητα και τη θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου.

2.3. Το κτίριο ως παγίδα θερμότητας

Το κτίριο πρέπει να λειτουργεί ταυτόχρονα και ως "παγίδα θερμότητας". Αυτό σημαίνει ότι, η θερμότητα, που μάζεψε και αποθήκευσε, δεν πρέπει να διασκορπίζεται προς τα έξω.

Η διασπορά θερμότητας από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον προσδιορίζεται με τις θερμικές απώλειες και συμβαίνει όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι χαμηλές, δηλαδή τον χειμώνα.

Το καλοκαίρι, που οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλότερες, το κτίριο απορροφά θερμότητα, πολύ περισσότερη μάλιστα, όταν είναι άμεσα εκτεθειμένο στην ηλιακή ακτινοβολία. Τότε το εσωτερικό περιβάλλον κινδυνεύει από υπερθέρμανση και συνθήκες δυσφορίας.

2.3.1 Οι θερμικές απώλειες του κτηρίου

Οι θερμικές απώλειες σημειώνονται στα κτήρια με τρεις τρόπους:

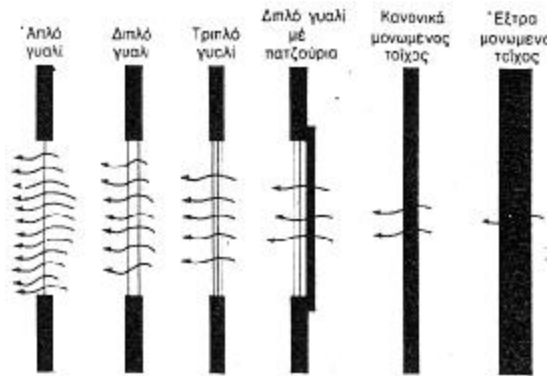
§ Με αγωγιμότητα μέσα από τοίχους, δάπεδα, στέγες (σε μικρότερο ποσοστό με ακτινοβολία και μεταφορά)

§ Με αγωγιμότητα μέσα από τους υαλοπίνακες των ανοιγμάτων (και σε

μικρότερο ποσοστό με ακτινοβολία και μεταφορά)

§ Με μεταφορά του αέρα μέσα από το εξωτερικό περίβλημα του κτηρίου. Αυτή η μεταφορά συμβαίνει από παράθυρα και πόρτες που ανοίγονται αλλά

§ και με διήθηση, δηλαδή τη δίοδο του αέρα μέσα από σχισμές και ανοίγματα του κελύφους^[2] (σχήμα 2.14).



Σχήμα 2.14 Συγκριτικά ποσά της θερμικής απώλειας μέσω διαφόρων τύπων παραθύρων και τοίχων.

Οι συνολικές θερμικές απώλειες εξαρτώνται από τους παρακάτω παράγοντες:

α- από το λόγο της συνολικής εξωτερικής επιφάνειας προς τον όγκο του κτιρίου. Όσο μικρότερη είναι η εξωτερική επιφάνεια, τόσο μικρότερος είναι ο λόγος και τόσο λιγότερες οι θερμικές απώλειες, ανά μονάδα επιφάνειας.

β- από τη μείωση των εκτεθειμένων πλευρών προς βορρά, όπου δεν υπάρχει ηλιασμός, καλύπτοντας ακόμη και με χώμα τμήμα ή και το σύνολο της βορινής όψης.

γ- από την προστασία των εκτεθειμένων πλευρών του κτιρίου στους επικρατούντες ψυχρούς ανέμους^[1].

1. Για την μείωση των απωλειών από αγωγιμότητα από τα κουφώματα και την ταυτόχρονη αύξηση του βαθμού άνεσης του χώρου στα κτήρια μπορούν να ληφθούν τα παρακάτω μέτρα^[2]:

§ Μείωση του αριθμού ή το μέγεθος των ανοιγμάτων ιδίως στις πλευρές όπου φυσά δυνατά ο άνεμος.

§ Αντικατάσταση του απλού υαλοπίνακα με διπλό ή τριπλό από κοινό ή ειδικό γυαλί.

§ Προσθήκη δεύτερου ακίνητου ή κινητού υαλοπίνακα.

§ Χρησιμοποίηση θερμομονωμένου πλαισίου όταν αυτό είναι μεταλλικό.

§ Τοποθέτηση κινητής μόνωσης εσωτερικά ή εξωτερικά (με κύρια

νυχτερινή χρήση) που αυξάνει σημαντικά την αντίσταση θερμοδιαφυγής του κουφώματος τις ώρες που το άνοιγμα δεν κερδίζει από την ηλιακή ακτινοβολία.

2. Οι θερμικές απώλειες από αερισμό οφείλονται στη μεταφορά του ζεστού αέρα από το κτήριο προς το περιβάλλον, μέσα από τα ανοίγματα και τους αρμούς των κουφωμάτων. Ο όγκος του θερμού αέρα που μ' αυτό τον τρόπο χάνεται από το χώρο αντικαθίσταται με ισόποσο ψυχρό από την ατμόσφαιρα.

Προτείνονται οι εξής τιμές (πίνακας 2.1):

Πίνακας 2.1

Εναλλαγή αέρα στην κατοικία για μέσες συνθήκες	
Είδος χώρου	Αριθμός αλλαγών αέρα / ώρα
χώροι χωρίς παράθυρα ή εξωτερικές πόρτες	1/2
χώροι με παράθυρα ή εξωτερικές πόρτες στη μια πλευρά	1
χώροι με παράθυρα ή εξωτερικές πόρτες Σε δυο πλευρές	1 - 1/2
χώροι με παράθυρα ή εξωτερικές πόρτες σε τρεις πλευρές	2
είσοδοι	2

[πηγή: ASHRAE^[6]]

2.4 Ο φυσικός αερισμός του κτηρίου

Ο αερισμός των χώρων του κτηρίου είναι καθοριστικός για την υγιεινή και θερμική άνεσή τους, την πρόσθετη απώλεια θερμότητας τον χειμώνα και το δροσιστικό των χώρων στη διάρκεια του καλοκαιριού.

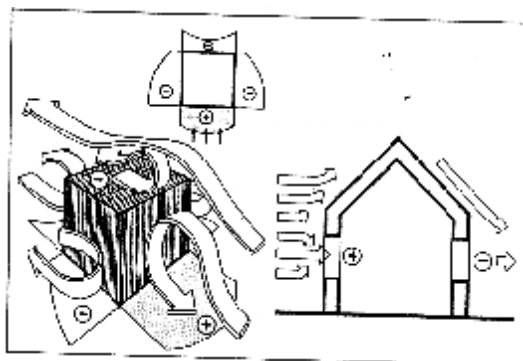
Διευκολύνει την ανταλλαγή θερμότητας του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον του και συμβάλλει στη φυσική ψύξη της κατασκευής, κυρίως όταν η εσωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από την εξωτερική.

Η ροή του αέρα μέσα από το κέλυφος του κτηρίου προκαλείται με δυο κυρίως τρόπους:

§ με τη διανομή του ανέμου και τη διαφοροποίηση των πιέσεων, που δημιουργούνται γύρω από το κτήριο. Οι πλευρές, που είναι άμεσα αντιμέτωπες με τον άνεμο, παρουσιάζουν υψηλές πιέσεις, ενώ οι απάνεμες πλευρές βρίσκονται σε ζώνες χαμηλής πίεσης, δημιουργώντας έτσι "κενό αέρα"

(σχήμα2.15).

§ με τις θερμικές δυνάμεις που αναπτύσσονται, λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας ανάμεσα στον εσωτερικό χώρο και στο εξωτερικό περιβάλλον. Ο θερμότερος αέρας, πιο ελαφρύς, μεταφέρεται προς τα πάνω το κενό έρχεται να καλύψει ψυχρότερος αέρας που είναι βαρύτερος. Η φυσική αυτή ροή δημιουργεί ρεύμα και φυσικό αερισμό με εναλλαγή.



Σχήμα 2.15 Διανομή των πιέσεων και υποτιέσεων γύρω από το κτήριο, υπό την επίδραση της ροής του ανέμου.

Οι παράμετροι^[1] που επηρεάζουν τις συνθήκες του φυσικού αερισμού είναι:

- α. οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες,
- β. ο προσανατολισμός, η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων,
- γ. η χρήση του κτιρίου και η δραστηριότητα των ενοίκων,
- δ. το χρώμα και η υφή των εξωτερικών επιφανειών,
- ε. η φυσική ψύξη του κτιρίου, με εξάτμιση νερού.

Αναλυτικά ισχύει:

α. Οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες καθορίζουν και τις απαιτήσεις του φυσικού αερισμού, στη διάρκεια των εποχών του έτους.

Στις εύκρατες περιοχές (ψυχροί χειμωνιάτικοι μήνες) πρέπει να μειώνεται το ποσοστό του αερισμού, για να μην έχουμε αύξηση στις θερμικές απώλειες. Το καλοκαίρι ο φυσικός αερισμός είναι απαραίτητος για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης.

Σε ζεστές – ξηρές περιοχές, με μεγάλη εξωτερική θερμοκρασία το καλοκαίρι, πρέπει ν' αποφεύγεται ο αερισμός την ημέρα, όσο το δυνατόν επιτρέπεται. Τη νύχτα, που η εξωτερική θερμοκρασία είναι πιο χαμηλή, ο

φυσικός αερισμός είναι αναγκαίος τόσο για τη μείωση της θερμοκρασίας του εσωτερικού χώρου, όσο και για την ψύξη των εσωτερικών επιφανειών.

β. Ο προσανατολισμός, η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων είναι κριτήριο για την δημιουργία συνθηκών κατάλληλου φυσικού αερισμού.

Τα ανοίγματα εισόδου πρέπει να είναι σε κάθετη διεύθυνση με τον άνεμο, γιατί αλλιώς ελαττώνεται η ταχύτητα ροής του στον εσωτερικό χώρο.

Η διανομή του αέρα στον εσωτερικό χώρο εξαρτάται επίσης από το μέγεθος και τη θέση των ανοιγμάτων εισόδου – εξόδου.

Τα ανοίγματα που βρίσκονται στην απάνεμη πλευρά (έξοδος) πρέπει να είναι μεγαλύτερα από τα ανοίγματα της εισόδου, ώστε να πραγματοποιείται ευκολότερα η κίνηση του αέρα μέσα στο χώρο, χωρίς να παρουσιάζονται προβλήματα υποπίεσης (σχήμα 2.16).

γ. Η χρήση του κτηρίου από τους ενοίκους ρυθμίζει τις ανάγκες για φυσικό αερισμό του χώρου.

Η επιθυμητή ροή του αέρα και η διανομή της ταχύτητάς του μεταβάλλονται ανάλογα με την χρήση του χώρου^[1].

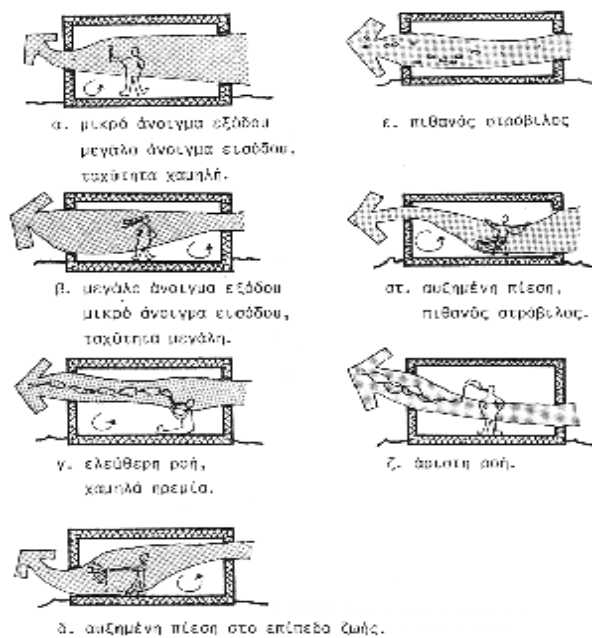
Η ψύξη του κτηρίου με φυσικό αερισμό οφείλεται στην απαγωγή της θερμότητας προς τα έξω.

Η ταχύτητα της ροής του αέρα παίζει επίσης πολύ σημαντικό παράγοντα. Για ζεστές – υγρές περιοχές, πρέπει να προσεγγίζει τα 2m/sec ώστε να ικανοποιούνται οι συνθήκες θερμικής άνεσης.

δ. Το χρώμα και η υφή των εξωτερικών επιφανειών καθορίζουν την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, που απορροφάται από την κατασκευή και κυρίως από την οροφή, στην διάρκεια της ημέρας, καθώς επίσης τη θερμότητα που χάνεται, με ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, στην διάρκεια της νύχτας, ρυθμίζοντας έτσι την θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας και την διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας^[1].

ε. Η φυσική ψύξη του κτηρίου πετυχαίνεται ακόμη με την ροή του αέρα επάνω ή μέσα από υγρές επιφάνειες, έξω ή μέσα στο κτήριο.

Πετυχαίνεται με την χρησιμοποίηση μικρών δεξαμενών, σε κατάλληλη θέση, έτσι ώστε ο εξωτερικός αέρας που μπαίνει στο κτήριο να απορροφά υγρασία προκαλώντας μείωση της θερμοκρασίας του και στη συνέχεια ψύξη των εσωτερικών επιφανειών του χώρου^[1].



Σχήμα 2.16 Διανομή της ροής του αέρα στον εσωτερικό χώρο, σε σχέση με το μέγεθος και τη θέση των ανοιγμάτων εισόδου-εξόδου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

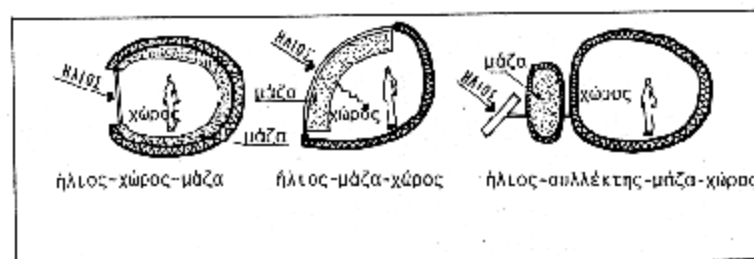
3.1. Γενική θεώρηση

Κέλυφος χαρακτηρίζεται η εξωτερική επιδερμίδα των κτιρίων, δηλαδή η περιοχή όπου διαλαμβάνονται ανταλλαγές θερμότητας, ανάμεσα στο κτίριο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Το κτήριο αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι ενός συνόλου, επηρεάζει και επηρεάζεται από αυτό, αποτελεί προϊόν συγκεκριμένων επιλογών, αναπαράγει και καθορίζει μοντέλα, διαμορφώνει ένα σύνολο που ονομάζουμε δομημένο περιβάλλον και που εντάσσεται στον ευρύτερο περιβάλλοντα χώρο^[16].

Τα βασικά αρχιτεκτονικά στοιχεία, που ρυθμίζουν τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου είναι:

- § Τα γυάλινα ανοίγματα και ο εξοπλισμός τους
- § Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης ή συλλέκτες θερμότητας
- § Τα προσαρτημένα στο κτίριο θερμοκήπια
- § Τα χαρακτηριστικά αυτά στοιχεία πρόκειται να παίξουν ένα σημαντικό "ενεργητικό" ρόλο, δηλαδή να τροφοδοτήσουν το κτίριο με "φυσικές" θερμίδες, που παίρνουν από τον ήλιο, χωρίς να επιβαρύνουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο (σχήμα 3.1).



Σχήμα 3.1 Σχηματική παράσταση της βασικής τυπολογίας των παθητικών συστημάτων.

Για να εφαρμοστούν οι βασικές βιοκλιματικές αρχές, και να επιτευχθούν οι στόχοι που θέτει η βιοκλιματική αρχιτεκτονική, χρησιμοποιείται μια ήπια τεχνική για την αξιοποίηση και εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, τα λεγόμενα "παθητικά συστήματα".

3.2. Ταξινόμηση των παθητικών συστημάτων

Τα παθητικά συστήματα, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους από θερμική άποψη, μπορούν να ταξινομηθούν^[1] σε τρεις μεγάλες ενότητες:

A. σε συστήματα με άμεσο ή απευθείας ηλιακό κέρδος

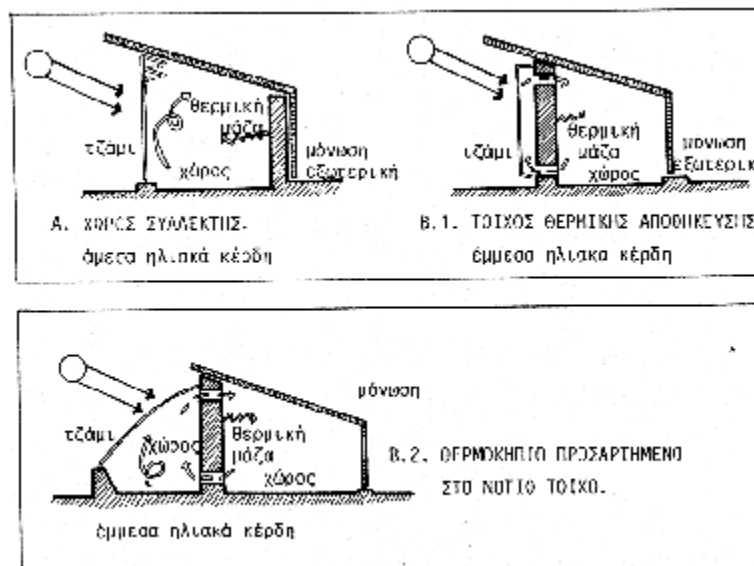
B. σε συστήματα με έμμεσο ηλιακό κέρδος, που διακρίνονται:

1. Σε συστήματα που χρησιμοποιούν τους τοίχους συλλέκτες ή θερμικής αποθήκευσης και

2. σε συστήματα που χρησιμοποιούν τα θερμοκήπια, τα προσαρτημένα συνήθως στη νότια πλευρά του τοίχου.

Γ. σε συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους, όπου η συλλεκτική επιφάνεια της ηλιακής ενέργειας διαχωρίζεται από το χώρο της θερμικής αποθήκευσης. Χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά της θερμότητας κάποια απλά μηχανικά μέσα, όπως ανεμιστήρες. Τα μικτά αυτά συστήματα λέγονται και υβριδικά και βασίζονται στη φυσική ροή κάποιου υγρού, αέρα ή νερού.

Οι δυο πρώτες ενότητες, θεωρούμε ότι είναι γνήσια παθητικά συστήματα (σχήμα 3.2), χωρίς αυτό να σημαίνει ότι η τρίτη ενότητα δεν παρουσιάζει αξιόλογα πλεονεκτήματα.



Σχήμα 3.2 Σχηματική παράσταση των βασικών παθητικών συστημάτων.

Προϋπόθεση για την αποτελεσματική τους λειτουργία ο νότιος προσανατολισμός και η βαριά μάζα στο εσωτερικό του κελύφους.

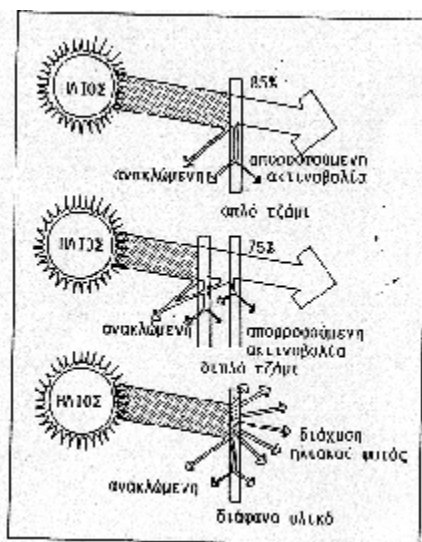
3.3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ Ή ΑΜΕΣΟ ΗΛΙΑΚΟ ΚΕΡΔΟΣ (DIRECT GAIN)

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας για τη θέρμανση των κτιρίων είναι η δέσμευσή της μέσα από τα γυάλινα ανοίγματα του κτιρίου. Στην περίπτωση αυτή το κτίριο λειτουργεί σαν

συλλέκτης, αποθήκη και διανομέας της θερμότητας.

Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από τους υαλοπινάκους και μέρος αυτής αποδίδεται άμεσα στο χώρο ενώ μέρος τους αποθηκεύεται στη μάζα του κτηρίου και αποδίδεται με χρονική υστέρηση^[16].

Τα νότια ανοίγματα συμμετέχουν στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου πάντα θετικά, ανεξάρτητα αν ο σχεδιασμός τους είναι συμβατικός ή βιοκλιματικός (σχήμα 3.3).



Σχήμα 3.3 Ποσοστό του ηλιακού φωτός που περνά μέσα από το γυάλινο άνοιγμα.

Σ' ένα παθητικό σύστημα απευθείας κέρδους η διαφορά του από ένα συμβατικό εντοπίζεται βασικά στη θερμική απόδοση των παραθύρων και στα υλικά των δομικών του στοιχείων (τοίχοι, πάτωμα, οροφή). Τα τελευταία κατασκευάζονται από υλικά που μπορούν να αποθηκεύσουν θερμότητα χρήσιμη για την νύχτα και περιόδους συννεφιάς^[2].

Οι παράγοντες, που καθορίζουν τη λειτουργία του συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος, είναι:

§ Οι μεγάλες γυάλινες επιφάνειες στη νότια πρόσοψη

§ Η λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, με κύρια οργάνωση προς το νότο

§ Η μεγάλη θερμική μάζα στο εσωτερικό του κτιρίου, ώστε ν' απορροφάται οποιαδήποτε απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας

§ Η θερμική προστασία στην εξωτερική πλευρά του κελύφους

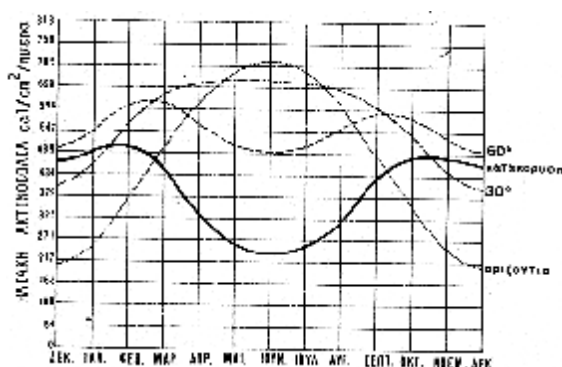
§ Η μείωση των θερμικών ανταλλαγών μέσα από τ' ανοίγματα, με τη χρήση κινητών μονωτικών παντζουριών.^[1]

3.3.1. Η αποτελεσματικότητα του συστήματος

Η αποτελεσματικότητα του συστήματος εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

α. τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων. Αν τα ανοίγματα προσανατολιστούν μέχρι 25° απόκλιση από το νότο δέχονται το 90% της ακτινοβολίας που πέφτει σ' ένα τελείως νότιο άνοιγμα. Έτσι διασφαλίζεται και η εύκολη ηλιοπροστασία του ανοίγματος, το καλοκαίρι και η αποφυγή της υπερθέρμανσης του χώρου^[2].

β. την κλίση του ανοίγματος. Το κατακόρυφο είναι προτιμότερο, γιατί ενώ σχεδόν έχει τον περισσότερο ηλιασμό το χειμώνα, προστατεύεται εύκολα το καλοκαίρι^[1]. (σχήμα 3.4α,β).



Σχήμα 3.4α Προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε νότιες επιφάνειες με κλίση

γ. το μέγεθος του νότιου ανοίγματος (πίνακας^[1] 3.1). Εξαρτάται από το ποσοστό ηλιακής συμμετοχής που επιθυμεί ο χρήστης, το κλίμα της περιοχής και τη γενικότερη κατασκευή τού κτιρίου.

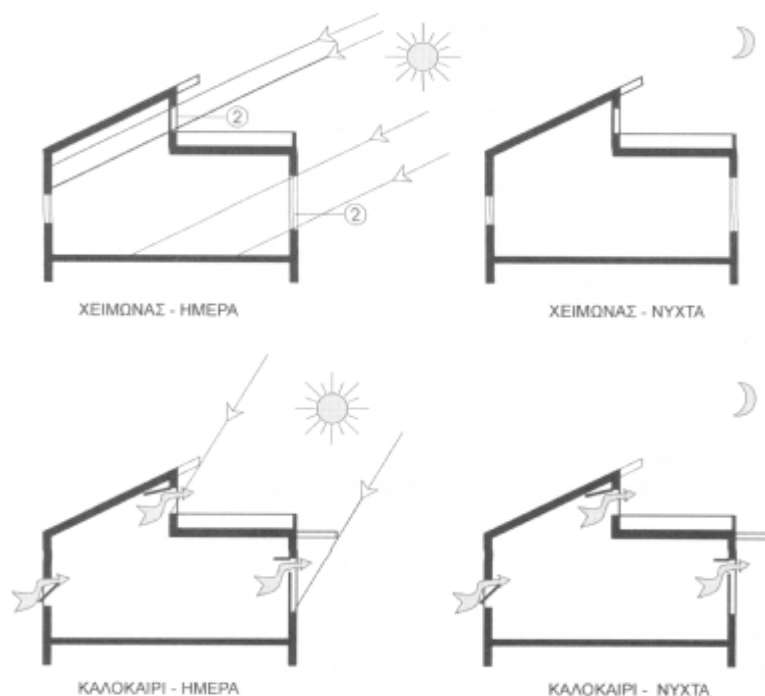
δ. τη θέση του ανοίγματος στην όψη ή κοντά στην οροφή. Εκλέγεται έτσι ώστε να διανέμεται η θερμότητα σ' όλο το κτίριο ομοιόμορφα. Ο άμεσος ηλιασμός όλου του χώρου λειτουργεί αποτελεσματικότερα στην απόδοση του συστήματος. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, για τους βορινούς πίσω χώρους, ανοίγματα στην οροφή (skylights) ή η κλιμακωτή διάταξη του κτιρίου, μπορεί να εξασφαλίσει τον άμεσο ηλιασμό του χώρου^[1].

ε. το υλικό κατασκευής του υαλοπίνακα. Γυαλιά που διαχέουν την ακτινοβολία, διανέμουν τη θερμότητα προς όλες τις κατευθύνσεις έτσι ώστε αυτή αποθηκεύεται σε κάθε δομικό στοιχείο που περικλείει το χώρο, σ' αντίθεση με το καθαρό γυαλί (σχήμα 3.5).

Πίνακας 3.1: Μέγεθος Ανοιγμάτων για Διαφορετικές Κλιματικές Συνθήκες

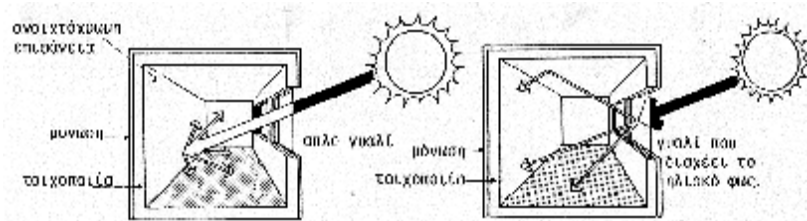
Μέση εξωτερική θερμοκρασία χειμώνα (°C)	m ² παραθύρου απαιτούμενα για κάθε m ² κάτοψης χώρου
Ψυχρά κλίματα	Με νυκτερινή μόνωση Στο υαλοστάσιο
-9,4°	0,27 -0,42
-6,7°	0,24-0,38
-3,9°	0,21-0,33
-1,1°	0,19-0,29
Εύκρατα κλίματα	
1,7°	0,16-0,25
4,4°	0,13-0,21
7,2°	0,11-0,17

[πηγή: ενεργειακός σχεδιασμός και παθητικά ηλιακά συστήματα κτηρίων]



Σχήμα 3.4β Προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία τον χειμώνα και το καλοκαίρι κατά την διάρκεια της ημέρας και της νύχτας

στ. την άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στα συμπαγή δομικά στοιχεία της κατασκευής, γιατί είναι πιο αποτελεσματική από την έμμεση για την απόδοση του συστήματος. Γενικό, απαιτείται 4πλάσια ποσότητα θερμικής μάζας για την αποθήκευση της έμμεσης ακτινοβολουμένης θερμότητας από τον αέρα του χώρου, σε σχέση με την άμεση πρόσπτωση στα συμπαγή δομικά στοιχεία, οροφή - δάπεδα – τοίχοι^[2].



Σχήμα 3.5 Διανομή της ηλιακής θερμικής ακτινοβολίας για διαφορετικού τύπου γυαλί.

3.3.2. Αποθήκευση της θερμότητας

Η αποθήκευση του επί πλέον ηλιακού κέρδους γίνεται στα δομικά στοιχεία του κτιρίου (εσωτερικά ή εξωτερικά). Αυτή η επί πλέον αποταμιευμένη θερμότητα αποδίδεται στο κτήριο όταν η εσωτερική θερμοκρασία μειωθεί, τη νύχτα ή πιθανόν και σε περιόδους συννεφιασμένων ημερών. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση είναι υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα.

Τέτοια είναι η πέτρα, το σκυρόδεμα, το κοινό συμπαγές τούβλο, τούβλα ενισχυμένα με άλατα μαγνησίου, η ωμοπλινθοδομή και το νερό. (Πίνακας^[2] 3).

Το χειμώνα, το 65% περίπου των θερμικών απωλειών πραγματοποιούνται την νύχτα, ενώ το υπόλοιπο 35% πραγματοποιείται κατά την διάρκεια της ημέρας. Αυτό σημαίνει ότι το άμεσο ηλιακό κέρδος, που προέρχεται από τα νότια ανοίγματα, μια ηλιόλουστη χειμωνιάτικη ημέρα, πρέπει να είναι ισόποσο προς τις θερμικές απώλειες.

Η χρησιμοποίηση θερμικής μάζας βοηθά επίσης στο να:

§ αποφεύγεται η υπερθέρμανση του κτιρίου από το μεγάλο ποσό της ακτινοβολίας που δέχεται.

§ μειώνονται οι διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας

§ επιβραδύνεται η μεταβίβαση της υψηλής εξωτερικής θερμοκρασίας τους καλοκαιρινούς μήνες στο εσωτερικό (ιδιότητα χρονικής καθυστέρησης) όταν είναι τοποθετημένη στο περίβλημα του κτιρίου^[2].

Τελικά το γυάλινο άνοιγμα αποτελεί τον πιο απλό και αποτελεσματικό συλλέκτη ηλιακής ενέργειας. Προϋπόθεση όμως σ' αυτό είναι να συνδυάζεται με μια σημαντική θερμική αδράνεια του προσαρτημένου χώρου και νυχτερινή μόνωση.

Πίνακας 3.2: Θερμοχωρητικότητα Υλικών που χρησιμοποιούνται για θερμική αποθήκευση

Υλικό	Ειδική θερμότητα kJ/kg °C	Πυκνότητα Kg/m ³	Θερμοχωρητικότητα Kcal/m ³ °C	Θερμική αγωγιμότητα λ W/m ² °C
Νερό (4°C)	4,19	1000	1000	Ισοθερμικό
Μπετόν	0,84	2240	492	1,70
Πέτρα άσβεστο	0,88	2850	546	3,00
Τούβλα πλήρη	0,84	1920	378	0,72
Πηλός	1,00	1700	220	0,52
Τούβλα με πρόσθετα άλατα μαγνησίου	0,84	1920	385	3,80

[πηγή: ενεργειακός σχεδιασμός και παθητικά ηλιακά συστήματα]

3.4. Συστήματα με έμμεσο ηλιακό κέρδος

Τα συστήματα, που εκμεταλλεύονται με έμμεσο τρόπο την ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση των κτιρίων.

Τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους διακρίνονται:

Στους τοίχους συλλέκτες ή θερμικής αποθήκευσης (thermal storage wall). Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης είναι ένας τοίχος, κατά κανόνα νότιος, κατασκευασμένος με υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας, που λειτουργεί σαν αποθήκη και διανομέας της θερμότητας. Ένα υαλοστάσιο τοποθετημένο σε μια απόσταση 10cm ή περισσότερο από αυτόν προς την εξωτερική του πλευρά χρησιμεύει για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Η θερμική ενέργεια, που απορροφάται από τον τοίχο, θερμαίνει την εξωτερική επιφάνεια του και στη συνέχεια τη μάζα του, με αγωγιμότητα, μέχρι που φτάνει στην εσωτερική του πλευρά, με κάποια χρονική καθυστέρηση και με μειωμένη την αρχική της ένταση. Ταυτόχρονα το γυαλί λειτουργεί σαν μονωτικό στρώμα για τη μείωση των θερμικών απωλειών από το θερμό τοίχο προς το εξωτερικό ψυχρό περιβάλλον^[2]. (σχήμα 3.6)

Ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στη μέγιστη εξωτερική, επιφανειακή θερμοκρασία και την παρατηρούμενη μέγιστη εσωτερική, αντίστοιχα, αντιστοιχεί στη χρονική καθυστέρηση ή διαφορά φάσης.

Ο τοίχος, λοιπόν, συλλέκτης θερμικής αποθήκευσης συμπεριφέρεται σαν ένας μηχανισμός χρονικής μετάθεσης και αδρανοποίησης των κυμάτων της εξωτερικής θερμοκρασίας, έτσι που το

εσωτερικό περιβάλλον να επωφελείται του θερμικού κέρδους, όταν δεν υπάρχει ηλιασμός, παρατείνοντας αποτελεσματικά τη "χρήσιμη" ηλιοφάνεια, για τη θέρμανση του χώρου χωρίς τη χρήση συμπληρωματικών πηγών ενέργειας.

Ανάλογα με το υλικό κατασκευής του, οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης διακρίνονται σε:

§ τοίχους που είναι κατασκευασμένοι με υλικά τοιχοποιίας δηλ. χυτό σκυρόδεμα, τσιμεντόλιθους (πλήρεις ή με οπές), τούβλα, πέτρα και ωμοπλινθοδομή και τοίχους που αποτελούνται από δοχεία μεταλλικά, πλαστικά ή από μπετόν και περιέχουν νερό.



Σχήμα 3.6 Τοίχος θερμικής συσσώρευσης.

3.4.1. Τοίχος μάζας

Ένας τοίχος μάζας είναι ένας στέρεος, νότιας πρόσοψης τοίχος ο οποίος απορροφά ηλιακή ακτινοβολία και μεταβιβάζει κάποια από αυτή μέσα στο κτήριο. Οι τοίχοι μάζας μπορεί να αποτελούνται από τσιμέντο, πέτρα ή τούβλο και κανονικά έχουν σκούρα, τυπική ματ μαύρη επιφάνεια, για να είναι αποτελεσματικοί απορροφητές της ηλιακής ακτινοβολίας. Είναι στιλβωμένοι για να ελαττώνεται η απώλεια θερμότητας προς τα έξω.

Η ηλιακή ενέργεια απορροφάται από την εξωτερική επιφάνεια του τοίχου αύξηση της θερμοκρασίας. Αυτό διεξάγεται μέσω του τοίχου σαν ένα αποθαρρυντικό θερμοκρασιακό κύμα, και απελευθερώνεται στον χώρο μέσω ακτινοβολίας και μεταγωγής θερμότητας. Η χρονική καθυστέρηση μεταξύ απορρόφησης και απελευθέρωσης εξαρτάται από το υλικό και το πάχος του τοίχου. Για τσιμέντο είναι περίπου 18 λεπτά ανά 10mm πάχους. Η θερμότητα απελευθερώνεται στον χώρο πιο αργά, αλλά πέραν μιας μακρύτερης περιόδου, καθώς αυξάνεται το πάχος του τοίχου.

Οι απώλειες της μετάδοσης της θερμότητας μέσω του τοίχου είναι υψηλότερες από αυτές ενός καλά μονωμένου συμβατικού τοίχου. Όπως και με τα συστήματα άμεσου, αυτές οι απώλειες θα αντισταθμίζουν το ηλιακό

κέρδος. Το καθαρό θερμικό κέρδος του τοίχου μπορεί να βελτιωθεί χρησιμοποιώντας χαμηλής εκπομπής διπλή υαλοκατασκευή από μία απλή.

Οι θερμικές απώλειες μπορούν ακόμα να μειωθούν με την χρησιμοποίηση κινητής μόνωσης την νύχτα. Αν αυτή η μόνωση είναι να τοποθετηθεί στην σωστή θέση με τα χέρια η αποτελεσματικότητα της θα εξαρτηθεί από την χρήση των χρηστών του κτηρίου. Η νυχτερινή μόνωση μπορεί να εφαρμόζεται αυτόματα, παρόλο που τέτοια συστήματα είναι πιο ακριβά.

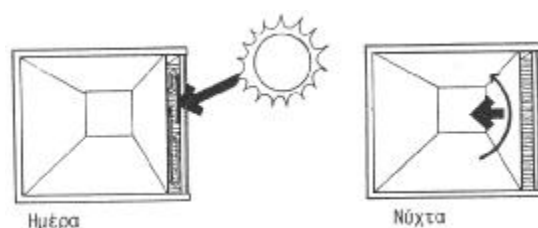
Οι τοίχοι μάζας πρέπει να είναι καλά σκιασμένοι το καλοκαίρι ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση. Κινητή μόνωση και κινητή σκίαση μπορεί να παρέχονται μέσω του ίδιου συστήματος.

Η εξωτερική επιφάνεια ενός τοίχου μάζας μπορεί να φτάσει υψηλές θερμοκρασίες, της τάξεως 60°C , σε άμεση ηλιοφάνεια. Το υλικό του τοίχου πρέπει να είναι ικανό να αντιστέκεται στα επακόλουθα της θερμικής έντασης.

Ένας τοίχος μάζας θα αυξήσει το κόστος του κτηρίου, αν ο τοίχος εξυπηρετεί έναν δομικό σκοπό επιπρόσθετα με τον θερμικό, η ανάγκη για αύξηση δεν είναι μεγάλη.^[17]

3.4.2. Τοίχος νερού

Ένας τοίχος νερού είναι σαν ένας τοίχος μάζας εκτός από το ότι η συγκρότηση νερού αντικαθιστά το στέρεο τοίχο (σχήμα 3.7). Το νερό μπορεί να συγκρατείται μέσα σε μεταλλικούς ή γυάλινους σωλήνες.



Σχήμα 3.7 Θερμική αποθήκευση σε τοίχο νερού.

Η λειτουργία του ημέρα και νύχτα

Αφότου η συγκεκριμένη θερμική ικανότητα του νερού είναι υψηλότερη από αυτή της λιθοδομής, οι τοίχοι νερού μπορεί να είναι πιο πλεονεκτική, εκεί όπου απαιτείται μια κατασκευή χαμηλής μάζας. Το ρεύμα της μεταφερόμενης θερμότητας θα εξασφαλίσει την ίδια θερμοκρασία σε όλο το νερό, έτσι αντίθετα από τους τοίχους μάζας, εδώ δε θα υπάρχει σημαντική χρονική καθυστέρηση κατά την μεταφορά της θερμότητας διαμέσων του τοίχου. Αφότου οι θερμοκρασίες της εξωτερικής επιφάνειας των τοίχων νερού δεν

αυξάνονται τόσο ψηλά όσο αυτών των δομικών τοίχων, οι τοίχοι νερού τείνουν να είναι περισσότερο ικανοί απορροφητές της ηλιακής ακτινοβολίας.^[17]

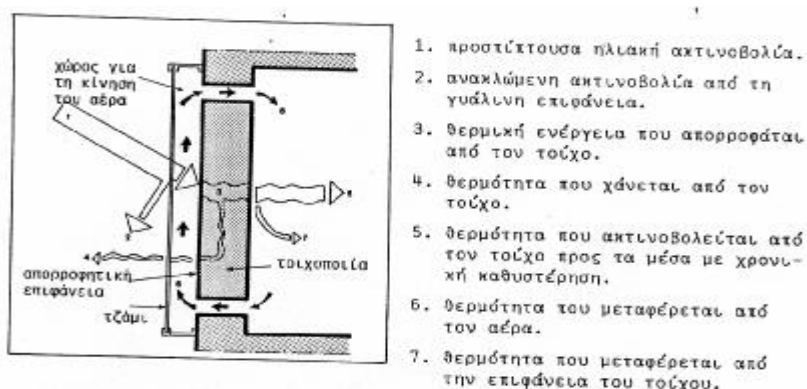
3.4.3. Τοίχος Trombe

Ο τοίχος Trombe (σχήμα 3.8) είναι σαν έναν τοίχο μάζας με ανοίγματα “διόδους” (στο πάνω και κάτω μέρος). Μερική από την απορροφούμενη θερμότητα, διευθύνεται μέσω του τοίχου όπως περιγράφηκε και στον τοίχο μάζας.

Συλλογικά κατά τη διάρκεια ηλιόλουστων ημερών, ο αέρας μεταξύ του τοίχου και της υαλοκατασκευής θερμαίνεται, γίνεται λιγότερος πυκνός και υψώνεται. Ο θερμός αέρας εισέρχεται στο χώρο μέσω του πάνω ανοίγματος, σπρώχνοντας τον ψυχρότερο αέρα από τον χώρο μέσω του κάτω ανοίγματος.

Εναλλακτικά ένας ανεμιστήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να εξασφαλιστεί η κυκλοφορία. Την νύχτα τα ανοίγματα κλείνουν ώστε να εμποδιστεί η αντίστροφη κυκλοφορία, η οποία θα μπορούσε να προκαλέσει ψύξη του κτιρίου. Τα ανοίγματα θα πρέπει να έχουν ασφάλειες.

Αφότου υπάρχει μια μικρή χρονική καθυστέρηση μεταξύ της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας από τον τοίχο, και της μερικής απελευθέρωσής της στο χώρο, ο τοίχος Trombe μπορεί να συμβάλλει σε προβλήματα υπερθέρμανσης αν ο χώρος θερμαίνεται και μέσω άμεσου κέρδους.



Σχήμα 3.8 Τοίχος θερμικής αποθήκευσης ή τοίχος Trombe

Το κλείσιμο των ανοιγμάτων μπορεί να απαιτείται σε ζεστές ηλιόλουστες μέρες, ή τα ανοίγματα μπορεί να είναι ρυθμισμένα στο να προωθούν την κίνηση του αέρα διαμέσων του κτηρίου, εξάγοντάς τον στο εξωτερικό περιβάλλον από το πάνω μέρος του τοίχου Trombe.^[17]

3.4.4. Η απόδοση του συστήματος

Η αποτελεσματικότητα ενός συστήματος που χρησιμοποιεί τοίχο θερμικής αποθήκευσης εξαρτάται^[1] από:

- § το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου
- § το πάχος του τοίχου και τα υλικά της κατασκευής του
- § το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου
- § τον τρόπο λειτουργίας του

3.4.4.1. Το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου

Προσδιορίζεται από τρεις καθοριστικές παραμέτρους:

α. το κλίμα του τόπου που σημαίνει τις θερμοκρασιακές διαφορές ανάμεσα στην εσωτερική και εξωτερική θερμοκρασία. Όσο μεγαλώνει η διαφορά θερμοκρασίας τόσο πρέπει να αυξάνεται η θερμική αποθήκευση, άρα και το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου^[1].

β. το γεωγραφικό πλάτος έχει σχέση με την ακτινοβολία που πέφτει στον νότιο τοίχο στην διάρκεια του χειμώνα. Γενικά, όσο αυξάνει το γ.πλ. του τόπου αυξάνει και το μέγεθος του τοίχου^[2].

γ. τις ανάγκες του κτηρίου σε θέρμανση, πράγμα που εξαρτάται από τις θερμικές απώλειες και τον βαθμό θερμομόνωσης του κτηρίου.

Πίνακας 3.3 Απαιτούμενη επιφάνεια τοίχου θερμικής αποθήκευσης για διαφορετικές κλιματικές συνθήκες

Μέση εξωτερική θερμοκρασία το χειμώνα °C	Επιφάνεια τοίχου για τη μοναδιαία επιφάνεια του χώρου m ²	
Κλίμα Ψυχρό	Τοιχοποιία	τοίχος νερού
- 9.5	0.72 - 1.0	0.55 - 1.0
- 6.7	0.60 - 1.0	0.45 - 0.85
- 4.0	0.51 - 0.93	0.38 - 0.70
- 1.0	0.43 - 0.78	0.31 - 0.55
Κλίμα εύκρατο		
+ 1.5	0.35 - 0.60	0.25 - 0.43
+ 4.5	0.28 - 0.46	0.20 - 0.34
+ 7.2	0.22 - 0.35	0.16 - 0.25

[πηγή: βιοκλιματική αρχιτεκτονική, παθητικά – ηλιακά συστήματα]

3.4.4.2. Το πάχος του τοίχου και τα υλικά κατασκευής του

Η βέλτιστη ετήσια απόδοση του τοίχου εξαρτάται από τη θερμική αγωγιμότητα του υλικού κατασκευής του (πίνακας^[1] 3.4). Το βέλτιστο πάχος ενός τοίχου με υλικά τοιχοποιίας αυξάνει καθώς αυξάνει και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού.

Έχει προκύψει ότι:

§ για τοίχους κατασκευασμένους από μπετόν το βέλτιστο πάχος κυμαίνεται από 30-40 cm, με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας από 8,9⁰-5,6⁰C, και χρονική καθυστέρηση από 9-12 ώρες.

§ Για τους υδάτινους τοίχους πάχος 15 cm θεωρείται το βέλτιστο. Γενικά η απόδοση ενός υδάτινου τοίχου αυξάνει όσο αυξάνει και το πάχος του, αν και σε πάχος μεγαλύτερο από 15 cm δεν υπάρχει αξιοσημείωτη αύξηση της απόδοσης.

§ για την ωμοπλινθοδομή, το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται στα 30 cm, με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας γύρω στους 3,9⁰C και με χρονική καθυστέρηση περίπου 8 ωρών

§ για τον τοίχο από τούβλο, το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται γύρω στα 40 cm, με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας 4,4⁰C περίπου, και χρονική καθυστέρηση γύρω στις 8 ώρες^[1].

Πίνακας 3.4 Διακύμανση της εσωτερικής, επιφανειακής θερμοκρασίας και χρονική καθυστέρηση, για τοίχο συλλέκτη από μπετόν.

Πάχος τοίχου	Διακύμανση της θερμοκρασίας	Χρονική καθυστέρηση της υψηλότερης θερμοκρασίας
cm	°C	Ώρες
20	22.2	6.8
30	11.1	9.3
35	8.3	10.6
40	5.5	11.9
45	4.1	13.2
50	2.7	14.5
60	1.1	17.1

[πηγή: βιοκλιματική αρχιτεκτονική, παθητικά – ηλιακά συστήματα]

3.4.4.3. Το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου συλλέκτη.

Επηρεάζει το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από τον τοίχο και στη συνέχεια αποδίδεται στον εσωτερικό χώρο.

Τα σκούρα χρώματα απορροφούν, γενικά, περισσότερη θερμότητα. Το μαύρο χρώμα έχει την μεγαλύτερη απορροφητικότητα.

Γι 'αυτό το λόγο οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων θερμικής αποθήκευσης συνιστάται να βάφονται σκούρες (πίνακας^[1] 3.5).

Πίνακας 3.5 Ικανότητα απορρόφησης θερμικής ενέργειας χρωμάτων και υλικών

Χρώμα – Υλικό	Απορ/κότητα (α)	Χρώμα – Υλικό	Απορ/κότητα (α)
Μαύρο	0.97	Μπετόν καφέ	0.85
Μαύρο ματ	0.95	Σκούρο μπλε γκρι	0.88
Σκούρο γκρι	0.91	Τούβλο κόκκινο	0.70
Φυσικό μπετόν	0.65	Πράσινο	0.59
Μπετόν μαύρο	0.91	Ανοιχτό πράσινο	0.47
Σκούρο Πράσινο	0.89	Κίτρινο	0.57
Σκούρο καφέ	0.88	Άσπρο	0.25

[πηγή: βιοκλιματική αρχιτεκτονική, παθητικά – ηλιακά συστήματα]

3.4.4.4. Τον τρόπο λειτουργίας

Η απόδοση εξαρτάται από τις θυρίδες αερισμού, πού βρίσκονται στο επάνω και κάτω τμήμα του τοίχου, αυξάνοντας την απόδοσή του, ιδίως στα ψυχρά κλίματα.

Ο χρόνος πού θα συνεχιστεί η θερμοκυκλοφορία του αέρα είναι συνάρτηση της ποσότητας της ηλιακής ακτινοβολίας πού δέχεται ο τοίχος στη διάρκεια του ηλιασμού και των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών.

Η συνολική ετήσια απόδοση του τοίχου δεν επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την ύπαρξη των θυρίδων ιδίως σε εύκρατα κλίματα όσο επηρεάζεται η ημερήσια απόδοσή του επειδή αρχίζει συγχρόνως με τον ηλιασμό του τοίχου και η θέρμανση του χώρου.

3.5. ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΕΝΟΣ ΗΛΙΑΚΟΣ ΧΩΡΟΣ - ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ (ATTACHED SUNSPACE, GREENHOUSE, SERRE)

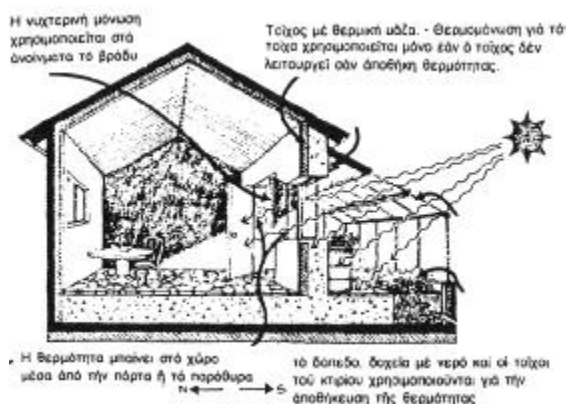
Ο προσαρτημένος ηλιακός χώρος είναι συνδυασμός παθητικού συστήματος «απευθείας κέρδους» και τοίχου θερμικής συσσώρευσης.

Το θερμοκήπιο βρίσκεται, συνήθως, στη νότια πλευρά του κτιρίου και εφαρμόζεται κυρίως στην κατοικία. Περιβάλλεται από τη μια ή μέχρι τις τρεις πλευρές του με υαλοστάσιο και από τις υπόλοιπες από συμπαγή τοίχο με θερμική μάζα με τον οποίο και συνδέεται με το κυρίως κτίριο (σχήμα 3.9)

Συχνά τα θερμοκήπια είναι χώροι που προστίθεται μετά στα

υφιστάμενα κτήρια. Αυτό έχει ως συνέπεια με μικρό κόστος εγκατάστασης να εξυπηρετούν σε πολλές λειτουργίες. Η ηλιακή ενέργεια απορροφείται από τον πίσω συμπαγή τοίχο του θερμοκηπίου, μετατρέπεται σε θερμότητα και ένα ποσοστό μεταφέρεται στο κτήριο.

Την ημέρα, σε περίπτωση ηλιοφάνειας, λειτουργεί ως διάφανη επιλεκτική επιφάνεια, αφήνοντας να περνά συνολικά η ηλιακή ακτινοβολία, μειώνοντας παράλληλα τις απώλειες θερμότητας (ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος), που απορροφάται από τις επιφάνειες και τη θερμική μάζα του θερμοκηπίου. Μ' αυτόν τον τρόπο, την ημέρα το θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου παραμένει θετικό.



Σχήμα 3.9 Κτήριο κατοικίας με προσαρμοσμένο θερμοκήπιο

Τη νύχτα όμως, λειτουργώντας σαν μαύρο σώμα, αποβάλλει με ακτινοβολία προς την ατμόσφαιρα όλη την θερμότητα που συγκέντρωσε την ημέρα. Το θερμικό κέρδος χάνεται με την μορφή θερμικών απωλειών και το θερμικό ισοζύγιο μετατρέπεται σε αρνητικό^[1].

Το συνολικό, ημερήσιο θερμικό ισοζύγιο (σχ. 3.10) του θερμοκηπίου εκφράζεται από μια αισθητή ανύψωση της μέγιστης θερμοκρασίας και από τη διατήρηση της ελάχιστης, σε σχέση με τη διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας, στη διάρκεια του χειμώνα (πίνακας^[1] 7)

Πίνακας 3.6 Εσωτερική θερμοκρασία στο θερμοκήπιο σε σχέση με την εξωτερική

Μέση ημερήσια Εξωτερική θερμοκρασία	Μέση ημερήσια εσωτερική θερμοκρασία* °C	
	μονό τζάμι.	διπλό τζάμι
°C		
-12.2	1.7 - 7.2	7.2 - 12.8
-9.4	4.4 - 10.0	10.0 - 15.5

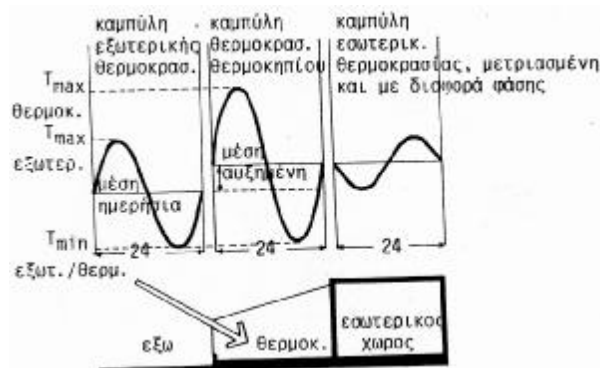
-6.6	7.2 -12.8	12.8 - 18.3
-3.9	10.0 -15.5	15.5 - 21.1
-0.5	12.8 -18.3	18.3 - 23.9
-1.7	15.5 -21.1	21.1 - 26.7
-4.4	18.3 -23.9	23.9 - 29.4
-7.2	21.1 -26.7	26.7 - 32.2

[πηγή: βιοκλιματική αρχιτεκτονική, παθητικά – ηλιακά συστήματα]

Σαν αποτέλεσμα προκύπτει μια διεύρυνση της καμπύλης, που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία του θερμοκηπίου.

Το καλοκαίρι η θερμική συμπεριφορά του θερμοκηπίου αντιστρέφεται. Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας στη διάρκεια της ημέρας είναι αυξημένη. Το εσωτερικό περιβάλλον του θερμοκηπίου περνά από συνθήκες υπερθέρμανσης σε μια νυχτερινή, ανεπαρκή ψύξη. Το θερμικό ισοζύγιο παραμένει όλο το 24ωρο θετικό.

Η ηλιακή ακτινοβολία που συλλέγεται από τα υαλοστάσια του θερμοκηπίου, θερμαίνει τον αέρα στο εσωτερικό του καθώς και τα δομικά στοιχεία που το περιβάλλουν και που αποτελούν τμήμα του νότιου κελύφους του κτηρίου.^[17]



Σχήμα 3.10 Διακύμανση της ημερήσιας θερμοκρασίας μέσα στο θερμοκήπιο και στον εσωτερικό χώρο.

3.5.1. Η αποτελεσματική απόδοση του συστήματος

Είναι δύσκολο να βγουν συμπεράσματα για την απόδοση του προσαρτημένου ηλιακού χώρου για το λόγο ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλία γεωμετρικών σχημάτων και τρόποι σύνδεσης του ηλιακού χώρου με το κτήριο.

Η συνολική θερμική απόδοση ενός θερμοκηπίου υπολογίζεται σε 60-75% κάλυψη των θερμαντικών αναγκών του θερμοκηπίου στους χειμερινούς μήνες, ενώ στους παρακείμενους κατοικήσιμους χώρους του κτιρίου φθάνει

ένα 10-30% από την ενέργεια που έπεσε στην επιφάνεια του θερμοκηπίου^[2].

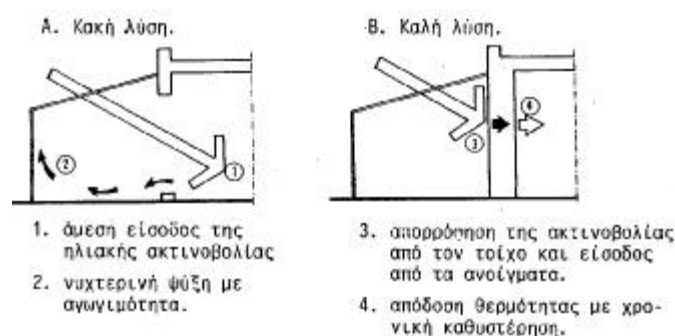
Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του προσαρτημένου στο κτίριο θερμοκηπίου είναι:

1. ο προσανατολισμός του.
2. το μέγεθός του.
3. η κλίση του υαλοστασίου και τα υλικά κατασκευής του.
4. η σύνδεσή του με τα στοιχεία θερμικής αποθήκευσης του κτιρίου^[1]

3.5.1.1. Ο προσανατολισμός του θερμοκηπίου.

Το θερμοκήπιο προσαρτάται στη νότια όψη του κτιρίου, και βέλτιστο σχήμα του είναι το επίμηκες με άξονα Α-Δ για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα. Προϋπόθεση για την αποτελεσματική του λειτουργία είναι η άμεση σύνδεσή του με τον τοίχο θερμικής αποθήκευσης, στη νότια πλευρά, που διαχωρίζει το εσωτερικό του κτιρίου με τον ηλιακό χώρο. (σχήμα 3.11).

Προσαρτημένοι ηλιακοί στους άλλους προσανατολισμούς έχουν κάποια θετική συνεισφορά αλλά όχι σημαντική. Ανατολικά και δυτικά θερμοκήπια συνεισφέρουν θερμικά στο κτίριο αλλά έχουν σοβαρά προβλήματα υπερθέρμανσης το καλοκαίρι. Βόρεια θερμοκήπια ενώ δεν προσφέρουν ηλιακή θερμότητα, συμβάλλουν στη μείωση των θερμικών απωλειών από το κτίριο επειδή διατηρούν μια θερμοκρασία ενδιάμεση από αυτές του εσωτερικού χώρου του κτιρίου και του εξωτερικού περιβάλλοντος^[3].



Σχήμα 3.11 Θερμική λειτουργία του θερμοκηπίου, που συνδέεται με γυάλινη επιφάνεια (Α) ή με τοίχο θερμικής αποθήκευσης (Β).

3.5.1.2. Το μέγεθος του θερμοκηπίου

Το θερμοκήπιο μπορεί να είναι ένας μικρός ή μεγάλος χώρος προσαρτημένος στην όψη του κτιρίου, σε μικρή επαφή με το κτίριο ή να περικλείεται από τις 2, 3 ή ακόμη και τις 4 πλευρές (αίθριο) από τους τοίχους του κτιρίου. Για τον προσδιορισμό του μεγέθους λαμβάνεται υπόψη κυρίως το μέγεθος του χώρου που πρέπει να θερμανθεί και άλλοι παράγοντες όπως το

Γ.Π. του τόπου, το κλίμα, η μάζα θερμικής αποθήκευσης, τα θερμομονωτικά χαρακτηριστικά του θερμοκηπίου και των χώρων που πρόκειται να θερμανθούν και το σύστημα διανομής της θερμότητας στο κτίριο (πίνακας^[2] 3.7).

3.5.1.3. Η κλίση του υαλοστασίου και τα υλικά κατασκευής του

Η κλίση του υαλοστασίου επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του θερμοκηπίου, γιατί προσδιορίζει την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, που προσπίπτει και δεσμεύεται. Η καλύτερη κλίση είναι από 40⁰-70⁰, σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο.

Τα υλικά που είναι καθοριστικής σημασίας για ένα θερμοκήπιο, είναι τα υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας, δηλαδή το γυαλί ή το διαφανές πλαστικό και τα υλικά αποθήκευσης από τα οποία είναι κατασκευασμένος ο τοίχος ανάμεσα στο θερμοκήπιο και το βασικό χώρο.

Τα περισσότερα θερμοκήπια είναι κατασκευασμένα με διπλό υαλοπίνακα και χωρίς πρόσθετες κατασκευές για τη μείωση των θερμικών απωλειών.

Στην περίπτωση που χρειάζεται η ύπαρξη τρίτου και τέταρτου υαλοπίνακα (ψυχρά κλίματα) πρέπει αυτοί να κατασκευάζεται από υλικό με μεγάλη διαπερατότητα, ώστε να μη μειώνεται η ποσότητα του φωτισμού^[3].

Πίνακας 3.7 Μέγεθος προσαρτημένου θερμοκηπίου για διάφορες κλιματικές συνθήκες

Μέση εξωτερική χειμερινή Θερμοκρασία (C ⁰)	Επιφάνεια υαλοστασίου θερμοκηπίου (m ²) που απαιτείται για τη θέρμανση 1 m ² κατοικήσιμου χώρου			
	Κλιματικές συνθήκες	Βαθμο-ημέρες	Τοίχος με υλικά τοιχοποιίας	Υδάτινος τοίχος
Ψυχρά κλίματα				
-6,7 ⁰	750	0.90 - 1.50	0.68 - 1.27	
-3,9 ⁰	668	0.78 - 1.30	0.57 - 1.05	
-1,1 ⁰	583	0.65 - 1.17	0.47 - 0.82	
Εύκρατα κλίματα				
1,7 ⁰	500	0.53 - 0.90	0.38 - 0.65	
4,4 ⁰	417	0.42 - 0.69	0.30 - 0.51	
7,2 ⁰	335	0.33 - 0.53	0.24 - 0.38	

[πηγή: ενεργειακός σχεδιασμός και παθητικά ηλιακά συστήματα κτηρίων]

3.5.1.4. Η σύνδεσή του με το κτήριο.

Υπάρχουν πέντε βασικοί μέθοδοι^[2] για τη μεταφορά της θερμότητας

από το θερμοκήπιο στον εσωτερικό χώρο:

1. Η απευθείας πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτιρίου. Όπου ένα τμήμα του κοινού τοίχου μεταξύ του θερμοκηπίου και του κτιρίου καλύπτεται με υαλοστάσιο. Ένα σημαντικό ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που πέφτει στο θερμοκήπιο, μπαίνει στο κτίριο απευθείας μέσα από τα ανοίγματα. Ένα άλλο ποσοστό της ακτινοβολίας παραμένει στο θερμοκήπιο και το θερμαίνει. Έτσι το σύστημα λειτουργεί όπως το παθητικό σύστημα του «απευθείας κέρδους». Το πλεονέκτημα είναι ότι μειώνονται οι θερμικές απώλειες από το υαλοστάσιο του θερμαινόμενου χώρου επειδή μεσολαβεί το θερμοκήπιο όπου αναπτύσσεται υψηλότερη θερμοκρασία από το εξωτερικό περιβάλλον (σχήμα 3.12α).

2. Η με μεταφορά του θερμού αέρα από το θερμοκήπιο στο χώρο με θερμοσιφωνισμό (σχήμα 3.12β) ή με βεβιασμένη μεταφορά (σχήμα 3.12γ) Για τη φυσική μεταφορά απαιτούνται ανοίγματα στον κοινό τοίχο θερμοκηπίου-κτιρίου. Όσο υψηλότερα είναι τοποθετημένα και όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία στο θερμοκήπιο, τόσο μεγαλύτερη είναι η ροή της θερμότητας από το θερμοκήπιο στον κυρίως χώρο. Αν χρησιμοποιηθούν ανεμιστήρες, με χειροκίνητη ή αυτόματη λειτουργία η θερμότητα μπορεί να διοχετευθεί και στους βόρειους χώρους που δεν δέχονται ηλιακή ακτινοβολία.

3. Η με αγωγιμότητα μέσω των διαχωριστικών τοίχων. (σχήμα 3.12δ) Είναι ο πιο συνηθισμένος και αποτελεσματικός τρόπος. Ο διαχωριστικός τοίχος δεν έχει θερμική μόνωση και ουσιαστικά λειτουργεί σαν το παθητικό σύστημα του τοίχου θερμικής αποθήκευσης από υλικά τοιχοποιίας ή από νερό.

Η αποτελεσματικότητα εξαρτάται από την επιφάνεια του τοίχου το πάχος, το υλικό κατασκευής και το χρώμα της επιφάνειας.

Ανάλογα με το υλικό κατασκευής του τοίχου τα προτεινόμενα πάχη δίνονται στον παρακάτω πίνακα^[2] 3.8.

Πίνακας 3.8 Πάχος διαχωριστικού τοίχου θερμοκηπίου - κτηρίου

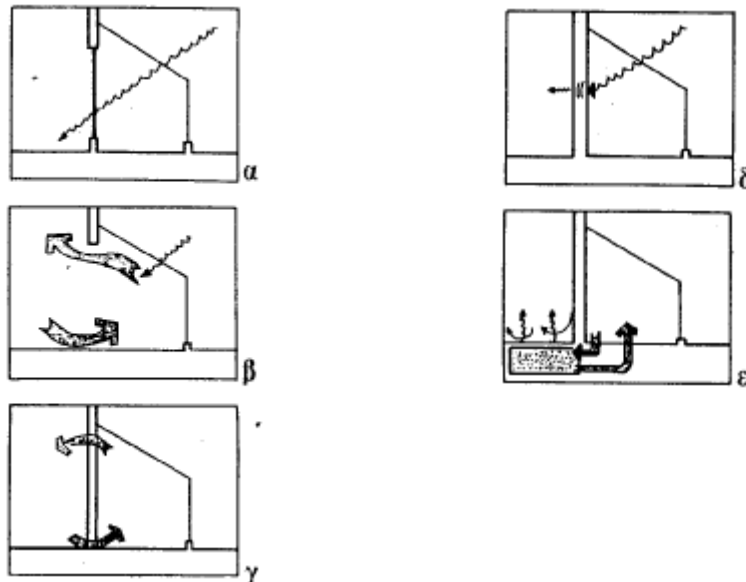
Υλικό	Προτεινόμενο πάχος (cm)
Ωμοπλινθοδομή	20 – 30
Κοινή οπτοπλινθοδομή	25 – 35
Μπετόν (βαρύ)	30 – 45
Νερό	20 ή περισσότερο (ή 0,67 m ³ για κάθε m ² νότιου υαλοστασίου)

[πηγή: ενεργειακός σχεδιασμός και παθητικά ηλιακά συστήματα κτηρίων]

Όταν υπάρχει υδάτινος τοίχος μεταξύ του θερμοκηπίου και του κτιρίου, ο όγκος του νερού προσδιορίζει τη διακύμανση της θερμοκρασίας στο θερμοκήπιο και στους παρακείμενους κατοικήσιμους χώρους. (πίνακας^[2] 3.9)

Όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος του νερού τόσο μικρότερες είναι οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις

4. Η με τη χρήση απλών ενεργητικών συστημάτων μεταφορά της θερμότητας και αποθήκευσή της στον εσωτερικό χώρο απ' όπου και μεταδίδεται με ακτινοβολία ή μεταφορά. (σχήμα 3.12ε) Μέθοδος πού χρησιμοποιεί κυρίως ανεμιστήρες, για να παραλάβουν τον θερμό αέρα από το θερμοκήπιο για να τον μεταφέρουν στη συνέχεια με σωληνώσεις σε χώρους όπου η θερμότητα θα αποθηκευθεί σε όγκους με θραυστό υλικό. Ο πιο συνηθισμένος χώρος για αποθήκευση είναι κάτω από το δάπεδο του κτιρίου. Όταν η μετάδοση της θερμότητας από το χώρο αποθήκευσης στο κτίριο γίνεται χωρίς μηχανικά μέσα απαιτείται μεγάλη εκτεθειμένη επιφάνεια του χώρου αποθήκευσης προς το χώρο πού πρόκειται να θερμανθεί. Το πλεονέκτημα της αποθήκευσης στο δάπεδο του κτιρίου είναι ότι το θερμοκήπιο κατασκευάζεται από οποιοδήποτε υλικό και δεν είναι απαραίτητο να περιέχει στοιχεία με θερμική μάζα. Μειονέκτημα μπορεί να αποτελέσει ο αυξημένος κίνδυνος υγραποίησης του αέρα.



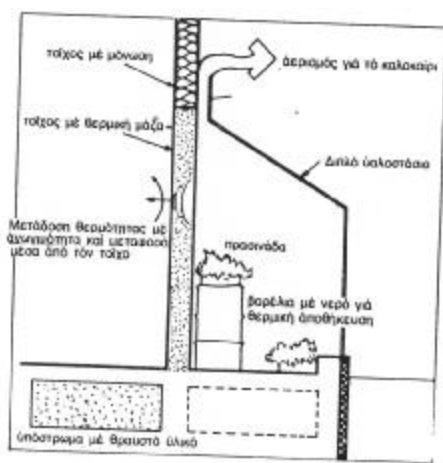
Σχήμα 3.12 Τρόποι θερμικής σύνδεσης θερμοκηπίου – θερμαινόμενου χώρου
5. Συνδυασμός από τις παραπάνω λύσεις. (σχήμα 3.13)

Πίνακας 3.9 Ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας σε θερμοκήπιο με υλικό αποθήκευσης νερό

Όγκος νερού (m^3) ανά m^2 νότιου υαλοστασίου	Διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας $^{\circ}C$
--	--

0,11	17 ⁰ -23 ⁰
0,22	16 ^o -19 ^o
0,22	14 ^o -17 ⁰
0,33	13 ⁰ -16 ⁰
0,44	11 ⁰ -16 ⁰

[πηγή: ενεργειακός σχεδιασμός και παθητικά ηλιακά συστήματα κτηρίων]



Σχήμα 3.13 Συνδυασμός συστημάτων μεταφοράς θέρμανσης

3.5.2. Έλεγχος της υπερθέρμανσης

Για την περίοδο του καλοκαιριού, προκειμένου ν' αποφευχθούν συνθήκες υπερθέρμανσης, πρέπει να προβλέπονται:

- α. άνοιγμα στην οροφή του θερμοκηπίου ή μερική απομόνωση από το υπόλοιπο κτίριο, έτσι ώστε ο ζεστός αέρας ν' απομακρύνεται προς τα έξω.
- β. καλός αερισμός, εξασφαλίζοντας την είσοδο του αέρα από το κάτω άνοιγμα του υαλοστασίου στο χώρο του θερμοκηπίου.
- γ. συνολική ή μερική ηλιοπροστασία του χώρου του θερμοκηπίου.
- δ. μεγάλη θερμική αδράνεια των τοίχων και του δαπέδου του θερμοκηπίου^[1].

3.6. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ο πρώτος στόχος του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων και αναφέρεται τόσο σε συμβατικά όσο και σε ηλιακά κτίρια.

Η βέλτιστη λύση εξαρτάται από τεχνικές προδιαγραφές και από την οικονομική απόσβεση της επί πλέον δαπάνης που επενδύεται, σε σχέση πάντα με την οικονομία που προκύπτει από τη μείωση της κατανάλωσης των καυσίμων.

Η ίδια λογική υπάρχει και για τον προσδιορισμό του βέλτιστου οικονομικά ηλιακού συστήματος.

Η επιλογή ανάμεσα στις μεθόδους, για πλέον εξοικονόμηση ενέργειας, και στα διάφορα ηλιακά συστήματα, με βάση τον παραπάνω οικονομικό λογισμό, εξαρτάται βασικά από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής.

3.7. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

3.7.1. ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΚΕΡΔΟΣ

Πλεονεκτήματα

§ Είναι το πιο φτηνό παθητικό σύστημα

§ Είναι το πιο εύκολο σύστημα για να κατασκευαστεί.

§ Τα γυάλινα ανοίγματα συμβάλλουν σε πολλές ταυτόχρονα λειτουργίες (επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτός και την οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον).

§ Δεν απαιτείται πρόσθετη μάζα θερμικής αποθήκευσης για συμμετοχή έως 25% της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση τού χώρου.

Μειονεκτήματα:

§ Ο κίνδυνος θαμπώματος.

§ Η μείωση της ιδιωτικότητας.

§ Η υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία που περνά στο χώρο.

§ Η μεγάλη επιφάνεια θερμικής μάζας που απαιτείται όταν προβλέπεται ηλιακή συμμετοχή μεγαλύτερη από 50% (ιδιαίτερα σε ψυχρά κλίματα).

- § Οι σχετικά μεγάλες διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας
- § Το υψηλό κόστος της νυχτερινής μόνωσης που απαιτείται για τη μείωση των θερμικών απωλειών.

3.7.2. ΤΟΙΧΟΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Πλεονεκτήματα

- § Θάμπωμα από υπεριώδη ακτινοβολία δεν υπάρχει.
- § Οι διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας είναι σχετικά μικρές
- § Η μεγάλη χρονική καθυστέρηση για τη μετάδοση της θερμότητας που έχει σαν αποτέλεσμα η θερμότητα να αποδίδεται σε βραδινές ώρες όταν είναι περισσότερο απαραίτητη.

Μειονεκτήματα:

- § Η μείωση των νότιων ανοιγμάτων και η δημιουργία κλειστής νότιας όψης.
- § Η μείωση του ωφέλιμου χώρου του κτιρίου
- § Το υψηλό κόστος της νυχτερινής μόνωσης που είναι απαραίτητη στα ψυχρά κλίματα.

3.7.3. ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΕΝΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Πλεονεκτήματα:

- § Δημιουργείται πρόσθετος κατοικήσιμος χώρος.
- § Δημιουργείται χώρος για την καλλιέργεια φυτών.
- § Λειτουργεί σαν φράγμα θερμικών απωλειών του κτιρίου.
- § Ενσωματώνεται εύκολα σε υφιστάμενα κτίρια.
- § Οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στον κατοικήσιμο χώρο είναι μικρές.
- § Το κόστος κατασκευής είναι σχετικά μικρό.

Μειονεκτήματα:

- § Η θερμική απόδοση επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το σχεδιασμό και γι' αυτό είναι δύσκολο να προβλεφθεί.

3.7.4. ΟΡΟΦΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Πλεονεκτήματα:

- § Η θέρμανση η ή ψύξη διανέμεται ομοιόμορφα σ' όλο το κτίριο.
- § Οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στο κτίριο είναι μικρές.
- § Δεν υπάρχει κίνδυνος.
- § Χρησιμοποιείται συγχρόνως και για τη θέρμανση και για την ψύξη των χώρων.

Μειονεκτήματα:

§ Το μεγάλο βάρος της θερμικής μάζας στην οροφή επιβαρύνει το στατικό σύστημα.

§ Η επιφάνεια της οροφής που διατίθεται για αποθήκη πρέπει να είναι τουλάχιστον 50% της συνολικής κάτοψης του κτιρίου για να υπάρχει ικανοποιητική συμμετοχή της ηλιακής ακτινοβολίας στις θερμαντικές απαιτήσεις.

§ Η κατασκευή για τη στήριξη της μάζας της οροφής είναι δαπανηρή^[2].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

4.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

Για την κατασκευή της κατοικίας χρησιμοποιήθηκαν τα υλικά που παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες^[5]. (πίνακες 4.1, 4.2, 4.3):

πίνακας 4.1 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στους τοίχους του κτηρίου

Υλικά	d πάχος[m]	k θερμική αγωγιμ. [W/mK]	R αντίσταση [m ² K/W]	ρ πυκνότητα [kg/m ³]
Πλήρεις οπτόπλινθοι	0,20	0,79	0,253	1800
Υαλοβάμβακα	0,05	0,041	1,219	50
Πλάκες εκ ξυλομάλλου	0,025	0,093	0,269	440
Ασβεστοκοκ-νίαμα	0,02	0,87	0,023	1120
α _{εξ} =20 α _{εσ} =7				

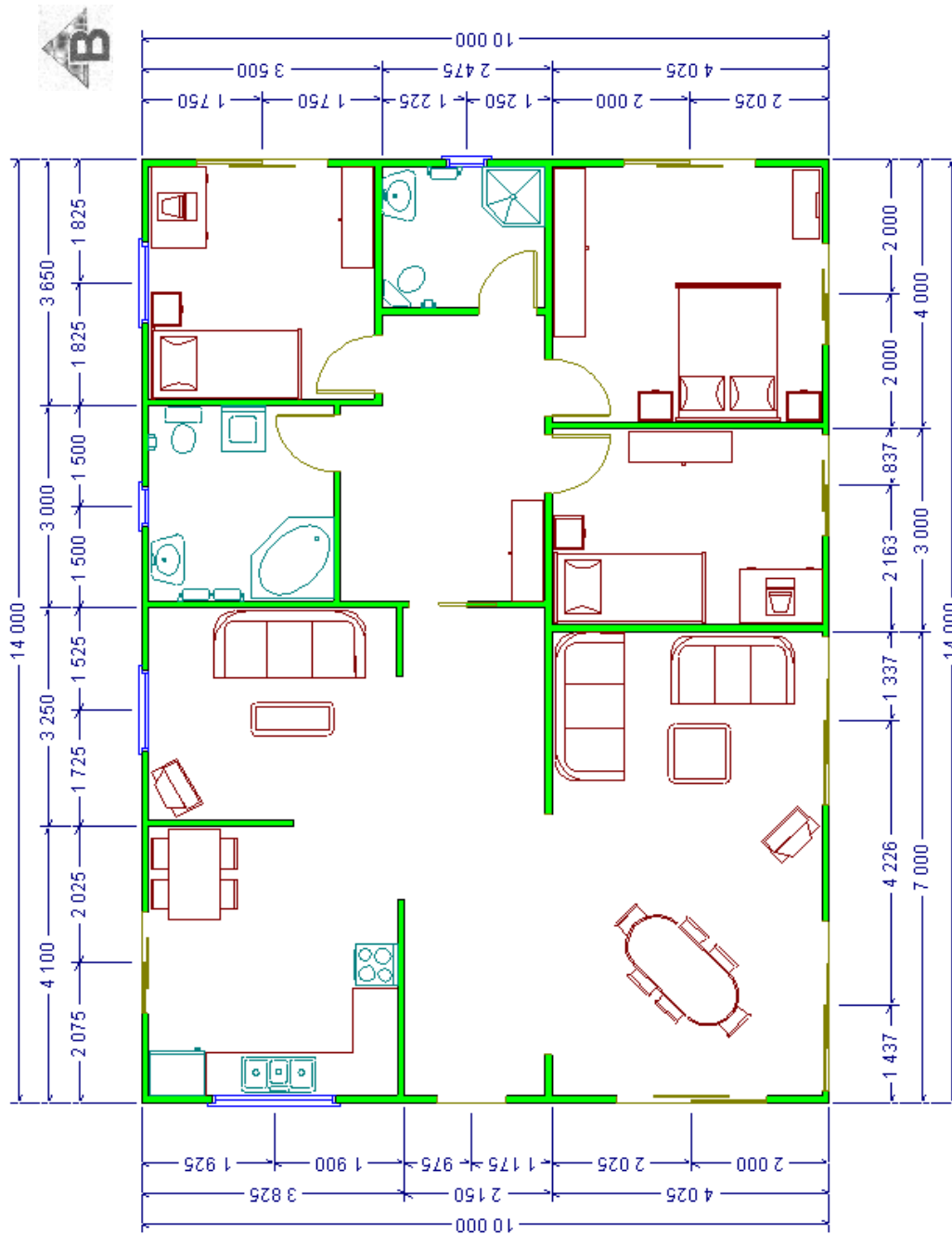
πίνακας 4.2 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην οροφή του κτηρίου

Υλικά	d πάχος[m]	k θερμική αγωγιμ. [W/mK]	R αντίσταση [m ² K/W]	ρ πυκνότητα [kg/m ³]
Πλάκες μαρμάρου	0,03	3,49	0,0086	
Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,02	0,87	0,023	1120
κισσηρόδεμα	0,20	0,35	0,571	1000
Υαλοβάμβακα	0,06	0,041	1,463	50
Πλάκα σπλισμ. σκυροδέματος	0,16	2,03	0,079	800
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,023	1120
$\alpha_{εξ}=20$ $\alpha_{ες}=7$				

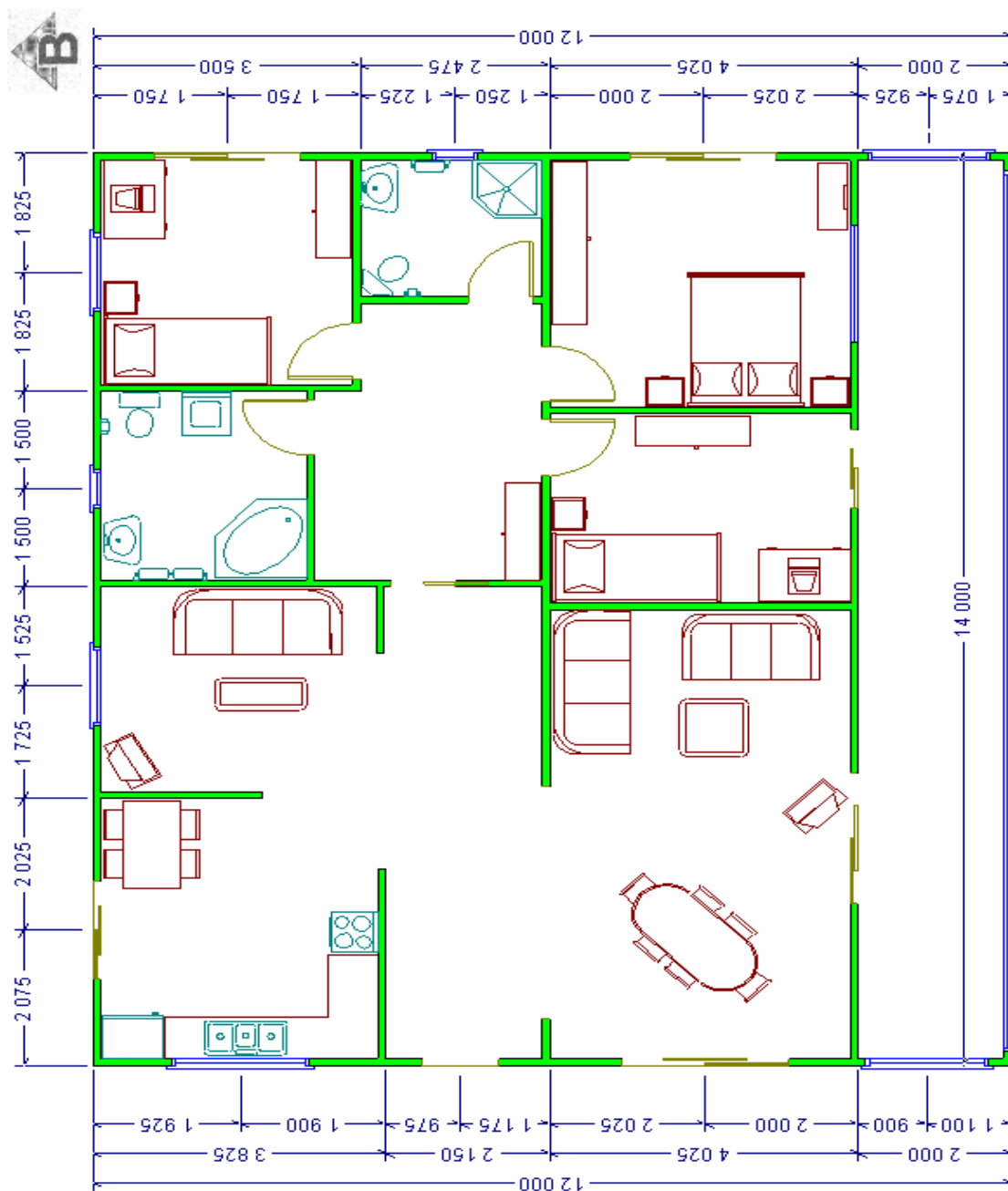
πίνακας 4.3 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στο δάπεδο του κτηρίου.

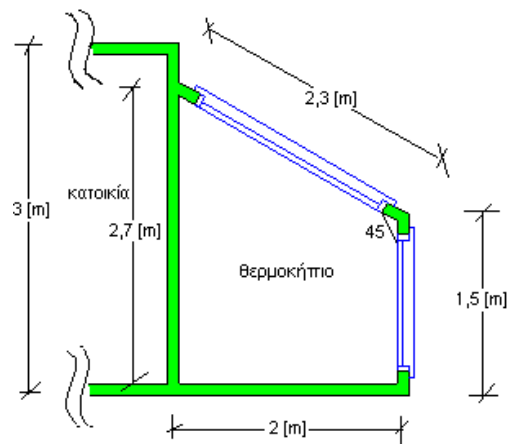
Υλικά	d πάχος[m]	k θερμική αγωγιμ. [W/mK]	R αντίσταση [m ² K/W]	ρ πυκνότητα [kg/m ³]
πλακάκι	0,025	1,05	0,024	2000
Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,02	0,87	0,023	1120
Διάκενο αέρα	≥ 5 cm	-	0,24	
Σκυρόδεμα Β<120 γκρο μπετό	0,10	1,51	0,066	1200
$\alpha_{εξ}=5$				

Κάτοψη κατοικίας χωρίς θερμοκήπιο

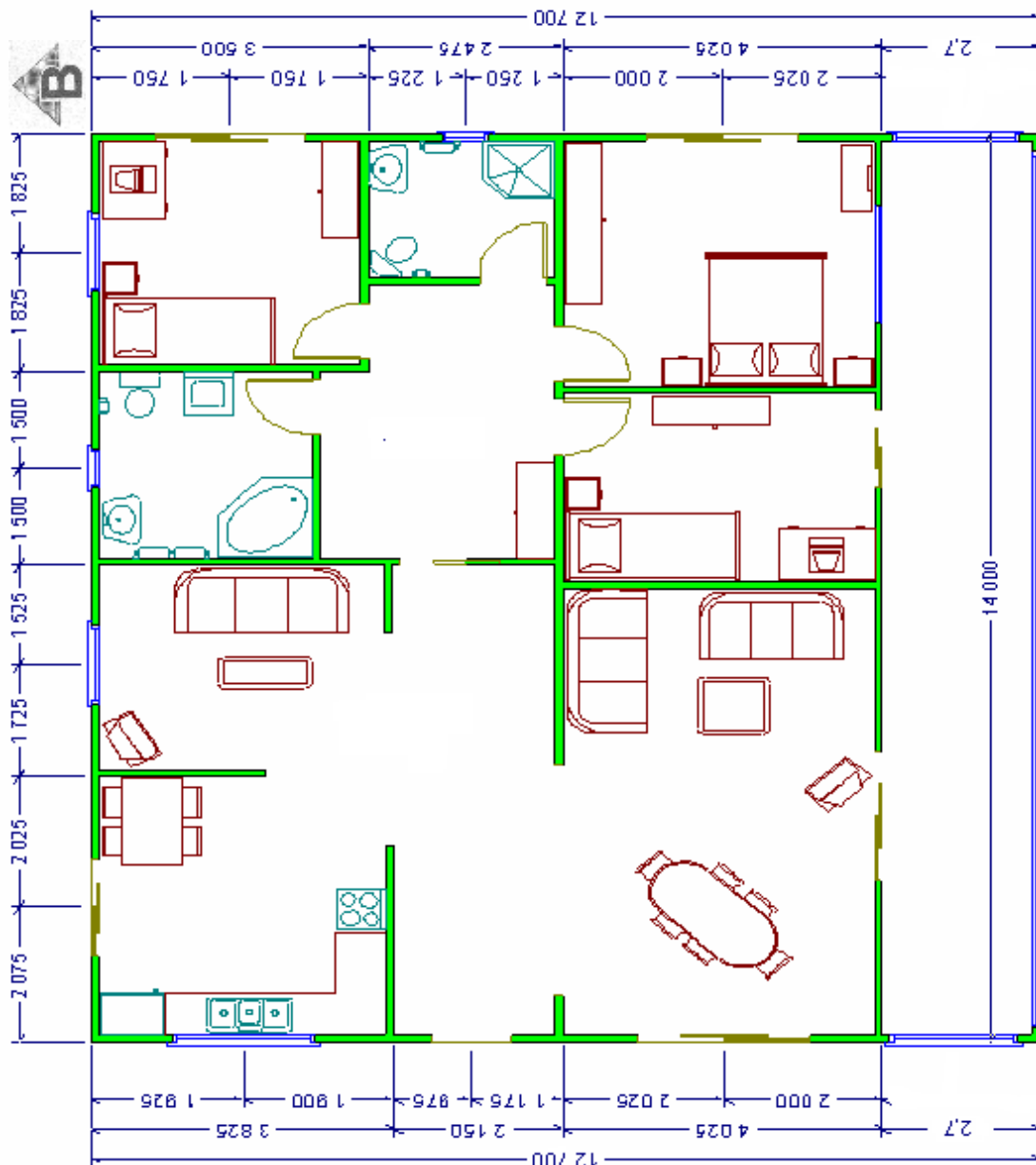


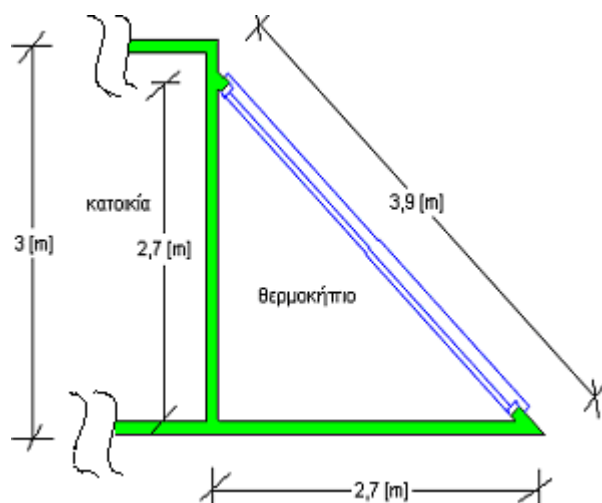
Κάτοψη κατοικίας με θερμοκήπιο τύπου Β





Κάτοψη κατοικίας με θερμοκήπιο τύπου Α





4.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Η ακριβής ανάλυση της απόδοσης των παθητικών ηλιακών κτηρίων είναι δύσκολη χωρίς τους υπολογιστές. Αν όμως θέλουμε γρήγορα και προσεγγιστικά αποτελέσματα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κάποιες απλοποιημένες μεθόδους οι οποίες πραγματοποιούνται με το χέρι.

Το βέβαιο είναι ότι θα υπάρχουν πηγές λαθών των οποίων οι αιτίες είναι ότι κανένα κτήριο όταν κατασκευαστεί δεν συμβαδίζει ακριβώς με τα σχέδια και την προδιαγραφή τους. Επίσης τα υλικά δεν συμπεριφέρονται όπως στο εργαστήριο. Ακόμα πρέπει να γίνει προσέγγιση της επίδρασης της δεισδυσσης του αέρα, των καιρικών συνθηκών και της χρήσης του κτηρίου, με μέσες τιμές για μια μεγάλη περίοδο. Τέτοιες μέθοδοι είναι και αυτές που χρησιμοποιήθηκαν εδώ για την πρόβλεψη της βοηθητικής θέρμανσης που απαιτείται για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Εργαστήκαμε πρώτον με την **μέθοδο SLR^[7] (solar – load ratio)**, η οποία είναι μια μέθοδος υπολογισμού των ετήσιων απαιτήσεων βοηθητικής ενέργειας. Είναι βασισμένη στις εκτενείς μελέτες προσομοίωσης της απόδοσης πολλών παθητικών συστημάτων θέρμανσης που γίνονται με το πρόγραμμα προσομοίωσης PASOLE^[12].

Κατόπιν εργαστήκαμε με τη **Νέα Μέθοδο 5000^[15]** η οποία επίσης χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της βοηθητικής ενέργειας που απαιτείται για κάθε συγκεκριμένο μήνα. Η πρόβλεψη της απαιτούμενης βοηθητικής ενέργειας επιτυγχάνεται με την αφαίρεση των χρήσιμων θερμικών κερδών (σε kWh) για τον μήνα από τις συνολικές θερμικές απώλειες (σε kWh) για τον ίδιο τον μήνα.

$$Q_{aux} = Q_{tot} - Q_{gain} \quad (4.1)$$

Με την ανάπτυξη της μεθόδου 5000, που ακολουθεί, λαμβάνουμε τα θερμικά κέρδη (Q_{gain}) διαμέσων των οπτικών ανοιγμάτων (γυάλινων) της ίδιας της κατοικίας, αλλά και από τα γυάλινα ανοίγματα του θερμοκηπίου.

4.2.1 ΜΕΘΟΔΟΣ SLR

Το αποτέλεσμα των υπολογισμών της SLR^{[8][9][10]} μεθόδου είναι η ετήσια απαίτηση σε βοηθητική ενέργεια. Ενώ οι υπολογισμοί για μεμονωμένους μήνες μπορούν να είναι ουσιαστικά λάθος, τα ετήσια αποτελέσματα της μεθόδου βρίσκονται γενικά στο $\pm 3\%$ των αποτελεσμάτων των λεπτομερών προσομοιώσεων.

Τα απαιτούμενα ενεργειακά δεδομένα καθώς και τα εξαγόμενα αποτελέσματα της μεθόδου, αναφέρονται σε μηνιαία βάση. Μερικά από τα δεδομένα της μεθόδου SLR^[10] έχουν διαστάσεις, και πρέπει να επιδειχθεί προσοχή ώστε να παρατηρηθεί ότι χρησιμοποιούνται οι κατάλληλες μονάδες. Ειδικότερα, στις μονάδες του SI συστήματος, οι ενεργειακές ποσότητες Watt-ώρες (Wh).

Ο **ηλιακός τοίχος** είναι ο τοίχος οικοδόμησης που στην επιφάνεια του είναι τοποθετημένοι υαλοπίνακες. Παρέχει τα ηλιακά κέρδη που πρόκειται να υπολογιστούν.

Το **ηλιακό άνοιγμα** είναι το μέρος εκείνο του τοίχου που είναι γυάλινο για να δεχθεί την ηλιακή ακτινοβολία.

Η **καθαρή (γυάλινη) διαπερατή περιοχή $[A_r]$** είναι η περιοχή του ηλιακού ανοίγματος εφόσον έχουν πρώτα αφαιρεθεί τα κάθετα διαχωριστικά, τα πλαίσια κ.λ.π..

Η **προβαλλόμενη περιοχή $[A_{rp}]$** είναι η προβολή της καθαρής γυάλινης περιοχής (A_r) σε ένα κατακόρυφο επίπεδο κάθετο στο αζιμούθιο (γωνία προσανατολισμού όπου θεωρούμε ότι έχει απόκλιση 0° μοίρες από την πλευρά του Νότου) των τοποθετημένων υαλοπινάκων (σημειώνουμε ότι για άμεσο-κέρδος και τοίχους συλλογής-αποθήκευσης, τα A_r και A_{rp} είναι τα ίδια, ενώ για τα θερμοκήπια το A_r θα είναι ουσιαστικά μεγαλύτερο από το A_{rp}).

Οι συσχετισμοί SLR είναι βασισμένοι σε φορτία που δεν περιλαμβάνουν τις απώλειες μέσω του ηλιακού ανοίγματος.

Το **καθαρό φορτίο $[L_{ns}]$** είναι οι μηνιαίες απώλειες θερμότητας από τα μη ηλιακά μέρη του κτηρίου, δηλ., από όλο το περίβλημα της οικοδομής εκτός από τα διαπερατά μέρη του.

Ο **καθαρός συντελεστής απωλειών** (σε Wh) είναι το καθαρό φορτίο αναφοράς ανά βαθμό διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού και

εξωτερικού περιβάλλοντος, δηλ., το $(UA)_{ns}$ των μη ηλιακών μερών του κτηρίου.

Το καθαρό φορτίο αναφοράς, L_{ns} , ανά μήνα, εάν το $(UA)_{ns}$ είναι σε $W/^\circ C$ και DD είναι οι $^\circ C$ -ημέρες ανά μήνα, δηλαδή:

$$L_{ns} = 24 (UA)_{ns} (DD) \quad (4.2)$$

όπου DD είναι ο αριθμός ημερών βαθμού το μήνα, χρησιμοποιώντας την κατάλληλη θερμοκρασία βάσης ($18,3^\circ C$).

Το **ολικό φορτίο αναφοράς [L]** είναι η απώλεια θερμότητας από το κτήριο συμπεριλαμβανομένων και των ηλιακών και των μη ηλιακών μερών του κτηρίου. Ο **συντελεστής συνολικού φορτίου** είναι το ακαθάριστο φορτίο αναφοράς ανά βαθμό διαφοράς μεταξύ της εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας, δηλ., UA για όλο το κτήριο. Το φορτίο σε Wh είναι:

$$L = 24 (UA) (DD) \quad (4.3)$$

Ο **λόγος ηλιακής αποθήκευσης [f_{ns}]** είναι ο λόγος του καθαρού φορτίου αναφοράς που καλύπτεται από την ηλιακή ενέργεια.

Έτσι:

$$f_{ns} = 1 - L_A / L_{ns} \quad (4.4)$$

όπου L_A είναι η απαιτούμενη ετήσια βοηθητική ενέργεια (σε kWh).

Η **αναλογία φορτίου συλλέκτη [LCR]** είναι η αναλογία του καθαρού συντελεστή φορτίου στην προβαλλόμενη περιοχή του ηλιακού ανοίγματος:

$$LCR = 24 (UA)_{ns} / A_{rp} \quad (4.5)$$

Η **αναλογία φορτίου συλλέκτη για το ηλιακό άνοιγμα [LCR_s]** είναι η αναλογία του συντελεστή απώλειας του ηλιακού ανοίγματος (βασισμένη στην προβαλλόμενη περιοχή) προς την προβαλλόμενη περιοχή. Τα 94 τυποποιημένα συστήματα είναι έτσι καθορισμένα που το LCR_s καθορίζεται για κάθε ένα από αυτά, και οι κατάλληλες τιμές είναι ταξινομημένες σε πίνακες^[7].

Η μέση μηνιαία ημερήσια απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία \bar{S}' στο κτήριο ανά μονάδα της προβαλλόμενης περιοχής υπολογίζεται από ένα μέσο μηνιαίο συντελεστή διαπερατότητας-απορροφητικότητας, το $\tau\alpha$ ($\bar{t\alpha}$) όπως καθορίστηκε από τον Klein^[13], το οποίο πολλαπλασιαζόμενο με τη μέση μηνιαία ακτινοβολία σε έναν συλλέκτη δίδει τη μέση μηνιαία απορροφούμενη ακτινοβολία \bar{S} :

$$(\bar{t\alpha}) = \frac{\bar{S}}{\bar{H}_r} = \frac{\bar{S}}{\bar{H}_R} \quad (4.6)$$

$$\bar{S} = \bar{H}_b \bar{R}_b (\bar{t\alpha})_b + \bar{H}_d (\bar{t\alpha})_d \left(\frac{1 + \cos b}{2} \right) + \bar{H}_g \rho_g (\bar{t\alpha})_g \left(\frac{1 - \cos b}{2} \right) \quad (4.7)$$

οπότε το \bar{S}' (σε Wh/m^2) δίνεται με την εξίσωση:

$$\bar{S}' = \bar{S} A_f/A_{rp} \quad (4.8)$$

Ο γενικός συσχετισμός για τον λόγο ηλιακής αποθήκευσης που ισχύει και στους τρεις τύπους συστημάτων (άμεσο-κέρδος, τοίχος συλλογής-αποθήκευσης και θερμοκήπιο) είναι:

$$f_{ns} = 1 - (1 - F) K \quad (4.9)$$

$$K = 1 + \frac{G}{LCR} \quad (4.10)$$

$$F = \begin{cases} B - Ce^{-DX} & \text{όταν } X > R \\ AX & \text{όταν } X < R \end{cases} \quad (4.11)$$

Σε άλλη περίπτωση, $F \leq 1$. Εδώ το X είναι ένας γενικευμένος λόγος ηλιακού φορτίου που δίνεται από:

$$X = \frac{\frac{N\bar{S}'}{DD} - LCR_s * H}{LCR * K} \quad (4.12)$$

Σε αυτές τις εξισώσεις τα A, B, C, D, G, H, LCR_s , και το R είναι σταθερές που έχουν καθοριστεί για κάθε έναν από τους 94 τύπους παθητικών συστημάτων και το N είναι ο αριθμός ημερών του μήνα.

Η βοηθητική ενέργεια σε Wh που απαιτείται για κάθε μήνα λαμβάνεται με την εκ νέου ρύθμιση της εξίσωσης 4.9:

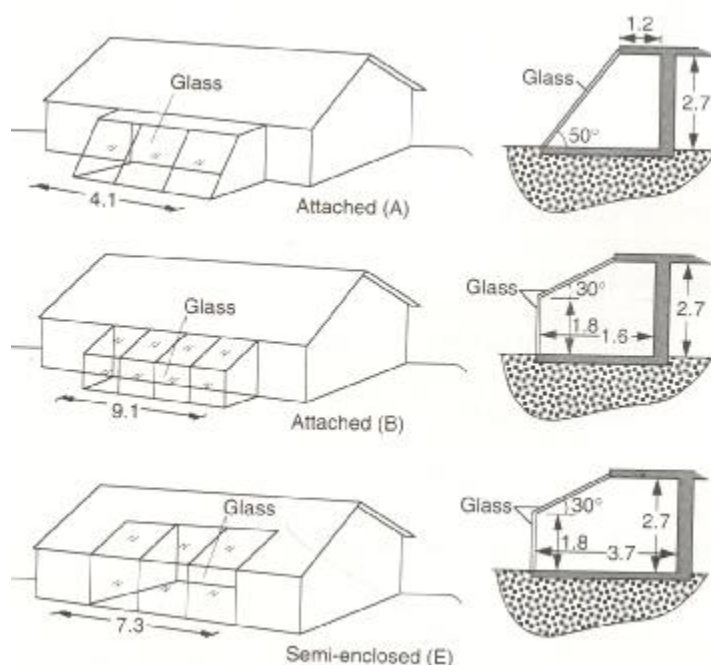
$$L_A = L_{ns} (1 - f_{ns}) \quad (4.13)$$

Ο υπολογισμός γίνεται για κάθε μήνα του έτους ή της εποχής θέρμανσης για να παρέχει μια εκτίμηση της ετήσιας βοηθητικής ενέργειας που απαιτείται.

Οι πίνακες Π.1 και Π.2 του παραρτήματος δείχνουν τις σχεδιαστικές παραμέτρους για ένα σύνολο 22 σχεδίων παθητικών συστημάτων που επιλέγονται από τα 94 σχέδια για τα οποία οι συσχετισμοί έχουν αναπτυχθεί. Αυτά τα καθορισμένα σύνολα καλύπτουν μία ποικιλία συνδυασμών συστημάτων άμεσου-κέρδους, τοίχου συλλογής-αποθήκευσης, και θερμοκηπίων, διάφορες τοποθετήσεις υαλοπινάκων, τα χαρακτηριστικά αποθήκευσης, και συστήματα με και χωρίς νυχτερινή μόνωση. Ο πίνακας Π.3 του παραρτήματος δίνει τις απαραίτητες σταθερές για την εξίσωση 4.4. Όλες οι καταχωρήσεις σε αυτόν τον πίνακα είναι αδιάστατες εκτός από το LCR_s που έχει τις μονάδες $Wh/m^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ -ημέρας, και το G που έχει τις μονάδες $(Wh/m^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ -ημέρας)⁻¹.

Στην ανάπτυξη των συσχετισμών διάφορες υποθέσεις έγιναν εκτός από εκείνους που υποδείχθηκαν στους πίνακες. Οι θερμοκρασίες των δωματίων δεχθήκαμε ότι είναι 18,3 έως 23,9 $^\circ\text{C}$ και οι θερμοκρασίες του θερμοκηπίου 7,2 έως 35,0 $^\circ\text{C}$. Τα ανοίγματα στο ανώτερο και κατώτερο

σημείο των τοίχων συλλογής-αποθήκευσης δεχθήκαμε ότι έχουν επιφάνεια το 3% της προβαλλόμενης περιοχής, με κάθετη απόσταση μεταξύ των διεξόδων 2,4m. Όταν χρησιμοποιείται νυχτερινή μόνωση, δεχόμαστε ότι είναι σε ισχύ από τις 5:30 π.μ. ως τις 7:30 μ.μ. σε όλη τη διάρκεια του έτους. Η σκίαση λαμβάνεται ως αμελητέα, και ο συντελεστή ανάκλασης εδάφους θεωρείται ως 0,3. Ως γυάλινη επιφάνεια θεωρούμε ότι είναι γυαλί πάχους 3,2 mm και με διάστημα μεταξύ των πλακών 12,7 mm. [7]



Σχήμα 4.1 Η γεωμετρία των θερμοκηπίων που συμπεριλαμβάνονται στους πίνακες

4.2.1.1 Παράδειγμα για τον μήνα Ιανουάριο

Έχουμε κατοικία στην Αθήνα (γεωγραφικό πλάτος $37,58^{\circ}$) η οποία έχει στον νότο υαλοστάσιο κάθετο επιφάνειας $16,8[m^2]$.

Οι τοίχοι έχουν πάχος $29,5[cm]$ και η συνολική επιφάνειά τους είναι $A_T=93,6[m^2]$ και έχουν αντίσταση $R_T=1,95 [m^2K/W]$.

Η οροφή έχει επιφάνεια $A_{OP}=140[m^2]$ και αντίσταση $R_{OP}=2,36[m^2K/W]$.

Το κτήριο έχει περίμετρο $P=48[m]=157,5[ft]$ και αντίσταση $R_{περ}= 1,46 [m^2K/W] = 8,3 [ft^2hF/Btu]$.

Το κτήριο έχει όγκο $V=420[m^3] = 14832,2[ft^3]$. Έχουμε συντελεστή πυκνότητας αέρα $ADR=0,98$ και εναλλαγές αέρα την ώρα $ACH=0,5$.

Χρησιμοποιείται διπλός υαλοπίνακας χωρίς νυχτερινή μόνωση. Οι

βαθμοημέρες θέρμανσης για τον μήνα Ιανουάριο είναι 264 (Πίνακας Π.5).

Το σύστημά μας είναι παρόμοιο με το σύστημα A1 για άμεσο-κέρδος του πίνακα Π.1. Οπότε από τον πίνακα Π.3 έχουμε τις εξής τιμές για τις παραμέτρους: $A=0,565$, $B=1,009$, $C=1,044$, $D=0,7175$, $R=0,3931$, $G=53,1$, $LCR_S=0$ [Wh/m²C-ημέρα], $H=0$.

Η UA όλου του κτηρίου, εκτός από το ηλιακό άνοιγμα, συμπεριλαμβανομένων των αποτελεσμάτων της διήθησης και των εσωτερικών κερδών δίνεται από τον τύπο:

$$UA_{ns} = (UA)_T + (UA)_{op} + (UA)_{περ} + (UA)_{διηθ}$$

Όπου

$$(UA)_T = A_T / R_T = 93,6 / 1,95 = 48 \text{ [W/}^\circ\text{C]}$$

$$(UA)_{op} = A_{op} / R_{op} = 140 / 2,36 = 59,3 \text{ [W/}^\circ\text{C]}$$

$$(UA)_{περ} = [4,17 \cdot P / (R_{περ} + 5)] \cdot 0,5275278 = [4,17 \cdot 157,5 / (8,3 + 5)] \cdot 0,5275278 = 26 \text{ [W/}^\circ\text{C]}$$

$$(UA)_{διηθ} = 0,018 \cdot V \cdot ADR \cdot ACH \cdot 0,5275278 = 0,018 \cdot 14832,2 \cdot 0,98 \cdot 0,5 \cdot 0,5275278 = 69 \text{ [W/}^\circ\text{C]}$$

$$\text{Άρα } UA_{ns} = 202 \text{ [W/}^\circ\text{C]}$$

$$LCR = 24 \frac{(UA)_{ns}}{A_{rp}} = 24 \cdot \frac{202}{16,8} = 288,57 \text{ [Wh/m}^2\text{C-ημέρα]}$$

$$K = 1 + \frac{G}{LCR} = 1,18$$

Για τον υπολογισμό της μέσης μηνιαίας απορροφούμενης ακτινοβολίας \bar{S} υπολογίζουμε τους συντελεστές του τύπου 4.7. Άρα έχουμε:

$$R_b = \frac{\cos(j - b) \cdot \cos d \cdot \sin w'_s + (P/180) \cdot w'_s \cdot \sin(j - b) \cdot \sin d}{\cos j \cdot \cos d \cdot \sin w_s + (P/180) \cdot w_s \cdot \sin j \cdot \sin d}$$

Όπου

$$\omega_s = 72,89$$

$$\omega'_s = 119,78, \underline{72,89}$$

$$\delta = -21,0969$$

Άρα

$$R_b = 2,1$$

Για τον υπολογισμό των H_d και H_b χρησιμοποιούμε τον τύπο:

$$H_d / H = 1,446 - 2,956K_T + 1,727 K_T^2$$

Από πίνακα **Π.4** έχουμε ότι $K_T=0,40$ και $H=6,57[\text{MJ}/\text{m}^2]$. Άρα $H_d/H=0,54$.

Οπότε από τους τύπους: $H=H_d+H_b$ και

$$H_d=0,54 * H$$

Θα έχουμε ότι: $H_d=3,548[\text{MJ}/\text{m}^2]$ και $H_b=3,022[\text{MJ}/\text{m}^2]$

Για διπλό τζάμι η διαπερατότητα $[\tau]$ θα είναι 0,83. Με απορροφητικότητα $[\alpha]$ γυαλιού 0,90 θα έχουμε:

$$(\tau\alpha)_n=1,01*0,83*0,90=0,754$$

Από το σχήμα **Π.3.β** του παραρτήματος για $\beta=90^0$ και $\varphi=40^0$ (πλησιέστερη τιμή του $\varphi=37,58^0$) έχουμε ότι: $\theta_b=42^0$.

Από το σχήμα **Π.1** του παραρτήματος για $\theta_b=42^0$ και για δύο γυάλινα στρώματα έχουμε ότι $(\tau\alpha)_b/(\tau\alpha)_n=0,96$. Άρα αφού $(\tau\alpha)_n=0,754$ θα έχουμε ότι $(\tau\alpha)_b=0,724$.

Από το σχήμα **Π.2** του παραρτήματος για $\beta=90^0$ έχω ότι $\theta_e=59^0$ και για την διάχυτη και την ακτινοβολούμενη από το έδαφος ακτινοβολία.

Από το σχήμα **Π.1** για $\theta_e=59^0$ έχουμε ότι $(\tau\alpha)_d/(\tau\alpha)_n=(\tau\alpha)_g/(\tau\alpha)_n=0,83$. Άρα αφού $(\tau\alpha)_n=0,754$ θα έχουμε ότι $(\tau\alpha)_d=(\tau\alpha)_g=0,626$.

Οπότε τοποθετώντας αυτές τις τιμές στον τύπο του \bar{S} θα έχουμε ότι:

$$\bar{S}=6,15[\text{MJ}/\text{m}^2]$$

Από τον τύπο **(4.8)** $\bar{S}'=\bar{S} * A_r/A_{rp}$ θα έχουμε $\bar{S}'=6,15[\text{MJ}/\text{m}^2]=1,7[\text{kWh}/\text{m}^2]$.

Οι ημέρες N του Ιανουαρίου είναι 31.

Από τον τύπο **4.12** έχουμε:

$$X=0,5834$$

Έχουμε ότι $R=0,3931$ άρα $X>R$ οπότε από τον τύπο **4.11** θα ισχύει

$$F=B-C * e^{-DX} \text{ δηλαδή θα έχουμε } F=1,009-1,044 * e^{-0,7175*0,5834}=0,322$$

Άρα από τον τύπο **4.9** έχουμε:

$$f_{ns}=1-(1-F)*K \text{ δηλαδή } f_{ns}=1-(1-0,322)*1,184=0,197$$

Συνεπώς από τον τύπο **4.13** θα έχουμε:

$$L_A=L_{ns}(1-f_{ns}) \text{ δηλαδή } L_A= 4848*264(1-0,197)=1027,7[\text{kWh}].$$

4.2.1.2 Παράδειγμα για τον μήνα Ιανουάριο με θερμοκήπιο τύπου A

Έχουμε κατοικία στην Αθήνα (γεωγραφικό πλάτος $37,58^0$) η οποία έχει στον νότο θερμοκήπιο με $A_r=43,28[\text{m}^2]$ και $A_{rp}=30,24[\text{m}^2]$.

Οι τοίχοι έχουν πάχος $29,5[\text{cm}]$ και η συνολική επιφάνειά τους είναι $A_T=106,2[\text{m}^2]$ και έχουν αντίσταση $R_T=1,95 [\text{m}^2\text{K/W}]$.

Η οροφή έχει επιφάνεια $A_{OP}=140[\text{m}^2]$ και αντίσταση $R_{OP}=2,36[\text{m}^2\text{K/W}]$.

Το κτήριο έχει περίμετρο $P=48[\text{m}]=157,5[\text{ft}]$ και αντίσταση $R_{περ}= 1,46 [\text{m}^2\text{K/W}] = 8,3 [\text{ft}^2\text{hF/Btu}]$.

Το κτήριο έχει όγκο $V=420[\text{m}^3] = 14832,2[\text{ft}^3]$. Έχουμε συντελεστή πυκνότητας αέρα $ADR=0,98$ και εναλλαγές αέρα την ώρα $ACH=0,5$.

Χρησιμοποιείται διπλός υαλοπίνακας χωρίς νυχτερινή μόνωση. Οι βαθμομέρες θέρμανσης για τον μήνα Ιανουάριο είναι 264 (από πίνακα **Π.5**).

Το σύστημά μας είναι παρόμοιο με το σύστημα A1 για θερμοκήπιο του πίνακα **Π.2** του παραρτήματος. Οπότε από τον πίνακα **Π.3** έχουμε τις εξής τιμές για τις παραμέτρους: $A=0$, $B=1$, $C=0,9587$, $D=0,477$, $R=-9$, $G=0$, $LCR_S=105,5 [\text{Wh/m}^2\text{C-ημέρα}]$, $H=0,83$.

Η UA όλου του κτηρίου, εκτός από το ηλιακό άνοιγμα, συμπεριλαμβανομένων των αποτελεσμάτων της διήθησης και των εσωτερικών κερδών δίνεται από τον τύπο:

$$UA_{ns} = (UA)_T + (UA)_{op} + (UA)_{περ} + (UA)_{διηθ}$$

Όπου

$$(UA)_T = A_T / R_T = 106,2 / 1,95 = 54,46 [\text{W}/^0\text{C}]$$

$$(UA)_{op} = A_{op} / R_{op} = 140 / 2,36 = 59,3 [\text{W}/^0\text{C}]$$

$$(UA)_{περ} = [4,17*P/(R_{περ}+5)]*0,5275278 = [4,17*157,5/(8,3+5)]*0,5275278 = 26 [\text{W}/^0\text{C}]$$

$$(UA)_{διηθ} = 0,018*V*ADR*ACH*0,5275278 = 0,018*14832,2*0,98*0,5*0,5275278 = 69 [\text{W}/^0\text{C}]$$

$$\text{Άρα } UA_{ns} = 208,8 [\text{W}/^0\text{C}]$$

$$LCR = 24 \frac{(UA)_{ns}}{A_{rp}} = 24*208,8/30,24 = 165,7 [\text{Wh/m}^2\text{C-ημέρα}]$$

$$K = 1 + \frac{G}{LCR} = 1$$

Για τον υπολογισμό της μέσης μηνιαίας απορροφούμενης ακτινοβολίας υπολογίζουμε το \bar{S} από τον τύπο 4.7 για $\beta=45^0$.

Για $\beta=45^0$:

Έχουμε:

$$R_b = \frac{\cos(j - b) * \cos d * \sin w'_s + (P/180) * w'_s * \sin(j - b) * \sin d}{\cos j * \cos d * \sin w_s + (P/180) * w_s * \sin j * \sin d}$$

Όπου

$$\omega_s = 72,89$$

$$\omega'_s = 92,85, \underline{72,89}$$

$$\delta = -21,0969$$

Άρα

$$R_b = 2,2$$

Για τον υπολογισμό των H_d και H_b χρησιμοποιούμε τον τύπο:

$$H_d / H = 1,446 - 2,956 K_T + 1,727 K_T^2$$

Από πίνακα Π.4 έχουμε ότι $K_T=0,40$ και $H=6,57[\text{MJ}/\text{m}^2]$. Άρα $H_d/H=0,54$.

Οπότε από τους τύπους: $H = H_d + H_b$ και

$$H_d = 0,54 * H$$

Θα έχουμε ότι: $H_d=3,524[\text{MJ}/\text{m}^2]$ και $H_b=3,046[\text{MJ}/\text{m}^2]$

Για διπλό τζάμι η διαπερατότητα $[\tau]$ θα είναι 0,83. Με απορροφητικότητα $[\alpha]$ γυαλιού 0,90 θα έχουμε:

$$(\tau\alpha)_n = 1,01 * 0,83 * 0,90 = 0,754$$

Από το σχήμα Π.3.β για $\beta=45^0$ και $\varphi=40^0$ (πλησιέστερη τιμή του $\varphi=37,58$) έχουμε ότι: $\theta_b=41^0$.

Από το σχήμα Π.1 για $\theta_b=41^0$ και για δύο γυάλινα στρώματα έχουμε ότι $(\tau\alpha)_b / (\tau\alpha)_n = 0,965$. Άρα αφού $(\tau\alpha)_n = 0,754$ θα έχουμε ότι $(\tau\alpha)_b = 0,728$.

Από το σχήμα Π.2 για $\beta=45^0$ έχω ότι $\theta_{e(d)}=57^0$ για την διάχυτη ακτινοβολία και $\theta_{e(g)}=69^0$ για την ακτινοβολούμενη από το έδαφος ακτινοβολία.

Από το σχήμα Π.1 για $\theta_{e(d)}=57^0$ έχουμε ότι $(\tau\alpha)_d / (\tau\alpha)_n = 0,85$ και για $\theta_{e(g)}=69^0$ έχουμε ότι $(\tau\alpha)_g / (\tau\alpha)_n = 0,625$. Άρα αφού $(\tau\alpha)_n = 0,754$ θα έχουμε ότι $(\tau\alpha)_d = 0,641$ και ότι $(\tau\alpha)_g = 0,472$.

Οπότε τοποθετώντας αυτές τις τιμές στον τύπο του \bar{S} θα έχουμε ότι

$$\bar{S}=6,88[\text{MJ}/\text{m}^2]$$

Από τον τύπο **(4.8)** $\bar{S}'=\bar{S} * A_r/A_{rp}$ θα έχουμε $\bar{S}'=11,012[\text{MJ}/\text{m}^2]$
 $=2,761[\text{kWh}/\text{m}^2]$.

Οι ημέρες N του Ιανουαρίου είναι 31.

Από τον τύπο **4.11** έχουμε:

$$X=1,4147$$

Έχουμε ότι $R=-9$ άρα $X > R$ οπότε από τον τύπο **4.11** θα ισχύει

$$F=B-C * e^{-DX} \text{ δηλαδή θα έχουμε } F=1 - 0,9587 * e^{-0,477 * 1,4147} = 0,501$$

Άρα από τον τύπο **4.9** έχουμε:

$$f_{ns}= 1-(1- F) * K \text{ δηλαδή } f_{ns}= 1-(1-0,501) * 1=0,501$$

Συνεπώς από τον τύπο **4.13** θα έχουμε:

$$L_A=L_{ns}(1- f_{ns}) \text{ δηλαδή } L_A= 5012,3 * 264(1-0,501)=660,81[\text{kWh}].$$

4.2.1.3 Παράδειγμα για τον μήνα Ιανουάριο με θερμοκήπιο τύπου B

Έχουμε κατοικία στην Αθήνα (γεωγραφικό πλάτος $37,58^0$) η οποία έχει στον νότο θερμοκήπιο με $A_r=42,56[\text{m}^2]$ και $A_{rp}=30,24[\text{m}^2]$.

Οι τοίχοι έχουν πάχος $29,5[\text{cm}]$ και η συνολική επιφάνειά τους είναι $A_T=106,2[\text{m}^2]$ και έχουν αντίσταση $R_T=1,95 [\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$.

Η οροφή έχει επιφάνεια $A_{OP}=140[\text{m}^2]$ και αντίσταση $R_{OP}=2,36[\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$.

Το κτήριο έχει περίμετρο $P=48[\text{m}]=157,5[\text{ft}]$ και αντίσταση $R_{περ}= 1,46 [\text{m}^2\text{K}/\text{W}] = 8,3 [\text{ft}^2\text{hF}/\text{Btu}]$.

Το κτήριο έχει όγκο $V=420[\text{m}^3] = 14832,2[\text{ft}^3]$. Έχουμε συντελεστή πυκνότητας αέρα $ADR=0,98$ και εναλλαγές αέρα την ώρα $ACH=0,5$.

Χρησιμοποιείται διπλός υαλοπίνακας χωρίς νυχτερινή μόνωση. Οι βαθμοημέρες θέρμανσης για τον μήνα Ιανουάριο είναι 264 (από πίνακα **Π.5**).

Το σύστημά μας είναι παρόμοιο με το σύστημα B3 για θερμοκήπιο του πίνακα **Π.2** του παραρτήματος. Οπότε από τον πίνακα **Π.3** έχουμε τις εξής τιμές για τις παραμέτρους: $A=0$, $B=1$, $C=0,9689$, $D=0,4685$, $R=-9$, $G=0$, $LCR_S=109,5 [\text{Wh}/\text{m}^2\text{C}-\text{ημέρα}]$, $H=0,82$.

Η UA όλου του κτηρίου, εκτός από το ηλιακό άνοιγμα, συμπεριλαμβανομένων των αποτελεσμάτων της διήθησης και των

εσωτερικών κερδών δίνεται από τον τύπο:

$$UA_{ns} = (UA)_T + (UA)_{op} + (UA)_{περ} + (UA)_{διηθ}$$

Όπου

$$(UA)_T = A_T / R_T = 106,2 / 1,95 = 52,3 [W/^{\circ}C]$$

$$(UA)_{op} = A_{op} / R_{op} = 140 / 2,36 = 59,3 [W/^{\circ}C]$$

$$(UA)_{περ} = [4,17 * P / (R_{περ} + 5)] * 0,5275278 = [4,17 * 157,5 / (8,3 + 5)] * 0,5275278 = 26 [W/^{\circ}C]$$

$$(UA)_{διηθ} = 0,018 * V * ADR * ACH * 0,5275278 = 0,018 * 14832,2 * 0,98 * 0,5 * 0,5275278 = 69 [W/^{\circ}C]$$

$$\text{Άρα } UA_{ns} = 208,8 [W/^{\circ}C]$$

$$LCR = 24 \frac{(UA)_{ns}}{A_{rp}} = 24 * 208,8 / 30,24 = 164 [Wh/m^2C\text{-ημέρα}]$$

$$K = 1 + \frac{G}{LCR} = 1$$

Για τον υπολογισμό της μέσης μηνιαίας απορροφούμενης ακτινοβολίας υπολογίζουμε το \bar{S} από τον τύπο **4.7** μια φορά για $\beta=90^{\circ}$ και μια φορά για $\beta=45^{\circ}$.

α) Για $\beta=90^{\circ}$:

Έχουμε:

$$R_b = \frac{\cos(j - b) * \cos d * \sin w'_s + (P/180) * w'_s * \sin(j - b) * \sin d}{\cos j * \cos d * \sin w_s + (P/180) * w_s * \sin j * \sin d}$$

Όπου

$$\omega_s = 72,89$$

$$\omega'_s = 119,78, \underline{72,89}$$

$$\delta = -21,0969$$

Άρα

$$R_b = 2,1$$

Για τον υπολογισμό των H_d και H_b χρησιμοποιούμε τον τύπο:

$$H_d / H = 1,446 - 2,956 K_T + 1,727 K_T^2$$

Από πίνακα **Π.4** έχουμε ότι $K_T=0,40$ και $H=6,57[MJ/m^2]$. Άρα $H_d/H=0,54$.

Οπότε από τους τύπους: $H = H_d + H_b$ και

$$H_d = 0,54 * H$$

Θα έχουμε ότι: $H_d=3,548[MJ/m^2]$ και $H_b=3,022[MJ/m^2]$

Για διπλό τζάμι η διαπερατότητα $[\tau]$ θα είναι 0,83. Με απορροφητικότητα $[\alpha]$ γυαλιού 0,90 θα έχουμε:

$$(\tau)_n = 1,01 * 0,83 * 0,90 = 0,754$$

Από το σχήμα **Π.3.β** για $\beta=90^\circ$ και $\varphi=40^\circ$ (πλησιέστερη τιμή του $\varphi=37,58$) έχουμε ότι: $\theta_b=42^\circ$.

Από το σχήμα **Π.1** για $\theta_b=42^\circ$ και για δύο γυάλινα στρώματα έχουμε ότι $(\tau)_b/(\tau)_n=0,96$. Άρα αφού $(\tau)_n=0,754$ θα έχουμε ότι $(\tau)_b=0,724$.

Από το σχήμα **Π.2** για $\beta=90^\circ$ έχω ότι $\theta_e=59^\circ$ και για την διάχυτη και την ακτινοβολούμενη από το έδαφος ακτινοβολία.

Από το σχήμα **Π.1** για $\theta_e=59^\circ$ έχουμε ότι $(\tau)_d/(\tau)_n=(\tau)_g/(\tau)_n=0,83$. Άρα αφού $(\tau)_n=0,754$ θα έχουμε ότι $(\tau)_d=(\tau)_g=0,626$.

Οπότε τοποθετώντας αυτές τις τιμές στον τύπο του \bar{S} θα έχουμε ότι:

$$\bar{S}_{(90^\circ)} = 6,15 [\text{MJ}/\text{m}^2]$$

β) Για $\beta=45^\circ$:

Έχουμε:

$$R_b = \frac{\cos(j - b) * \cos d * \sin w'_s + (P/180) * w'_s * \sin(j - b) * \sin d}{\cos j * \cos d * \sin w_s + (P/180) * w_s * \sin j * \sin d}$$

Όπου

$$\omega_\zeta = 72,89$$

$$\omega'_\zeta = 92,85, \underline{72,89}$$

$$\delta = -21,0969$$

Άρα

$$R_b = 2,2$$

Για τον υπολογισμό των H_d και H_b χρησιμοποιούμε τον τύπο:

$$H_d / H = 1,446 - 2,956 K_T + 1,727 K_T^2$$

Από πίνακα **Π.4** έχουμε ότι $K_T=0,40$ και $H=6,57 [\text{MJ}/\text{m}^2]$. Άρα $H_d/H=0,54$.

Οπότε από τους τύπους: $H = H_d + H_b$ και

$$H_d = 0,54 * H$$

Θα έχουμε ότι: $H_d=3,548 [\text{MJ}/\text{m}^2]$ και $H_b=3,022 [\text{MJ}/\text{m}^2]$

Για διπλό τζάμι η διαπερατότητα $[\tau]$ θα είναι 0,83. Με απορροφητικότητα $[\alpha]$ γυαλιού 0,90 θα έχουμε:

$$(\tau)_n = 1,01 * 0,83 * 0,90 = 0,754$$

Από το σχήμα **Π.3.β** για $\beta=45^{\circ}$ και $\varphi=40^{\circ}$ (πλησιέστερη τιμή του $\varphi=37,58$) έχουμε ότι: $\theta_b=41^{\circ}$.

Από το σχήμα **Π.1** για $\theta_b=41^{\circ}$ και για δύο γυάλινα στρώματα έχουμε ότι $(\tau_a)_d/(\tau_a)_n=0,965$. Άρα αφού $(\tau_a)_n=0,754$ θα έχουμε ότι $(\tau_a)_b=0,728$.

Από το σχήμα **Π.2** για $\beta=45^{\circ}$ έχω ότι $\theta_{e(d)}=57^{\circ}$ για την διάχυτη ακτινοβολία και $\theta_{e(g)}=69^{\circ}$ για την ακτινοβολούμενη από το έδαφος ακτινοβολία.

Από το σχήμα **Π.1** για $\theta_{e(d)}=57^{\circ}$ έχουμε ότι $(\tau_a)_d/(\tau_a)_n=0,85$ και για $\theta_{e(g)}=69^{\circ}$ έχουμε ότι $(\tau_a)_g/(\tau_a)_n=0,625$. Άρα αφού $(\tau_a)_n=0,754$ θα έχουμε ότι $(\tau_a)_d=0,641$ και ότι $(\tau_a)_g=0,472$.

Οπότε τοποθετώντας αυτές τις τιμές στον τύπο του \bar{S} θα έχουμε ότι $\bar{S}_{(45^{\circ})}=6,88[\text{MJ/m}^2]$

Άρα $\bar{S}=\bar{S}_{(90^{\circ})}+\bar{S}_{(45^{\circ})}$, οπότε $\bar{S}=13,03[\text{MJ/m}^2]$.

Από τον τύπο **(4.8)** $\bar{S}'=\bar{S} * A_r/A_{rp}$ θα έχουμε $\bar{S}'=18,342[\text{MJ/m}^2]=5,095[\text{kWh/m}^2]$.

Οι ημέρες N του Ιανουαρίου είναι 31.

Από τον τύπο **4.12** έχουμε:

$$X=3,0998$$

Έχουμε ότι $R=-9$ άρα $X > R$ οπότε από τον τύπο **4.11** θα ισχύει

$$F=B-C * e^{-DX} \text{ δηλαδή θα έχουμε } F=1,-0,9689 * e^{-0,4685 * 3,0998} = 0,773$$

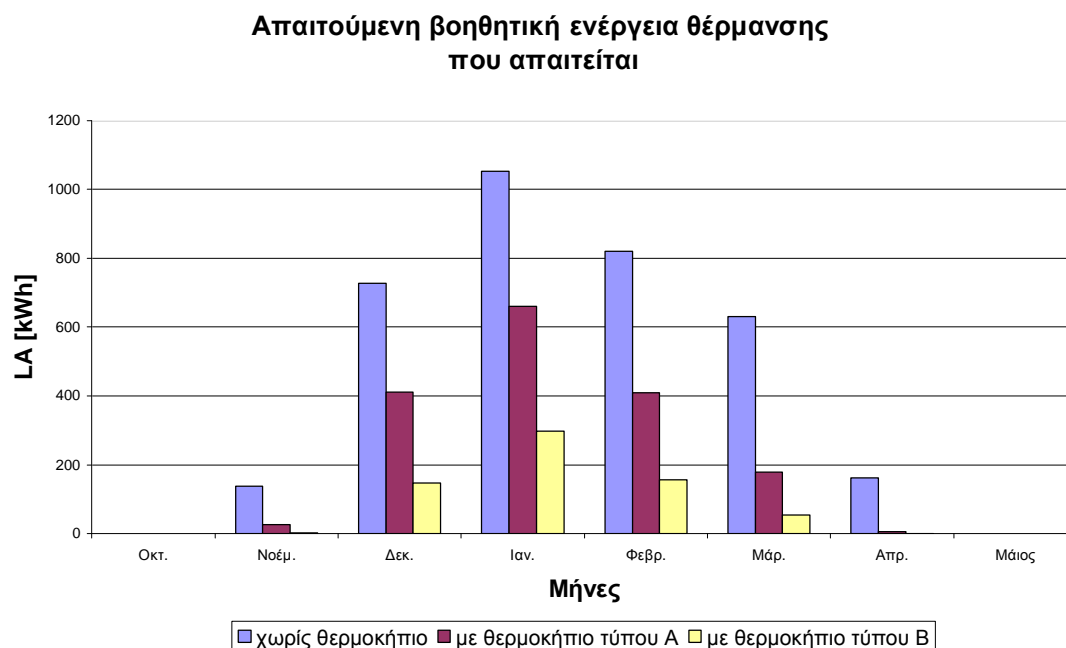
Άρα από τον τύπο **4.9** έχουμε:

$$f_{ns} = 1-(1-F) * K \text{ δηλαδή } f_{ns} = 1-(1-0,773) * 1 = 0,773$$

Συνεπώς από τον τύπο **4.13** θα έχουμε:

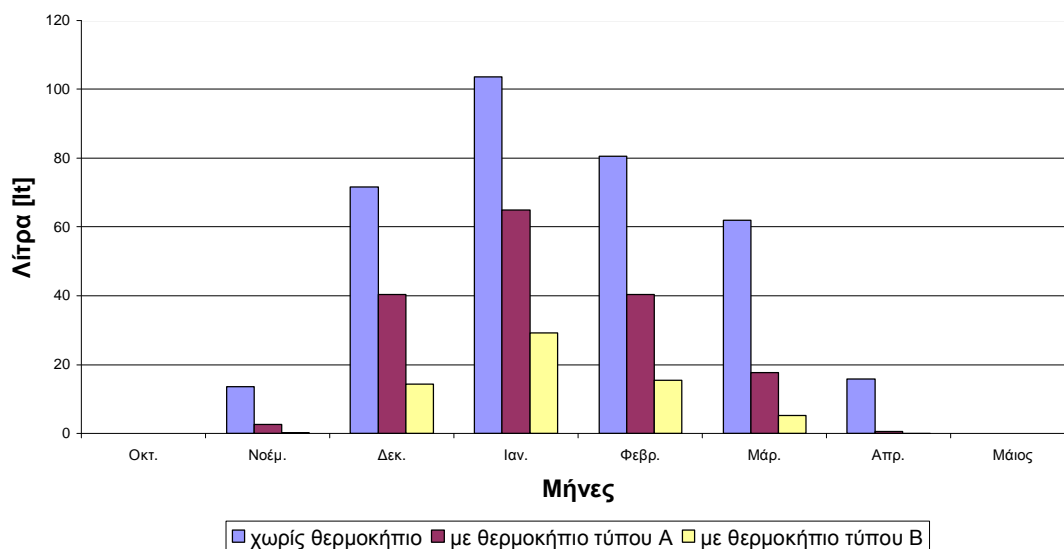
$$L_A=L_{ns}(1-f_{ns}) \text{ δηλαδή } L_A= 4960,6 * 264(1-0,773)=296,96[\text{kWh}].$$

4.2.1.4 Σύγκριση της συμπεριφοράς των τριών προτεινόμενων προς κατασκευή κτηρίων

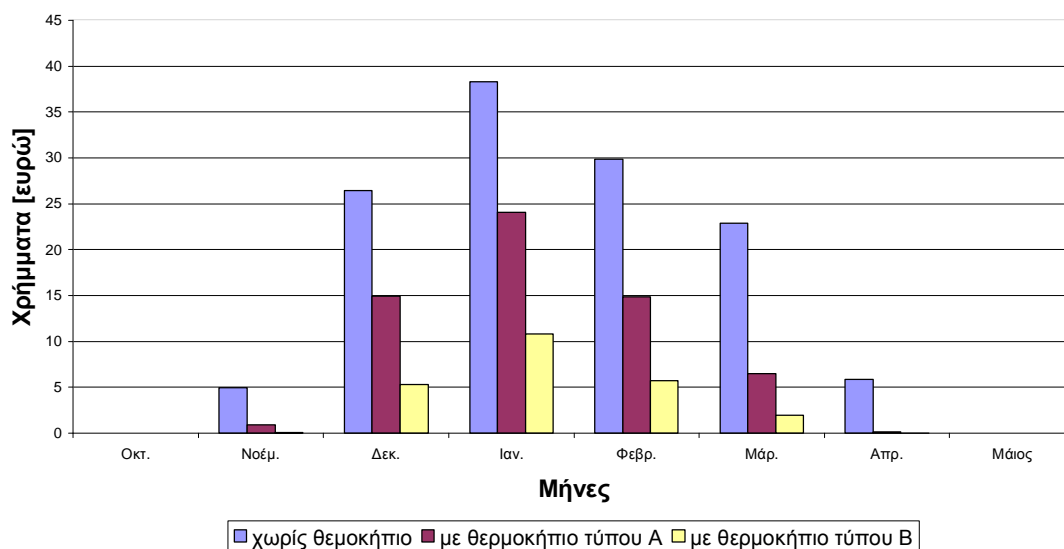


Συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο του Excel στο οποίο υπάρχουν αναλυτικά οι πράξεις.

Ποσότητα πετρελαίου που απαιτείται για την βοηθητική θέρμανση



Χρήματα που απαιτούνται για την βοηθητική θέρμανση της κατοικίας



4.2.2 ΜΕΘΟΔΟΣ 5000

Τα παθητικά ηλιακά κτήρια διακρίνονται σε δύο ομάδες. Σε αυτά που θερμαίνονται μόνο με άμεσο κέρδος (περίπτωση A) και σε αυτά που δεν βασίζονται μόνο στο άμεσο ηλιακό κέρδος (περίπτωση B).

Οι θερμικές απώλειες είναι στοιχειωδώς οι ίδιες αλλά και για τις δύο περιπτώσεις παρουσιάζονται δύο δυνατότητες: να χρησιμοποιηθούν χώροι ανάσχεσης ή όχι. Η εφαρμογή της μεθόδου μπορεί να αναλυθεί στα επόμενα

πέντε στάδια:

ΤΟΜΕΑΣ I ΚΑΙ II: Απώλειες Θερμότητας και Κέρδη για όλες τις περιπτώσεις

ΣΤΑΔΙΟ 1: Υπολογίζουμε το μέγεθος της απώλειας θερμότητας για το χώρο που θερμαίνεται (kWh/μήνα).

ΣΤΑΔΙΟ 2: Υπολογίζουμε το μέγεθος του χονδρικού κέρδους θερμότητας (kWh/μήνα).

ΤΟΜΕΑΣ III: Καθαρό φορτίο θερμότητας

ΣΤΑΔΙΟ 3: Υπολογίζουμε τα ωφέλιμα κέρδη (kWh/μήνα).

ΣΤΑΔΙΟ 4: Υπολογίζουμε τη βοηθητική θέρμανση που απαιτείται

ΣΤΑΔΙΟ 5: Ελέγχουμε τις συνθήκες έλλειψης άνεσης.

Αναλυτικά έχουμε:

ΤΜΗΜΑ I

ΚΤΗΡΙΑ ΜΕ ΑΜΕΣΟ ΚΕΡΔΟΣ

4.2.2.1 Υπολογισμός του φορτίου θέρμανσης

Οι απώλειες υπολογίζονται κατά τον ίδιο τρόπο και για τα κτίρια ΤΥΠΟΥ Α και για τα κτίρια ΤΥΠΟΥ Β.

4.2.2.1.1 Τοίχοι και οροφή ή στέγη

Υπολογίζουμε τις απώλειες από τους τοίχους και την οροφή.

$$L_1 = \sum (A * U) \quad (4.14)$$

Όπου L_1 σημαίνει το συνολικό μέγεθος απωλειών θερμότητας από τους τοίχους και την οροφή, A το εμβαδόν του τοίχου ή του τμήματος της οροφής και U τη θερμοπερατότητα που αντιστοιχεί. Για ηλιακούς τοίχους που χρησιμοποιούνται για την προθέρμανση του εξωτερικού αέρα, τοίχους μάζας ή τοίχους Trombe, η τιμή της θερμοπερατότητας (U -value) υπολογίζεται ως εξής:

$$U = \frac{1}{(r_g + r_a + r_{\text{toicou}} + r_s)} \quad (4.15)$$

Όπου

r_g = αντίσταση του υαλοστασίου (0.0 για μονό τζάμι, 0.11 για διπλό τζάμι) (W/m^2K)

r_a = αντίσταση του διακένου αέρα (0.16 αν ο τοίχος έχει μη επιλεκτική βαφή) επιφάνεια, ή 0.40)

$r_{\text{τοιχίου}}$ = αντίσταση του ίδιου τοίχου

r_s = το άθροισμα των αντιστάσεων των εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών (συνήθως = 0,17 m²K /W)

4.2.2.1.2 Παράθυρα

Υπολογίζουμε τις θερμικές απώλειες από τα εξωτερικά παράθυρα από τον τύπο:

$$L_2 = \sum (A * U) \quad (4.16)$$

Όπως προηγουμένως θα ισχύει όπου L_1 το συνολικό μέγεθος απωλειών θερμότητας από τα παράθυρα, A το εμβαδόν της διατομής του παραθύρου και U αντιπροσωπεύει τη θερμοπερατότητα που αντιστοιχεί.

Στην μέθοδο αυτή παρατηρούμε διάκριση μεταξύ των ημερήσιων και των νυχτερινών τιμών θερμοπερατότητας. Ο υπολογισμός της γίνεται με τη βοήθεια του παρακάτω τύπου ο οποίος είναι αντίστοιχος του 4.15:

$$U = \frac{1}{(r_g + r_a + r_{ni} + 0,17)} \quad (4.17)$$

Όπου

r_{ni} = αντίσταση της νυχτερινής μόνωσης

4.2.2.1.3 Πλάκα Δαπέδου

Υπολογίζουμε τις θερμικές απώλειες από συμπαγή πλάκα δαπέδου με τον τύπο:

$$L_3 = \sum (l * k) \quad (4.18)$$

Όπου L_3 προσδιορίζει τις συνολικές θερμικές απώλειες για τις εκτεθειμένες άκρες της πλάκας του δαπέδου πάνω από τον υγειονομικό κενό που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, l το μήκος μιας άκρης και k τον αντίστοιχο γραμμικό συντελεστή μετάδοσης των απωλειών.

4.2.2.1.4 Χώροι ανάσχεσης (ηλιακός χώρος)

Οι θερμικές απώλειες από τον χώρο ανάσχεσης (ηλιακός χώρος) προστίθενται στις παραπάνω απώλειες. Όταν προστίθεται χώρος ανάσχεσης σε υφιστάμενο χώρο αυτός ο χώρος που θερμαίνεται θα χάνει θερμότητα όχι απευθείας προς το εξωτερικό πια, μέσω του κοινού τμήματος του κελύφους με το χώρο ανάσχεσης, αλλά έμμεσα μέσω του χώρου ανάσχεσης). Ο χώρος ανάσχεσης θα χάνει θερμότητα προς το εξωτερικό και θα κερδίζει

θερμότητα από το εσωτερικό. Λαμβάνουμε υπόψη μόνο τις επιφάνειες του εξωτερικού περιβλήματος του χώρου που θερμαίνεται.

4.2.2.1.4.1 Απώλειες θερμότητας από τον ηλιακό χώρο προς τον εξωτερικό αέρα

Υπολογίζουμε τις απώλειες συναγωγής για τα στοιχεία που διαχωρίζουν τον χώρο ανάσχεσης από το εξωτερικό περιβάλλον (με βάση τα προηγούμενα έντυπα).

Αν υποθέσουμε ότι q είναι το ποσοστό του αέρα που εισέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον στον χώρο ανάσχεσης (σε m^3/h), υπολογίζουμε τις απώλειες λόγω αερισμού [$0,34q$ σε W/K]. Μετά αν υποθέσουμε ότι η δυνατότητα μετάδοσης του υαλοστασίου διαφέρει μεταξύ νύκτας και ημέρας, προσδιορίζουμε τις συνολικές ημερήσιες θερμικές απώλειες (L_{bd})

$$L_{bd} = \sum (U * A_w) + \sum (U_d * A) + \sum (k * l) + (0,34 * q) \quad (4.19)$$

Οι οποίες αντιπροσωπεύουν τοίχους, υαλοστάσιο, άκρες πλακών και αερισμό, όπου το U_d είναι η θερμοπερατότητα του υαλοστασίου την ημέρα.

Ομοίως οι νυχτερινές απώλειες (L_{bn}) είναι:

$$L_{bn} = \sum (U * A_w) + \sum (U_n * A) + \sum (k * l) + (0,34 * q) \quad (4.20)$$

Όπου U_n είναι η θερμοπερατότητα του υαλοστασίου τη νύχτα.

Αμέσως μετά υπολογίζουμε τη μέση τιμή L_{bm} :

$$L_{bm} = \frac{(L_{bd} + L_{bn})}{2} \quad (4.21)$$

Αν $U_n = U_d$ τότε θα ισχύει ότι $L_{bm} = L_{bd}$

4.2.2.1.4.2 Απώλειες θερμότητας από το χώρο που θερμαίνεται στο χώρο ανάσχεσης

Υπολογίζουμε τις απώλειες όπως στα προηγούμενα έντυπα, αλλά σε αντιστοιχία με τα στοιχεία που διαχωρίζουν το χώρο που θερμαίνεται από το χώρο ανάσχεσης. Οι συνολικές ημερήσιες απώλειες θερμότητας (L_{hd}) είναι:

$$L_{hd} = \sum (U * A_w) + \sum (U_d * A) \quad (4.22)$$

Ομοίως για την νύχτα ισχύει:

$$L_{hn} = \sum (U * A_w) + \sum (U_n * A) \quad (4.23)$$

Αμέσως μετά υπολογίζουμε την μέση τιμή L_{hm} :

$$L_{hm} = \frac{L_{hd} + L_{hn}}{2} \quad (4.24)$$

Αν $U_n = U_d$ τότε θα ισχύει ότι $L_{hm} = L_{hd}$

Ο συντελεστής μείωσης των θερμικών απωλειών για τον ηλιακό χώρο είναι:

$$C_{lb} = \frac{L_{bm}}{L_{bm} + L_{hm}} \quad (4.25)$$

Οπότε οι ημερήσιες θερμικές απώλειες από το χώρο που θερμαίνεται προς το εξωτερικό από το ηλιακό χώρο είναι:

$$L_{hd} * C_{lb} \quad (4.26)$$

Ομοίως οι νυχτερινές θερμικές απώλειες από το χώρο που θερμαίνεται προς το εξωτερικό μέσα από το ηλιακό χώρο είναι:

$$L_{hn} * C_{lb} \quad (4.27)$$

4.2.2.1.5 Αερισμός

Υπολογίζουμε τις θερμικές απώλειες από αερισμό και διείσδυση αέρα με την βοήθεια του τύπου:

$$\text{Θερμικές Απώλειες από Αερισμό} = 0,34 * q_r \quad (4.28)$$

Όπου

q_r = αντιπροσωπεύει την ολική ποσότητα του εξωτερικού αέρα που εισέρχεται στον χώρο που θερμαίνεται [m^3/h]

Καθαρή απώλεια θερμότητας από ποσοστό αερισμού. Αν το συνολικό ποσοστό ροής αέρα μέσα από τον χώρο που θερμαίνεται από όλες τις πηγές είναι q_r [m^3/h], οι ολικές θερμικές απώλειες εξαιτίας του αέρα θα είναι:

$$0,34 * q_r$$

Αυτό μπορεί να μειωθεί με τη χρήση εναλλακτών θερμότητας και ηλιακών τοίχων.

Μείωση των θερμικών απωλειών με την βοήθεια εναλλακτών θερμότητας αέρα-αέρα. Υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$R_e = 0,34 * q_e * n_e \quad (4.29)$$

Όπου

q_e = το μέγεθος της ροής μέσω του εναλλάκτη [m^3/h]

n_e = η απόδοση του εναλλάκτη

Μείωση των θερμικών απωλειών εξαιτίας των προσαρτημένων ηλιακών χώρων. Υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$R_b = 0,34 * q_b * (1 - C_{lb}) \quad (4.30)$$

Όπου

q_b = είναι η ροή μέσα από το ηλιακό χώρο από έξω προς το χώρο που θερμαίνεται [m^3/h],

C_{lb} = ο παράγοντας μείωσης των θερμικών απωλειών του ηλιακού χώρου.

Όπου υπάρχει άμεσος συνδυασμός χώρου ανάσχεσης και εναλλάκτη θερμότητας, τα R_e και R_b είναι:

$$R_e = 0,34 * q_e * n_e \quad (4.31)$$

$$R_b = 0,34 * q_b * (1 - C_{lb}) * (1 - n_e) \quad (4.32)$$

Μείωση των θερμικών απωλειών εξαιτίας της παρουσία ενός ηλιακού τοίχου ανοικτού βρόχου:

Η μείωση των απωλειών θερμότητας λόγω αερισμού θα δίνεται από τον τύπο:

$$R_{sw} = 0,34 * q_{sw} * n_{sw} \quad (4.33)$$

Όπου

q_{sw} = το μέγεθος παροχής του εξωτερικού αέρα που εισάγεται δια του ηλιακού τοίχου [m^3/h].

n_{sw} = η απόδοση του τοίχου

Υπολογισμός του συνολικού περιορισμού των απωλειών θερμότητας από αερισμό:

$$R_t = R_e + R_b + R_{sw} \quad (4.34)$$

Οπότε οι καθαρές απώλειες θερμότητας από αερισμό θα δίνονται από τον τύπο:

$$\text{Καθαρές Απώλειες από Αερισμό} = 0,34q_t - R_t \quad (4.35)$$

4.2.2.1.6 Αθροιση

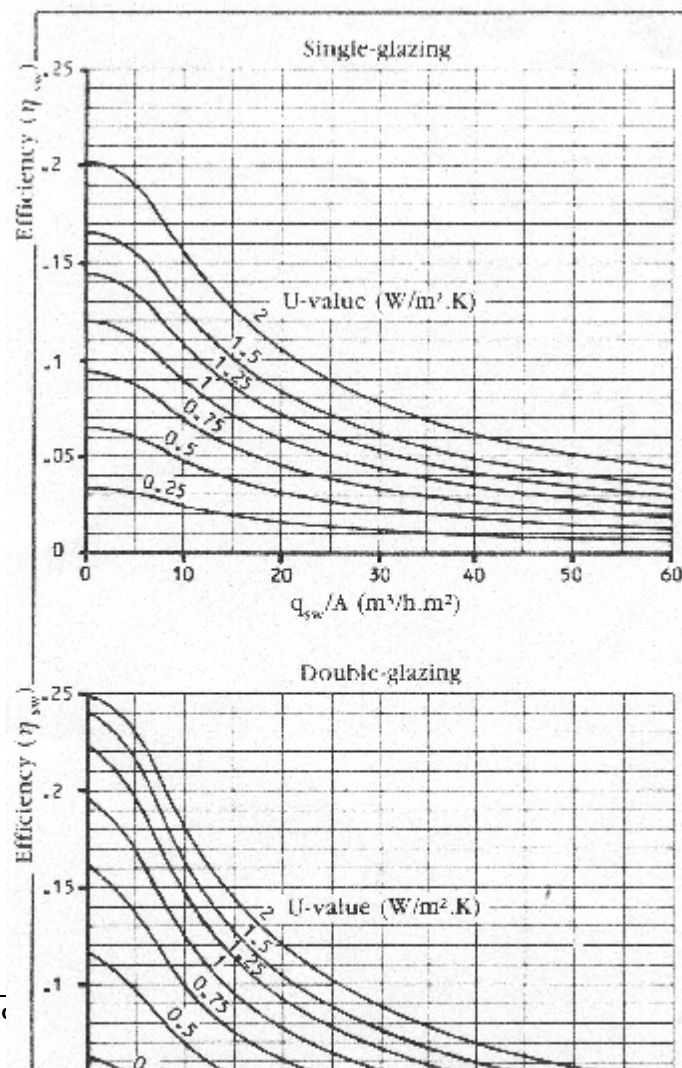
Αθροίζουμε τα μεγέθη των απωλειών. Καταγράφουμε τα μεγέθη των απωλειών θερμότητας από όλες τις πηγές, και αν είναι απαραίτητο διαφοροποιούμε, μεταξύ ημέρας και νύκτας. Υπολογίζουμε το γενικό σύνολο και κάθε πηγή ως ποσοστό επί του συνόλου. Στη *Νέα Μέθοδο 5000* μπορεί να καθοριστεί διαφορετική θερμοκρασία θερμοστάτη για την ημέρα και τη νύκτα. Υπολογίζουμε το φορτίο θέρμανσης με την υψηλή θερμοκρασία του θερμοστάτη t_t .

4.2.2.1.7 Φορτίο Θέρμανσης

Μετατρέπουμε τις απώλειες θερμότητας σε μηνιαίο φορτίο θέρμανσης. Υπολογίζουμε το (μέσο) συνολικό μέγεθος ημερησίων απωλειών θερμότητας

πολλαπλασιάζοντας το μέγεθος των συνολικών ημερησίων απωλειών θερμότητας με το κλάσμα $[H/24]$ των ωρών ημέρας που χρησιμοποιούμε την ημερήσια μόνωση. Σε αυτό προσθέτουμε το μέγεθος των νυχτερινών απωλειών αφού το πολλαπλασιάσουμε με το κλάσμα των ωρών νυχτερινής μόνωσης $[24-H/24]$.

Για να γίνει η μετατροπή σε ποσότητα θερμότητας για τον αντίστοιχο μήνα πρέπει να ολοκληρωθεί η υστέρηση της θερμοκρασίας ως προς τον κατάλληλο χρόνο (ένα μήνα στην προκειμένη περίπτωση). Η υστέρηση είναι η διαφορά μεταξύ της μέσης μηνιαίας εξωτερικής θερμοκρασίας της ημέρας $[t_o]$ και της απαιτούμενης εσωτερικής θερμοκρασίας (δηλαδή τη ρύθμιση του θερμοστάτη $[t_i]$). Το άθροισμα είναι η συσσωρευμένη θερμοκρασία, η οποία, όταν την πολλαπλασιάσουμε με τον αριθμό των ημερών του μήνα έχει μονάδες βαθμοήμερες ή K-ημέρες. Αυτό τότε το πολλαπλασιάζουμε με το 24 και παίρνουμε K-ώρες. Το σύνολο της ολικής απώλειας θερμότητας το πολλαπλασιάζουμε επί βαθμό-ώρες και παίρνουμε την συνολική ποσότητα θερμότητας για το μήνα $[Wh/μήνα]$. Το διαιρούμε με το 1000 για να δώσει $[KWh/μήνα]$.



Σχήμα 4.2 Τιμές του n_{sw} ως συνάρτηση του (q_{sw}/A) για διαφορετικές τιμές θερμοπερατότητας του τοίχου και απλά ή διπλά τζάμια.

Αναλυτικά αφού βρούμε τις μέσες μηνιαίες εξωτερικές θερμοκρασίες t_o υπολογίζουμε τις βαθμομέρες από τον τύπο:

$$DD_m = (t_i - t_o) * N \quad (4.36)$$

Όπου

N = οι μέρες του μήνα

t_i = θερμοκρασία του θερμοστάτη

t_o = μέση μηνιαία εξωτερική θερμοκρασία

Οι ημερήσιες απώλειες θερμότητας για K διαφορά θερμοκρασίας δίνεται από τον τύπο:

$$LL = (H * H.A.Θ + (1 - H) * N.A.Θ.) * 1000 \quad (4.37)$$

Όπου τα $H.A.Θ.$ (ημερήσιες απώλειες θερμότητας) και $N.A.Θ.$ (νυχτερινές απώλειες θερμότητας) έχουν υπολογιστεί παραπάνω και H είναι οι ώρες της ημέρας.

Το μηνιαίο θερμικό φορτίο χωρίς κέρδη θα δίνεται τότε από τον τύπο:

$$Q_{ng} = LL * DD_m \quad (4.38)$$

4.2.2.2 Υπολογισμός Άμεσων Ηλιακών Κερδών

4.2.2.2.1 Άμεσα κέρδη

Για να υπολογίσουμε τα άμεσα ηλιακά κέρδη εισάγουμε τις επιφάνειες των παραθύρων και διαβάζουμε τη μέση ημερήσια θερμότητα που μεταδίδεται E [kWh/m^2] για τον προσανατολισμό και την κλήση του κάθε παραθύρου από πίνακα **Π.8** του παραρτήματος. Έπειτα κάθε τιμή του E την πολλαπλασιάζουμε με την κατάλληλη επιφάνεια παραθύρου και αθροίζουμε τα αποτελέσματα. Το αποτέλεσμα που παίρνουμε είναι η ολική ημερήσια ηλιακή θερμότητα την οποία και αθροίζουμε στην συνέχεια και αυτή όταν

πρώτα την πολλαπλασιάσουμε με τον αριθμό των ημερών του μήνα δίνει τα ολικά μηνιαία θερμικά κέρδη από άμεση ηλιακή ακτινοβολία.

Οπότε για κάθε παράθυρο η ηλιακή ενέργεια που μεταδίδεται στο κτήριο θα δίνεται από τον τύπο:

$$\Phi_{dg} = E * A * m * C_c * S_f * C_f \quad (4.39)$$

Όπου

E = η ηλιακή ενέργεια που μεταδίδεται ανά m^2 επιφάνειας τζαμιών ανά ημέρα

A = επιφάνεια παραθύρων [m^2]

m = δρώσα επιφάνεια του παραθύρου

C_c = παράγοντες μετάδοσης για καθαρές κουρτίνες (αν δεν υπάρχουν κουρτίνες $C_c=1$ για τυπική τιμή με κουρτίνες είναι $C_c=0,93$)

S_f = το ποσοστό σκίασης

C_f = κλάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει και φτάνει στο δάπεδο σύμφωνα με την ενδοδαπέδια μόνωση και τη δυνατότητα απορρόφησης του δαπέδου.

Στην συνέχεια αθροίζουμε την ηλιακή ενέργεια, που εισέρχεται στον χώρο, από όλα τα παράθυρα (όλων των προσανατολισμών).

4.2.2.3 Υπολογισμός των περιστασιακών κερδών

4.2.2.3.1 Εσωτερικά Κέρδη

Τα ποσά εξαρτώνται από τη χρήση του κτηρίου και από τον τρόπο που χρησιμοποιούνται το θερμό νερό, ο ηλεκτρικός φωτισμός και οι ηλιακές συσκευές.

ΤΜΗΜΑ II

ΚΤΗΡΙΑ ΜΕ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

4.2.2.4 Άμεσο κέρδος στα κτήρια τύπου Β

Υπολογίζουμε το άμεσο κέρδος από τα παράθυρα όπως στον τύπο Α, των κτηρίων, της ενέργειας 4.2.2.2.1

4.2.2.5 Ηλιακά κέρδη από τον Ηλιακό Χώρο

Στην περίπτωση που υπάρχει ηλιακός χώρος (σχήμα 3.9) το ηλιακό κέρδος εξασφαλίζεται με 4 δυνατούς τρόπους οι οποίοι παρατίθενται παρακάτω:

1. Με άμεσο κέρδος από τα παράθυρα μεταξύ του χώρου που θερμαίνεται και του ηλιακού χώρου
2. Με την χρήση τοίχου μάζας στον ηλιακό χώρο.

3. Με την ενέργεια του χώρου ανάσχεσης κατά την οποία ο αέρας στον ηλιακό χώρο θερμαίνεται από τον ήλιο και μειώνει τις απώλειες θερμότητας του χώρου που θερμαίνεται.

4. Με προθέρμανση του αέρα αερισμού του χώρου που θερμαίνεται.

Οπότε η ολική ενέργεια του ηλιακού χώρου δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Ολική Ενέργεια Ηλιακού Χώρου} = \Phi_{\text{sdg}} + \Phi_{\text{smw}} + \Phi_{\text{sb}} + \Phi_{\text{sa}} \quad (4.40)$$

4.2.2.5.1 Εσωτερικά παράθυρα

Υπολογίζουμε το κέρδος από τα παράθυρα που χωρίζουν τον ηλιακό χώρο από το χώρο που θερμαίνεται.

Διαβάζουμε από πίνακες το E , την ηλιακή ενέργεια που μεταδίδεται ανά m^2 [kWh/ημέρα], για την συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό κάθε παραθύρου. Για κάθε E , πολλαπλασιάζουμε επί το εμβαδόν και το τ_s .

$$\tau_s = \tau_g * m_s \quad (4.41)$$

Όπου

$\tau_g = 0,79$ για ηλιακό χώρο με μονό τζάμι και $0,63$ για ηλιακό χώρο με διπλό τζάμι

$m_s =$ είναι ο λόγος του καθαρού υαλοστασίου του ηλιακού χώρου χωρίς σκελετό, πλαίσια κτλ., προς το συνολικό εμβαδόν του διαφανούς περιβλήματος του ηλιακού χώρου.

Κατόπιν υπολογίζουμε το Φ_{sdg} για κάθε παράθυρο και αθροίζουμε. Οπότε έχουμε:

$$\Phi_{\text{sdg}} = E * \tau_s * A * m * S_f \quad (4.42)$$

Όπου

$A =$ το εμβαδόν του παραθύρου [m^2] μεταξύ του ηλιακού χώρου και του χώρου που θερμαίνεται, περιλαμβάνοντας και τα πλαίσια

$m =$ ο λόγος των επιφανειών με τζάμι προς το συνολικό εμβαδόν των ανοιγμάτων μεταξύ του ηλιακού χώρου και του χώρου που θερμαίνεται, όπου m αναφέρεται στα πλαίσια και το σκελετό.

$S_f =$ ο παράγοντας σκίασης ως ποσοστό. Αν η οροφή του ηλιακού χώρου ή κάποιος από τους τοίχους είναι χρωματισμένα, το S_f πρέπει να λάβει υπόψη του την μείωση της ενέργειας που μεταδίδεται στο χώρο ο οποίος θερμαίνεται από αυτό το εμπόδιο.

4.2.2.5.2 Τοίχος Μάζας

Υπολογίζουμε τα κέρδη από τοίχο μάζας στον ηλιακό χώρο Φ_{mw} . Για κάθε μη μονωμένο τοίχο μάζας που χωρίζει τον ηλιακό χώρο που θερμαίνεται ισχύει ότι:

$$\Phi_{smw} = 0,11 * U * \alpha * E_i * T_s * A * S_f \quad (4.43)$$

Όπου

U = ο συντελεστής θερμοπερατότητας του τοίχου [W/m^2K]

α = η απορροφητικότητα του τοίχου [0,9 για ματ μαύρο τοίχο]

E = η ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει [kWh/m^2 ανά ημέρα] από πίνακες για τον κατάλληλο προσανατολισμό και κλίση του συγκεκριμένου τοίχου

T_s = ο ολικός συντελεστής ηλιακής μετάδοσης του κελύφους του ηλιακού χώρου

A = το συνολικό εμβαδόν του τοίχου [m^2]

S_f = συντελεστής σκίασης ως ποσοστό για να λάβει υπόψη τα εξωτερικά εμπόδια ή τα σκιάστρα με υπερστεγάσματα ή πτερύγια στον ηλιακό χώρο ή στο περίβλημά του.

4.2.2.5.3 Εξωτερικά Παράθυρα

Υπολογίζουμε την ηλιακή ενέργεια που εισέρχεται στον ηλιακό χώρο E_s για κάθε επιφάνεια με τζάμια του περιβλήματος του ηλιακού χώρου με την βοήθεια του τύπου:

$$E_s = E * S_f * A * m \quad (4.44)$$

Όπου

E = η ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει [kWh/m^2 ανά ημέρα] από πίνακες για τον προσανατολισμό την κλίση και την υφή του τζαμιού.

S_f = ο συντελεστής σκίασης της επιφάνειας τζαμιού για να ληφθούν υπόψη η σκίαση και τα οπτικά εμπόδια

A = το συνολικό εμβαδόν των επιφανειών από τζάμι του ηλιακού χώρου [m^2]

m = ο λόγος του τζαμιού προς τη συνολική επιφάνεια του υαλοστασίου για να ληφθούν υπόψη τα πλαίσια και ο σκελετός (μια τυπική τιμή είναι 0,85).

Στην συνέχεια αθροίζουμε την ενέργεια που μεταδίδεται από το υαλοστάσιο του ηλιακού χώρου.

4.2.2.5.4 Αποτέλεσμα του ηλιακού χώρου ως χώρου ανάσχεσης [Φ_{sb}] και προθέρμανση του αέρα αερισμού [Φ_{sa}]

Πρώτα υπολογίζουμε την ενέργεια F_s που παγιδεύεται στον ηλιακό χώρο:

$$F_s = (a_1 * E_s) - (a_2 * \Phi_{sdg}) - \Phi_{smw} \quad (4.45)$$

Όπου

a_1, a_2 = είναι δύο συντελεστές που λαμβάνουν υπόψη τις απώλειες της ηλιακής ενέργειας από τις πολλαπλές ανακλάσεις μέσα στον ηλιακό χώρο. Οι

τιμές για τα a_1 και a_2 δίνονται σε συνδυασμό του πίνακα **Π.6** του παραρτήματος καθώς και του σχήματος **Π.6** του παραρτήματος ως συνάρτηση της γεωμετρίας του ηλιακού χώρου, του τύπου τζαμιού, της απορροφητικότητας του και της μόνωσης του δαπέδου.

(i) Από την στιγμή που θα υπολογιστεί το F_s μπορούν να υπολογιστούν δύο μηνιαίες μέσες θερμοκρασίες:

Η μέση μηνιαία θερμοκρασία του ηλιακού χώρου χωρίς ηλιακά κέρδη t_{sng} θα υπολογίζεται από τον τύπο:

$$t_{sng} = \frac{(t_0 * L_{bm}) + (t_t * L_{hm})}{L_{hm} + L_{bm}} \quad (4.46)$$

Όπου

t_0 = η μέση μηνιαία εξωτερική θερμοκρασία

t_t = η θερμοκρασία του θερμοστάτη

L_{hm} = η μέση απώλεια θερμότητας του χώρου που θερμαίνεται προς το χώρο ανάσχεσης

L_{bm} = η μέση απώλεια θερμότητας του χώρου ανάσχεσης προς το περιβάλλον.

Η μέση μηνιαία θερμοκρασία του ηλιακού χώρου με ηλιακά κέρδη t_s θα υπολογίζεται από τον τύπο:

$$t_s = t_{sng} + \frac{F_s}{0,024 * (L_{hm} + L_{bm})} \quad (4.47)$$

ii) Τα ηλιακά κέρδη από το αποτέλεσμα του χώρου ανάσχεσης Φ_{sb} και από τον αερισμό του ηλιακού χώρου Φ_{sa} υπολογίζουμε με τους πιο κάτω τύπους:

$$\Phi_{sb} = (1 - C_{lb}) * F_s \quad (4.48)$$

$$\Phi_{sa} = \frac{R_b * F_s}{L_{hm}} \quad (4.49)$$

Όπου

C_{lb} = ο συντελεστής μείωσης των απωλειών του χώρου ανάσχεσης

R_b = περιορισμός των απωλειών θερμότητας αερισμού που οφείλονται στον χώρο ανάσχεσης

4.2.2.6 Ηλιακό κέρδος από το συλλέκτη αέρα ανοικτού βρόχου [Φ_{ac}]

Υπολογίζουμε τα κέρδη από την προθέρμανση του αέρα αερισμού με ένα συλλέκτη αέρα με τον ακόλουθο τύπο:

$$\Phi_{ac} = n_{ac} * \left(\frac{E}{t_n} \right) * Sf * A * m \quad (4.50)$$

Όπου

η_{ac} = η απόδοση του συλλέκτη αέρα για τη ροή αέρα που θεωρείται και μέσες κλιματικές συνθήκες, είναι δηλαδή ο λόγος της ενέργειας που συλλέγεται από τον αέρα προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει. Στους συλλέκτες ανοικτού βρόχου αέρα η απόδοση εξαρτάται περισσότερο από τη ροή αέρα ανά μονάδα επιφανείας παρά από τις κλιματικές συνθήκες.

E = είναι η μέση ηλιακή ενέργεια που μεταδίδεται από μονό τζάμι [kWh/m^2] και ημέρα και προκύπτει απευθείας από πίνακες για συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό.

τ_n = είναι ο παράγοντας μετάδοσης για μονό τζάμι σε κάθετη πρόσπτωση (συνήθως είναι 0,85)

S_f = είναι ο συντελεστής σκίασης ως ποσοστό. Αν ο συλλέκτης είναι χωνευτός στην οροφή το S_f είναι κανονικά ίσο με 1

A = η επιφάνεια του συλλέκτη [m^2].

m = ο λόγος μεταξύ της επιφάνειας που είναι καλυμμένη με τζάμι και της επιφάνειας του συλλέκτη για να ληφθεί υπόψη το πλαίσιο και ο σκελετός.

4.2.2.7 Ηλιακά κέρδη από Ηλιακούς Τοίχους Ανοικτού Βρόχου [Φ_{sw}]

Στους Ηλιακούς Τοίχους Ανοικτού Βρόχου ο αέρας αερισμού θερμαίνεται μεταξύ του υαλοστασίου και του τοίχου (βαμμένου με μαύρο χρώμα) πριν εισέλθει στο χώρο που θερμαίνεται.

Υπολογίζουμε τα ηλιακά κέρδη από αερισμό από τον τύπο:

$$\Phi_{asw} = F * R_{sw} * \left(\frac{r_{int}}{A}\right) * C \quad (4.51)$$

Όπου

F = η ηλιακή ενέργεια που απορροφάται από τον τοίχο [kWh/ημέρα]. Το F υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο όπως τα εξωτερικά υαλοστάσια εκτός από το ότι η ενέργεια πολλαπλασιάζεται με α , που είναι η απορροφητικότητα του τοίχου.

Οπότε έχουμε:

$$F = E * S_f * A * m * \alpha \quad (4.52)$$

Όπου

R_{sw} = η μείωση των απωλειών θερμότητας για τον αερισμό [W/K].

r_{int} = η αντίσταση του απορροφητικού προς το εσωτερικό [$\text{m}^2 \text{K/W}$].

δηλαδή:

$$r_{int} = r_{wall} + 0,11 \quad (4.53)$$

A = η επιφάνεια του τοίχου [m^2].

C = συντελεστής που έχει τις ακόλουθες τιμές ανάλογα με τη θέση της μόνωσης στον τοίχο: μόνωση στην εσωτερική επιφάνεια: C=0,90
 μόνωση στον εσωτερικό τοίχο: C=0,86

Υπολογίζουμε τα ηλιακά κέρδη συναγωγής δια του τοίχου Φ_{csw} με την βοήθεια του τύπου:

$$f_{csw} = F * U * r_{ext} * C \quad (4.54)$$

Όπου

F = η ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται. Την υπολογίζουμε όπως παραπάνω.

U = ο συντελεστής θερμοπερατότητας του τοίχου μαζί με το υαλοστάσιό του.

r_{ext} = Η αντίσταση από το συλλέκτη προς το εξωτερικό περιβάλλον [m^2K/W].

δηλαδή:

$$r_{ext} = 0,22 + r_g \quad (4.55)$$

όπου

r_g = η αντίσταση του υαλοστασίου $r_g = 0$ για μονό τζάμι

$r_g = 0,11$ για διπλό τζάμι

Οπότε τα συνολικά ηλιακά κέρδη από τον ηλιακό τοίχο δίνονται από τον τύπο:

$$\Phi_{sw} = \Phi_{asw} + \Phi_{csw} \quad (4.56)$$

Πίνακας 4.4 Τιμές του συντελεστή απόδοσης για διάφορους Τύπους τοίχου Trombe

Είδος τζαμιού	Ικανότητα εκπομπής συλλέκτη	Νυχτερινή μόνωση	C
A.T	0,9	Όχι	0,46
A.T	0,9	Ναι	0,58
Δ.T	0,9	Όχι	0,66
Δ.T	0,9	Ναι	0,76
A.T	0,1	Όχι	0,65
A.T	0,1	Ναι	0,76
Δ.T	0,1	Όχι	0,77
Δ.T	0,1	Ναι	0,85

[πηγή: European passive solar handbook]

4.2.2.8 Ηλιακά κέρδη από τον Τοίχο Trombe [Φ_{tw}]

Σε έναν τοίχο Trombe (σχήμα 3.8) ο εσωτερικός αέρας κινείται θερμοσιφωνικά στο διάκενο μεταξύ υαλοστασίου και συλλέκτη. Τη νύχτα οι

θυρίδες αερισμού είναι κλειστές για να προληφθεί ο ανάστροφος θερμοσιφωνισμός.

Υπολογίζουμε τα ηλιακά κέρδη από τον τοίχο Trombe από τον τύπο:

$$\Phi_{nw} = F * C \quad (4.57)$$

Όπου

F = είναι η ηλιακή ενέργεια που απορροφάται από τον τοίχο [kWh/ημέρα].

Σε αντιστοιχία με τον ηλιακό τοίχο θα είναι:

$$F = E * S_f * A * m * a \quad (4.58)$$

E = είναι η ηλιακή ενέργεια που μεταδίδεται ανά m² υαλοστασίου [kWh/m² ημέρα]. Προκύπτει από πίνακες για τον κατάλληλο προσανατολισμό, κλίση και υφή του τοίχου.

S_f = είναι ο συντελεστής σκίασης του τοίχου ως ποσοστό.

A = είναι η επιφάνεια του τοίχου [m²].

m = είναι ο λόγος της καλυμμένης με τζάμι επιφάνειας προς την επιφάνεια του υαλοστασίου του τοίχου (α = 0,90 για τοίχο βαμμένο ματ μαύρο)

C = είναι ο συντελεστής απόδοσης που προκύπτει από τον **πίνακα 4.4**. Εξαρτάται από τη φύση του τζαμιού (μονό ή διπλό), την ανακλαστικότητα του συλλέκτη και την παρουσία νυκτερινής μόνωσης.

4.2.2.9 Ηλιακά κέρδη από Τοίχο Μάζας

Ένας τοίχος μάζας είναι απλώς ένας τοίχος Trombe που δεν μεταδίδει θερμότητα με αερισμό. Τα ηλιακά κέρδη προκύπτουν από συναγωγή δια του τοίχου και υπολογίζονται από τον τύπο:

$$\Phi_{mw} = F * U * r_{ext} \quad (4.59)$$

Όπου

F = είναι η ενέργεια που απορροφάται από τον τοίχο [kWh/ημέρα] υπολογισμένη από τον τύπο:

$$F = E * S_f * A * m * a \quad (4.60)$$

Όπου

E = είναι η ηλιακή ενέργεια που μεταδίδεται ανά m² υαλοστασίου [kWh/m² ημέρα]. Προκύπτει απευθείας από τους πίνακες για τον προσανατολισμό την κλίση και την υφή του τοίχου.

S_f = είναι ο συντελεστής σκίασης του τοίχου ως ποσοστό

A = είναι το εμβαδόν του τοίχου [m²],

m = είναι ο λόγος της καλυμμένης με τζάμι επιφάνειας προς την επιφάνεια του υαλοστασίου για να ληφθούν υπόψη τα πλαίσια ,

α = είναι η απορροφητικότητα του τοίχου (α = 0,9 για τοίχο βαμμένο ματ μαύρο)

U = είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας του τοίχου μαζί με το υαλοστάσιο [W/m^2K]

r_{ext} = η αντίσταση του από το συλλέκτη προς το έξω μέρος [W/m^2K]

δηλαδή:

$$r_{ext} = 0,06 + r_g + r_a \quad (4.61)$$

Όπου

r_g = η αντίσταση του τζαμιού (0 για τα μονά τζάμια, 0.11 για τα διπλά τζάμια) [W/m^2K]

r_a = η αντίσταση του διακένου αέρα (0,16 αν ο συλλέκτης δεν είναι επιλεκτικός και 0,4 αν ο συλλέκτης έχει επιλεκτική κάλυψη) [m^2K/W]

Όταν χρησιμοποιούμε νυχτερινή μόνωση ο τύπος 4.59 αντικαθίσταται από τον ακόλουθο:

$$\Phi_{mw} = F * [(0,7 * U_d * r_{ed}) + (0,3 * U_n * r_{en})] \quad (4.62)$$

Όπου

U_d , U_n =είναι ο ημερήσιος και ο νυχτερινός συντελεστής θερμοπερατότητας του τοίχου, αντίστοιχα, με το υαλοστάσιό του,

r_{ed} , r_{en} =είναι η ημερήσια και η νυχτερινή θερμική αντίσταση από το συλλέκτη προς το περιβάλλον

Τα U_n και r_{en} λαμβάνουν υπόψη την αντίσταση της νυχτερινής μόνωσης :

$$\frac{1}{U_n} = \frac{1}{U_d} + r_{ni} \quad (4.63)$$

$$r_{en} = r_{ed} + r_{ni} \quad (4.64)$$

Όπου

r_{ni} = είναι η αντίσταση της νυχτερινής μόνωσης (αν υπάρχει)

ΤΜΗΜΑ III

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΟΡΤΪΟΥ ΒΟΗΘΗΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

4.2.2.10 Άθροισμα όλων των Ηλιακών και Εσωτερικών Κερδών

Προσθέτουμε όλα τα ηλιακά κέρδη που συμβάλλουν με τα διάφορα στοιχεία.

Όπου υπάρχουν ηλιακοί χώροι η τιμή Φ_s υπολογίζουμε μήνα προς μήνα:

$$\Phi_s = \Phi_{sdg} + \Phi_{smw} + \Phi_{sb} + \Phi_{sa} \quad (4.65)$$

Για κάθε είδος στοιχείου οι τιμές Φ που εισάγουμε είναι τιμές που εμφανίζονται στο κάτω μέρος των αντίστοιχών εντύπων. Όταν χρειάζονται

αρκετά έντυπα για την ίδια παράμετρο το άθροισμα όλων των επιμέρους συνόλων εισάγεται στο έντυπο Β.

Το κάτω μέρος του Εντύπου Β είναι για το συνολικό άθροισμα των ηλιακών κερδών. [kWh/ημέρα]

$$\Phi_{solar} = \Phi_{dg} + \Phi_s + \Phi_{ac} + \Phi_{sw} + \Phi_{tw} + \Phi_{mw} \quad (4.66)$$

Κάποιοι από τους όρους του παραπάνω τύπου μπορεί να είναι μηδέν.

4.2.2.11 Υπολογισμός των ωφέλιμων ποσοστών όλων των κερδών

Υπολογίζουμε το ποσοστό η των ωφέλιμων κερδών ($0 < \eta < 1$). Υπολογίζουμε το ωφέλιμο ποσοστό των ολικών ηλιακών και περιστασιακών κερδών γνωρίζοντας την κατάσταση του κτιρίου ως προς τη θερμική του αδράνεια και από το ποσοστό των κερδών / φορτίου για το κτίριο. Η κατάταξη του κτηρίου ως προς την θερμική του αδράνεια εξάγεται από τον λόγο I (ωφέλιμη θερμική μάζα / εμβαδόν δαπέδου). [kg/m²]

Προχωρούμε όπως παρακάτω:

A) Υπολογίζουμε πρώτα το συνολικό ποσό της ενέργειας που παρέχεται ημερησίως στο χώρο που θερμαίνεται:

$$\sum \Phi = \Phi_i + \Phi_{solar} \quad (4.67)$$

Όπου Φ_i = είναι τα μέσα ημερήσια 'ακαθάριστα' περιστασιακά κέρδη από τους ενοίκους. Η τιμή αυτή είναι ειδική για κάθε χώρα και τον τύπο της συγκεκριμένης κατοικίας που εξετάζουμε.

B) Υπολογίζουμε έπειτα την ωφέλιμη θερμική μάζα (αδράνεια) ανά μονάδα επιφάνειας δαπέδου που θερμαίνεται I

Για κάθε τοίχο ή χώρισμα υπολογίζουμε την ωφέλιμη θερμική μάζα ανά μονάδα επιφάνειας του τοίχου.

Όταν δεν υπάρχει συγκεκριμένο στρώμα μόνωσης (σε αυτόν τον ορισμό του I , ένα στρώμα μόνωσης σημαίνει στρώμα υλικού με αγωγιμότητα πιο μικρή από 0,12 [W/mK], και αντίσταση στρώματος μεγαλύτερη από 0,5 [m²K/W]), μπορεί να ληφθεί η μισή από την συνολική μάζα του υλικού. Σε όλες τις περιπτώσεις η ωφέλιμη θερμική μάζα ανά μονάδα επιφάνειας περιορίζεται μέχρι τα 150 [kg/m²].

Για τοίχους ή δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή σε χαμηλού ύψους χώρου που δεν θερμαίνεται, μπορεί να θεωρηθεί η τιμή των 150 [kg/m²] αν ο τοίχος ή το δάπεδο δεν έχουν θερμομονωτική στρώση.

Όταν υπάρχει στρώμα μόνωσης λαμβάνεται η μάζα ανά μονάδα επιφάνειας του υλικού που βρίσκεται μεταξύ του στρώματος της μόνωσης και του χώρου που θερμαίνεται.

Για τοίχους ή δάπεδα σε επαφή με άλλο χώρο που θερμαίνεται λαμβάνεται η μάζα ανά μονάδα επιφανείας του υλικού που βρίσκεται ανάμεσα στο στρώμα μόνωσης και το χώρο που θερμαίνεται. Αν δεν υπάρχει στρώμα μόνωσης λαμβάνεται η μισή μάζα ανά μονάδα επιφανείας. Σε όλες τις περιπτώσεις το όριο είναι 150 [kg/m²].

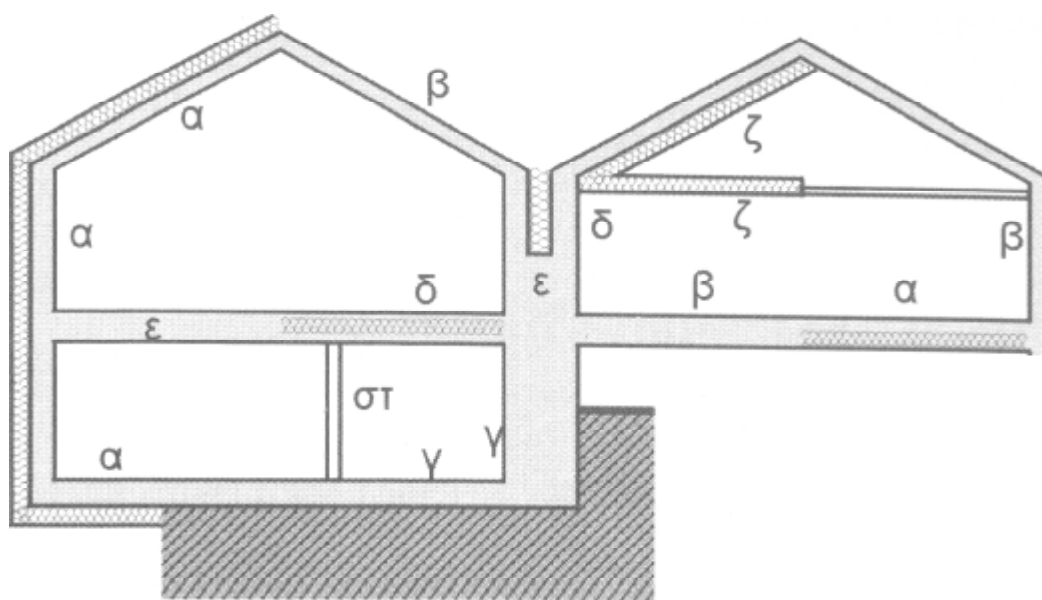
Για διαχωριστικούς τοίχους μέσα στο χώρο που θερμαίνεται λαμβάνεται η συνολική μάζα ανά μονάδα επιφανείας αλλά χωρίς να γίνει υπέρβαση των 300 [kg/m²].

Πολλαπλασιάζουμε την ωφέλιμη θερμική μάζα ανά μονάδα επιφανείας επί την επιφάνεια του τοίχου. Αυτό γίνεται για όλους τους τοίχους, διαχωριστικούς τοίχους, δάπεδα κτλ μέσα στο χώρο που θερμαίνεται. Έπειτα αθροίζουμε τα ποσά που προκύπτουν. Έτσι αποδίδεται η ωφέλιμη θερμική μάζα του χώρου που θερμαίνεται. Τελικά το ποσό αυτό διαιρείται δια της επιφάνειας του δαπέδου που θερμαίνεται. Το πηλίκο είναι το I σε [kg/m²].

α. Μάζα με εξωτερική μόνωση - χρήση όλης της μάζας – μέγιστο 150 kg/m² τοίχου, δαπέδου, οροφής ή pilotis.

β. Μάζα χωρίς εξωτερική μόνωση - χρήση της μισής από το σύνολο της μάζας - μέγιστο 150 kg/m² τοίχου, δαπέδου, οροφής ή pilotis.

γ. Μάζα σε επαφή με το έδαφος 150 kg/m² δαπέδου, ή επιφάνειας τοίχων.



Σχήμα 4.4 Μάζα που λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό του "I"

δ. Μονωμένη μάζα μεταξύ δύο κατοικιών που θερμαίνονται – χρήση όλης της μάζας μεταξύ μόνωσης και κατοικίας που εξετάζεται μέγιστο 150 kg/m² τοίχου, δαπέδου ή οροφής.

ε. Μάζα χωρίς μόνωση μεταξύ δύο κατοικιών - χρήση του μισού της μάζας - 150 kg/m² τοίχου, δαπέδου ή οροφής.

στ. Διαχωριστικοί τοίχοι σε χώρο που θερμαίνεται - χρήση όλης της μάζας - μέγιστο 300 kg/m² χωρισμάτων.

ζ. Μάζα με εσωτερική μόνωση - χρήση μόνο της μάζας εσωτερικά της μόνωσης - (γυψόπλακες, ξύλο κλπ).

§ Βάρος σκυροδέματος 240 kg/m² για πάχος 10 cm.

§ Τοιχοποιία από οπτόπλινθους διάτρητους 120 kg/m² για πάχος 10 cm συμπεριλαμβανομένου και του επιχρίσματος.

§ Γυψοσανίδες με αμφίπλευρη επικάλυψη από χαρτόνι πάχους 2 cm, 20kg/m².

§ Ξύλο και παράγωγα ξύλου πάχους 4 cm, 30 kg/m².

§ Τσιμεντοασβεστοκονιάματα πάχους 2 cm, 35 kg

Ανάλογα με την τιμή του I, το κτίριο υπάγεται σε μία από τις 5 ακόλουθες κατηγορίες. Για κάθε κατηγορία δίνεται μια μέση τιμή της σταθεράς τ του κύριου χρόνου του κτιρίου που δίνει τη χαρακτηριστική της θερμικής αδράνειας.

Οι κατηγορίες τύπου κτιρίου είναι 5 και είναι οι παρακάτω:

5. Κτίριο διαμερισμάτων

Η τιμή του I πλησιάζει τα 400 [kg/m²] ή περισσότερο: -τ πλησιάζει τις 200 ώρες.

4. Κτίριο υψηλής αδράνειας

Η τιμή του I είναι 400 [kg/m²] ή περισσότερο: -τ πλησιάζει τις 100 ώρες.

3. Κτίριο μέσης αδράνειας

Η τιμή του I είναι μεταξύ 150 ως 400 [kg/m²]: -τ πλησιάζει τις 50 ώρες.

2. Κτίριο χαμηλής αδράνειας

Η τιμή του I είναι μεταξύ 60 ως 150[kg/m²]: -τ πλησιάζει τις 25 ώρες.

1. Κτίριο χαμηλής αδράνειας

Η τιμή του I είναι λιγότερο από 60 [kg/m²]: -τ πλησιάζει τις 10 ώρες

Γ) Τα συνολικά μηνιαία ηλιακά και περιστασιακά κέρδη είναι:

$$N * \sum \Phi \quad (4.68)$$

Όπου:

$\Sigma\Phi$ = είναι το συνολικό ποσό των ηλιακών κερδών [kWh/ημέρα] υπολογισμένο στο μέρος A.

N = είναι ο αριθμός των ημερών του μήνα

Τα μηνιαία κέρδη τα υπολογίζουμε από τον τύπο :

$$\sum Q = n * N * \sum \Phi \quad (4.69)$$

Όπου

n = είναι ο συντελεστής χρήσης (ποσοστό) που λαμβάνεται από καμπύλες για κάθε κατηγορία θερμικής αδράνειας.

Η τετμημένη X των καμπυλών του σχήματος **Π.5** του παραρτήματος υπολογίζεται από τον τύπο

$$X = t_i - t_{nh} \quad (4.70)$$

Όπου

t_i = είναι η καθορισμένη θερμοκρασία του θερμοστάτη.

t_{nh} = η θερμοκρασία χωρίς θέρμανση: είναι η θερμοκρασία στην οποία θα ήταν το σπίτι, αν θερμαινόταν μόνο από τα ηλιακά και εσωτερικά κέρδη.

$$t_{nh} = t_o + \frac{\sum \Phi}{LL} \quad (4.71)$$

Όπου

LL = η καθημερινή απώλεια θερμότητας ανά θερμοκρασία [K]

Στο σχήμα **Π.5** όπου το X πέφτει κάτω από $-4K$ οι καμπύλες δεν είναι ακριβείς. Εντούτοις αυτό δεν έχει επιπτώσεις στη γενική ακρίβεια του υπολογισμού δεδομένου ότι τα συνεπαγόμενα μηνιαία φορτία είναι μικρά σε αυτές τις περιόδους του έτους.

Όταν το n παράγει μια αξία $\sum Q$ μεγαλύτερη από Q_{ng} πρώτον το $\sum Q$ πλησιάζει το Q_{ng} . Το βοηθητικό φορτίο θέρμανσης είναι τότε μηδέν, και το n υπολογίζεται από τον τύπο:

$$n = \frac{Q_{ng}}{\sum \Phi * N} \quad (4.72)$$

Δ) Ο υπολογισμός του βοηθητικού φορτίου θέρμανσης είναι απλά η διαφορά μεταξύ της απαίτησης θέρμανσης χωρίς κέρδη και των χρήσιμων ηλιακών και εσωτερικών κερδών και δίνεται από τον τύπο:

$$Q_{aux} = Q_{ng} - \sum Q \quad (4.73)$$

Για να εξετάσουμε την συμβολή των χρήσιμων κερδών από κάθε παθητικό ηλιακό συστατικό, χρησιμοποιούμε τον ακόλουθο τύπο:

$$Q = \Phi * n * N \quad (4.74)$$

Όπου:

Φ = είναι τα "χονδρικά" θερμικά κέρδη. Η ενέργεια από το εξεταζόμενο συστατικό

n = είναι ο συντελεστής χρήσης

N = είναι ο αριθμός ημερών το μήνα

Σημείωση: για να αξιολογήσουμε την καθαρή συνεισφορά του παθητικού ηλιακού συστατικού πρέπει να αφαιρέσουμε την απώλεια θερμότητας του συστατικού από το χρήσιμο κέρδος.

Μπορεί να είναι χρήσιμο να υπολογίσουμε το ετήσιο βοηθητικό φορτίο θέρμανσης, Q_{auxtot} και να παραχθούν οι παρακάτω λόγοι:

$$\frac{Q_{auxtot}}{A_h} = \text{απαίτηση βοηθητικής θέρμανσης ανά μονάδα θερμαινόμενης}$$

επιφάνειας δαπέδου

$$\frac{Q_{auxtot}}{A_h * DD_a} = \text{βοηθητικό θερμικό φορτίο ανά μονάδα θερμαινόμενης}$$

επιφάνειας δαπέδου και ανά βαθμομέρα [kWh/m².day]

Όπου

$$DD_a = \text{ετήσιες βαθμομέρες}$$

Η αξία B χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσουμε την απαίτηση της βοηθητικής θέρμανσης της κατοικίας και δίνεται από τον τύπο:

$$B = \frac{(Q_{auxtot} * G)}{Q_{ngtot}} \quad (4.75)$$

Όπου

G = είναι ο συντελεστής των ετήσιων θερμικών φορτίων χωρίς κέρδη

Q_{ngtot} = είναι το ετήσιο θερμικό φορτίο χωρίς κέρδη

4.2.2.12 Έλεγχος των συνθηκών άνεσης

Η αναζήτηση πολύ χαμηλών θερμικών φορτίων μπορεί να οδηγήσει σε δυσάρεστες θερμές συνθήκες στο χώρο που θερμαίνεται. Για να προβλεφθεί ο κίνδυνος περιγράψουμε την ακόλουθη μέθοδος πρόβλεψης του αριθμού των ωρών της ημέρας όπου η εσωτερική θερμοκρασία θα ξεπεράσει μια δοσμένη τιμή t .

Πρώτα υπολογίζουμε τις μέσες μηνιαίες εσωτερικές θερμοκρασίες χωρίς θέρμανση, t_i , από τον τύπο:

$$t_i = t_{hm} + \frac{Q_{aux}}{LL * N} \quad (4.76)$$

Όπου

t_{hm} = είναι η θερμοκρασία χωρίς θέρμανση [$^{\circ}\text{C}$]

Q_{aux} = είναι το μηνιαίο θερμικό φορτίο [kWh]

LL= η καθημερινή απώλεια θερμότητας ανά διαφορά θερμοκρασία [K]

N = είναι ο αριθμός ημερών το μήνα

Έπειτα σύμφωνα με την κατηγορία αδρανείας I, χρησιμοποιούμε ένα από τα παρακάτω διαγράμματα.

Το κάθε διάγραμμα δηλώνει για κάποια δοσμένη τιμή του t_i , τον αριθμό των ωρών της ημέρας κατά την η εσωτερική θερμοκρασία θα ξεπεράσει μια καθορισμένη τιμή t. Αν αυτό το νούμερο είναι αρκετά υψηλό τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία διάταξη σκίασης. Αν αυτή η διάταξη, με ένα παράγοντα S_f , ελαττώσει τα ακαθάριστα ηλιακά κέρδη, τότε η θερμοκρασία χωρίς θέρμανση μειώνεται κατά:

$$\Delta t_{hm} = S_f * \Sigma \Phi_{solar} / LL \quad (4.77)$$

Οπότε αν σε ένα μήνα $Q_{aux} = 0$ πριν και μετά την χρήση της διάταξης, τότε η μέση μηνιαία εσωτερική θερμοκρασία μειώνεται κατά το ίδιο ποσό, αφού:

$$Q_{aux} = 0, \Delta t_i = \Delta t_{hm} \quad (4.78)$$

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται εδώ πρέπει να θεωρηθεί ότι δίνει απλώς μια εκτίμηση των μέσων συνθηκών άνεσης. Ακόμα πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι η χειμερινή χρήση λαμβάνεται υπόψη. Η οικία θεωρείται ότι αερίζεται με μια αμετάβλητη τιμή που καθορίζεται στον υπολογισμό του Q_{aux} , χωρίς άνοιγμα των παραθύρων.

Στην πραγματικότητα, κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, όταν τα παράθυρα είναι ανοιχτά, ο αερισμός εξαρτάται στην διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της εσωτερικής και της εξωτερικής θερμοκρασίας, και δεν μπορούμε λάβουμε υπόψη μας μία σταθερή τιμή.

Για να εξετάσουμε τα αποτελέσματα των διατάξεων κινητών σκιάσεων, υπολογίζουμε τα ηλιακά κέρδη με τον συντελεστή σκίασης S_f που αντιστοιχεί στην διάταξη. Έπειτα υπολογίζονται τα Q_{aux} και t_i . Με την νέα τιμή του t_i διαβάζουμε μετά τα n_t .

4.2.2.13 Παράδειγμα για τον μήνα Ιανουάριο (με θερμοκήπιο)

Έχουμε κατοικία στην Αθήνα (γεωγραφικό πλάτος $37,58^{\circ}$) η οποία έχει δύση επιφάνεια τοίχων: στον νότο και στον βορρά $42[\text{m}^2]$ και στην ανατολή και $30[\text{m}^2]$.

Στον νότο έχει υαλοστάσιο κάθετο επιφάνειας $10,5[m^2]$, στον βορρά $8,4[m^2]$, στην ανατολή και στην δύση $10,5[m^2]$.

Οι τοίχοι έχουν πάχος $29,5[cm]$ και η συνολική επιφάνειά τους είναι $A_T=144[m^2]$ και έχουν αντίσταση $R_T=1,95 [m^2K/W]$.

Η οροφή έχει επιφάνεια $A_{OP}=140[m^2]$ και αντίσταση $R_{OP}=2,36[m^2K/W]$.

Το κτήριο έχει περίμετρο $P=48[m]$ και αντίσταση $R_{περ}= 1,46 [m^2K/W]$

Το κτήριο έχει όγκο $V=420[m^3]$.

Χρησιμοποιείται διπλός υαλοπίνακας χωρίς νυχτερινή μόνωση. Οι βαθμοημέρες θέρμανσης για τον μήνα Ιανουάριο είναι 264 (πίνακας **Π.5**).

Ο ηλιακός χώρος είναι προσαρτημένος στον νότιο τοίχο, έχει εμβαδόν δαπέδου $28[m^2]$, κατακόρυφο μονό υαλοστάσιο $21[m^2]$, υαλοστάσιο με κλίση 45^0 ως προς το οριζόντιο επίπεδο $32,2[m^2]$, και υαλοστάσιο ανατολής και δύσης $4,2[m^2]$ η καθεμία. Δεν έχουμε νυχτερινή μόνωση.

Υπολογισμός φορτίου θέρμανσης:

α) Απώλειες συναγωγής από Τοίχους και Οροφή

Έχοντας υπολογίσει την θερμοπερατότητα των τοίχων ίση με $U_T=1/R_T= 0,51 [W/m^2K]$ της οροφής $U_{op}=1/R_{op}=0,42[W/m^2K]$ και της κεντρικής εξώπορτας (από πίνακα) ίσης με $U_{op}=3,49[W/m^2K]$, από τον τύπο **(4.14)** $L_1= \sum (A * U) [W/K]$ έχουμε $L_1=120,65 [W/K]$.

β) Απώλειες συναγωγής από Παράθυρα

Έχοντας πάρει την θερμοπερατότητα των παραθύρων από τον πίνακα **Π.7** του παραρτήματος έχουμε ότι $U_{παρ(d)}=3,02[W/m^2K]$ για την ημέρα και $U_{παρ(n)}=0,70[W/m^2K]$ για την νύχτα. Άρα από τον τύπο **(4.16)**

$$L_2= \sum (A * U) [W/K] \text{ έχουμε } L_2=88,788[W/K].$$

γ) Απώλειες συναγωγής από Πλάκα δαπέδου πάνω από υγειονομικό κενό

Άρα από τον τύπο **(4.18)**

$$L_3= \sum (l * k) [W/K] \text{ έχουμε ότι } L_3=40,80[W/K].$$

δ) Απώλειες θερμικών απωλειών από τον χώρο ανάσχεσης

Για τον υπολογισμό των ημερήσιων απωλειών από τον χώρο ανάσχεσης προς τον εξωτερικό αέρα τις υπολογίζουμε από τον τύπο **(4.19)**:

$$L_{bd}= \sum (U * A_w) + \sum (U_d * A) + \sum (k * l) + (0,34 * q)$$

Όπου

$$U_{τζαμ(d)}=2,56[W/m^2K]$$

$$A = 61,6[m^2]$$

$$k = 1,75[\text{W/mK}]$$

$$l = 18[\text{m}]$$

$$q = 1,5[\text{m}^3/\text{h}]$$

$$\text{Άρα } L_{bd} = 189,71[\text{W/K}]$$

Για τον υπολογισμό των νυχτερινών απωλειών από τον χώρο ανάσχεσης προς τον εξωτερικό αέρα τις υπολογίζουμε από τον τύπο **(4.20)**:

$$L_{bn} = \sum (U * A_w) + \sum (U_n * A) + \sum (k * l) + (0,34 * q)$$

Όπου

$$U_{\tauζαμ(n)} = 2,56[\text{W/m}^2\text{K}]$$

$$A = 61,6[\text{m}^2]$$

$$k = 1,75[\text{W/mK}]$$

$$l = 18[\text{m}]$$

$$q = 1,5[\text{m}^3/\text{h}]$$

$$\text{Άρα } L_{bn} = 189,71[\text{W/K}]$$

Στην συνέχεια υπολογίζουμε την μέση τιμή από τον τύπο **(4.21)**

$$L_{bm} = \frac{(L_{bd} + L_{bn})}{2}$$

$$\text{Άρα } L_{bm} = 189,71[\text{W/K}]$$

Έπειτα για τον υπολογισμό των συνολικών ημερήσιων απωλειών θερμότητας από τον χώρο που θερμαίνεται στον χώρο ανάσχεσης έχουμε από τον τύπο **(4.22)**

$$L_{hd} = \sum (U * A_w) + \sum (U_d * A)$$

Όπου

$$U_{\tauζαμ(d)} = 3,02[\text{W/m}^2\text{K}]$$

$$A = 10,5[\text{m}^2]$$

$$U_T = 0,51[\text{W/m}^2\text{K}]$$

$$A_w = 42[\text{m}^2]$$

$$\text{Άρα } L_{hd} = 69,97[\text{W/K}]$$

Για τον υπολογισμό των συνολικών νυχτερινών απωλειών θερμότητας από τον χώρο που θερμαίνεται στον χώρο ανάσχεσης έχουμε από τον τύπο **(4.23)**:

$$L_{hn} = \sum (U * A_w) + \sum (U_n * A)$$

Όπου

$$U_{\tauζαμ(n)} = 0,7[\text{W/m}^2\text{K}]$$

$$A = 10,5[\text{m}^2]$$

$$U_T = 0,51 [\text{W/m}^2\text{K}]$$

$$A_w = 42 [\text{m}^2]$$

$$\text{Άρα } L_{hn} = 45,61 [\text{W/K}]$$

Στην συνέχεια υπολογίζουμε την μέση τιμή από τον τύπο **(4.24)**:

$$L_{hm} = \frac{L_{hd} + L_{hn}}{2} \text{ άρα } L_{hm} = 57,79 [\text{W/K}]$$

Από τον τύπο **(4.25)** υπολογίζουμε τον συντελεστή μείωσης των θερμικών απωλειών:

$$C_{lb} = \frac{L_{bm}}{L_{bm} + L_{hm}} \text{ δηλαδή έχουμε } C_{lb} = 0,766$$

Οπότε από τον τύπο **(4.26)** έχουμε ότι:

$$L_{hd} * C_{lb} = 53,59 [\text{W/K}]$$

Και από τον τύπο **(4.27)** έχουμε ότι:

$$L_{hn} * C_{lb} = 34,94 [\text{W/K}]$$

ε) Απώλειες θερμικών απωλειών από αερισμό

Από τον τύπο **(4.30)** έχουμε:

$$R_b = 0,34 * q_b * (1 - C_{lb})$$

Όπου

$$q_b = 1,5 [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$C_{lb} = 0,766$$

$$\text{Άρα } R_b = 0,12 [\text{W/K}]$$

Οπότε οι καθαρές απώλειες λόγω αερισμό εξαιτίας του τύπου **(4.34)** θα είναι από τον τύπο **(4.35)**

$$\text{Καθαρές Απώλειες από Αερισμό} = 0,34q_t - R_t = 88,28 [\text{W/K}]$$

στ) Άθροιση των θερμικών απωλειών

Αθροίζουμε τις παραπάνω απώλειες θερμότητας οπότε για την ημέρα θα έχουμε:

$$\text{Ημερήσιες απώλειες θερμότητας} = 392,15 [\text{W/K}]$$

Και ομοίως για την νύχτα θα έχουμε:

$$\text{Νυχτερινές απώλειες θερμότητας} = 305,23 [\text{W/K}]$$

ζ) Φορτίο θέρμανσης

Η μέση εξωτερική θερμοκρασία του Ιανουαρίου είναι 10°C και οι βαθμοημέρες του 264. Η διάρκεια της μέσης μέρας του Ιανουαρίου (17^{h}) είναι $H = 9,72 [\text{hrs}]$.

Άρα οι θερμικές απώλειες ανά ημέρα θα είναι από τον τύπο **(4.37)**

$$LL=(H*\text{ημερ.απωλ.θερμ.}+24-H)*\text{νυχτ.απωλ.θερμ.}/1000$$

Δηλαδή $LL=8,17$ [kWh/Kday]

Το θερμικό φορτίο ανά μήνα θα δίνεται από τον τύπο **(4.38)**

$$Q_{ng}=LL*DD_m$$

Δηλαδή $Q_{ng}=2156,97$ [kWh/mo]

Υπολογισμός άμεσων ηλιακών κερδών

Για τον υπολογισμό της ηλιακής ενέργειας Φ_{dg} υπολογίζουμε τους συντελεστές του τύπου **(4.39)**. Άρα έχουμε

$E_{\text{ανατολής}}=0,73$ [kWh/m²] , $E_{\text{δύσης}}=0,73$ [kWh/m²] , $E_{\text{βορρά}}=0,35$ [kWh/m²] (από πίνακα **Π.8** παραρτήματος)

$$A_{\text{ανατολής}}=10,5$$
 [m²] , $A_{\text{δύσης}}=10,5$ [m²] , $A_{\text{βορρά}}=8,4$ [m²]

$$m=0,8$$

$$C_C=0,93$$
 (τιμή με κουρτίνες)

$$C_f=0,965$$

$$S_f=1$$

Οπότε τοποθετώντας αυτές τις τιμές στον τύπο του Φ_{dg} θα έχουμε ότι:

$$\Phi_{dg(\text{ανατολής})}=5,50$$
 , $\Phi_{dg(\text{δύσης})}=5,50$, $\Phi_{dg(\text{βορρά})}=2,11$

Άρα

$$\Phi_{dg}=13,12$$
[kWh/ημ]

Υπολογισμός εσωτερικών κερδών

ΜΕ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Υπολογισμός άμεσων κερδών

Υπολογίζονται με τον ίδιο τρόπο όπως και πριν. Άρα

$$\Phi_{dg}=13,12$$
[kWh/ημ]

Υπολογισμός ηλιακών κερδών από τον ηλιακό χώρο

α) Εσωτερικά παράθυρα

Για τον υπολογισμό του κέρδους από τα παράθυρα που χωρίζουν τον ηλιακό χώρο από τον χώρο που θερμαίνεται Φ_{sdg} υπολογίζουμε τους παράγοντες του τύπου **(4.40)**. Άρα έχουμε:

$$E_{\text{νότου}}=1,65$$
[kWh/m²] (από πίνακα **Π.8** παραρτήματος)

$$A=10,5$$
[m²]

$$m=0,8$$

$$S_f=1$$

$$\tau_s=0,504$$

Άρα έχουμε:

$$\Phi_{sdg}=6,99[\text{kWh}/\eta\mu]$$

β) Εξωτερικά παράθυρα

Για τον υπολογισμό της ηλιακής ενέργειας που εισέρχεται σε έναν ηλιακό χώρο E_s υπολογίζουμε τους συντελεστές του τύπου **(4.44)**. Άρα έχουμε:

$$E_{\text{νότου(κάθετο)}}=1,65[\text{kWh}/\text{m}^2\eta\mu], E_{\text{νότου}(45^\circ)}=1,87[\text{kWh}/\text{m}^2\eta\mu],$$

$$E_{\text{ανατολής}}=0,73[\text{kWh}/\text{m}^2\eta\mu], E_{\text{δύσης}}=0,73[\text{kWh}/\text{m}^2\eta\mu] \text{ (από πίνακα Π.8$$

παραρτήματος)

$$m=0,8$$

$$S_f=1$$

$$A_{\text{νότου(κάθετο)}}=21[\text{m}^2], A_{\text{νότου}(45^\circ)}=32,2[\text{m}^2], A_{\text{ανατολής}}=4,20[\text{m}^2],$$

$$A_{\text{δύσης}}=4,20[\text{m}^2]$$

Οπότε έχουμε:

$$E_{s[\text{νότου(κάθετο)}}]=27,72[\text{kWh}/\eta\mu], E_{s[\text{νότου}(45^\circ)}]=48,17[\text{kWh}/\eta\mu]$$

$$E_{s[\text{ανατολής}]}=2,45[\text{kWh}/\eta\mu], E_{s[\text{δύσης}]}=2,45[\text{kWh}/\eta\mu]$$

Άρα θα έχουμε ότι:

$$E_s=80,80[\text{kWh}/\eta\mu]$$

γ) Ηλιακός χώρος ως χώρος ανάσχεσης και προθέρμανση του αέρα αερισμού

Για τον υπολογισμό της ενέργειας που F_s που παγιδεύεται στον ηλιακό χώρο χρησιμοποιούμε τον τύπο **(4.45)** του οποίου οι συντελεστές έχουν υπολογιστεί παραπάνω.

Δηλαδή έχουμε:

$$E_s=80,80[\text{kWh}/\eta\mu]$$

$$\Phi_{sdg}=6,99[\text{kWh}/\eta\mu]$$

Επίσης από πίνακα Π.6 βρίσκουμε ότι:

$$a_1=0,67$$

$$a_2=0,87$$

Άρα έχουμε ότι:

$$F_s=49,67 [\text{kWh}/\eta\mu]$$

Για τον υπολογισμό της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του ηλιακού χώρου χωρίς ηλιακά κέρδη t_{sng} χρησιμοποιούμε τον τύπο **(4.46)** του οποίου τους συντελεστές έχουμε υπολογίσει παραπάνω.

Δηλαδή έχουμε:

$$t_o=10^\circ\text{C}$$

$$L_{bm}=189,71[\text{W}/\text{K}]$$

$$t_t=18\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$L_{hm}=57,79[\text{W/K}]$$

Άρα έχουμε ότι:

$$t_{sng}=11,87\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Για τον υπολογισμό της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του ηλιακού χώρου με ηλιακά κέρδη t_s χρησιμοποιούμε τον τύπο **(4.47)** του οποίου τους συντελεστές έχουμε υπολογίσει παραπάνω.

Δηλαδή έχουμε:

$$t_{sng}=11,87\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$F_S=49,67\text{ [kWh/ημ]}$$

$$L_{hm}=57,79[\text{W/K}]$$

$$L_{bm}=189,71[\text{W/K}]$$

Άρα έχουμε:

$$t_s=20,23\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Για τον υπολογισμό των ηλιακών κερδών από το αποτέλεσμα του χώρου ανάσχεσης Φ_{sb} και από τον αερισμό του ηλιακού χώρου Φ_{sa} χρησιμοποιούμε τους τύπους **(4.48)** και **(4.49)**. οι συντελεστές τους έχουν βρεθεί παραπάνω.

Δηλαδή έχουμε:

$$C_{lb}=0,766$$

$$F_S=49,67\text{ [kWh/ημ]}$$

$$L_{hm}=57,79[\text{W/K}]$$

$$R_b = 0,12[\text{W/K}]$$

Άρα έχουμε:

$$\Phi_{sb}=11,62[\text{kWh/ημ}]$$

$$\Phi_{sa}=0,103[\text{kWh/ημ}]$$

Υπολογισμός του φορτίου βοηθητικής θέρμανσης

Για τον υπολογισμό του αθροίσματος όλων των ηλιακών και εσωτερικών κερδών Φ_{solar} χρησιμοποιούμε τον τύπο **(4.66)** του οποίου τους συντελεστές έχουμε υπολογίσει παραπάνω.

Δηλαδή έχουμε:

$$\Phi_{dg}=13,12[\text{kWh/ημ}]$$

Και το Φ_s δίνεται από τον τύπο **(4.65)** όπου ισχύει:

$$\Phi_{sdg}=6,99\text{kWh/ημ}]$$

$$\Phi_{sb}= 11,62[\text{kWh/ημ}]$$

$$\Phi_{sa}=0,103\text{kWh/ημ}]$$

Άρα $\Phi_s=18,71[\text{kWh/ημ}]$

Οπότε θα έχουμε ότι:

$$\Phi_{\text{solar}}=31,83[\text{kWh}/\eta\mu]$$

Το συνολικό ποσό της ενέργειας που παρέχεται ημερησίως στο χώρο που θερμαίνεται υπολογίζεται από τον τύπο **(4.67)**. Οι συντελεστές του τύπου έχουν υπολογιστεί παραπάνω.

Δηλαδή έχουμε:

$$\Phi_{\text{solar}}=31,83[\text{kWh}/\eta\mu]$$

$$\Phi_i=13,97[\text{kWh}/\eta\mu]$$

Άρα

$$\Sigma\Phi=45,80[\text{kWh}/\eta\mu]$$

Επίσης υπολογίζοντας την ωφέλιμη θερμική μάζα ανά μονάδα επιφάνειας δαπέδου που θερμαίνεται βρίσκουμε ότι είναι:

$$I=737,14[\text{kg}/\text{m}^2]$$

Άρα το κτήριο ανήκει στην 5^η κατηγορία. Όπου αυτό σημαίνει ότι το τ πλησιάζει την $\tau=200[\text{h}]$.

Ο παράγοντας εκμετάλλευσης n δίνεται από το σχήμα **Π.5** σε συνάρτηση με την κατηγορία αδρανείας που σε αυτή την περίπτωση είναι η 5^η. Η τετμημένη του διαγράμματος δίνεται από τον τύπο **(4.70)**. Στον οποίο:

$$t_i=18\text{ }^\circ\text{C}$$

και η θερμοκρασία χωρίς θέρμανση t_{nh} δίνεται από τον τύπο **(4.71)** όπου στον οποίο

$$LL=8,1[\text{kWh}/\eta\mu]$$

$$\Sigma\Phi=45,80[\text{kWh}/\eta\mu]$$

$$t_o=10\text{ }^\circ\text{C}$$

Άρα έχουμε:

$$t_{\text{nh}}=15,65\text{ }^\circ\text{C}$$

οπότε από τον τύπο **(4.70)** θα έχουμε:

$$X=2,35$$

Άρα ο παράγοντας $n=0,95$.

Τα μηνιαία κέρδη ΣQ υπολογίζονται από τον τύπο **(4.69)**. Οι συντελεστές τους είναι:

$$n=0,95$$

$$N=31$$

$$\Sigma\Phi=45,80[\text{kWh}/\eta\mu]$$

Άρα έχουμε:

$$\Sigma Q=1348,8[\text{kWh}/\text{mo}]$$

Η βοηθητική ενέργεια Q_{aux} δίνεται από τον τύπο **(4.73)** και οι συντελεστές του είναι:

$$\Sigma Q=1348,8[\text{kWh}/\text{mo}]$$

$$Q_{\text{ng}}=2156,97[\text{kWh}/\text{mo}]$$

Άρα έχουμε

$$Q_{\text{aux}}=808,16[\text{kWh}/\text{mo}]$$

Από τον τύπο **(4.74)** υπολογίζουμε την αναλογία των χρήσιμων κερδών από κάθε παθητικό ηλιακό σύστημα.

Έτσι για τον υπολογισμό των ωφέλιμων εσωτερικών κερδών ο τύπος **(4.74)** χρησιμοποιεί τους παρακάτω συντελεστές:

$$n=0,95$$

$$N=31$$

$$\Phi_i=13,97[\text{kWh}/\text{ημ}]$$

$$\text{Οπότε } Q_i=411,42[\text{kWh}/\text{mo}]$$

Για τα ωφέλιμα ηλιακά άμεσα κέρδη χρησιμοποιούμε τους συντελεστές:

$$n=0,95$$

$$N=31$$

$$\Phi_{\text{dg}}=13,12[\text{kWh}/\text{ημ}]$$

$$\text{Οπότε } Q_{\text{dg}}=386,38[\text{kWh}/\text{mo}]$$

Τέλος για τον υπολογισμό των ωφέλιμων ηλιακών κερδών από ηλιακό χώρο χρησιμοποιούμε τους συντελεστές:

$$n=0,95$$

$$N=31$$

$$\Phi_s=18,71[\text{kWh}/\text{ημ}]$$

$$\text{Οπότε } Q_s=551,01[\text{kWh}/\text{mo}]$$

Υπολογισμός των μέσων συνθηκών άνεσης

Πρώτα υπολογίζουμε την μέση μηνιαία εσωτερική θερμοκρασία t_i από τον τύπο **(4.76)**. Οι συντελεστές του τύπου έχουν υπολογιστεί παραπάνω.

Δηλαδή έχουμε:

$$t_{\text{nh}}=15,65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{aux}}=808,16[\text{kWh}/\text{mo}]$$

LL=8,1[kWh/ημ]

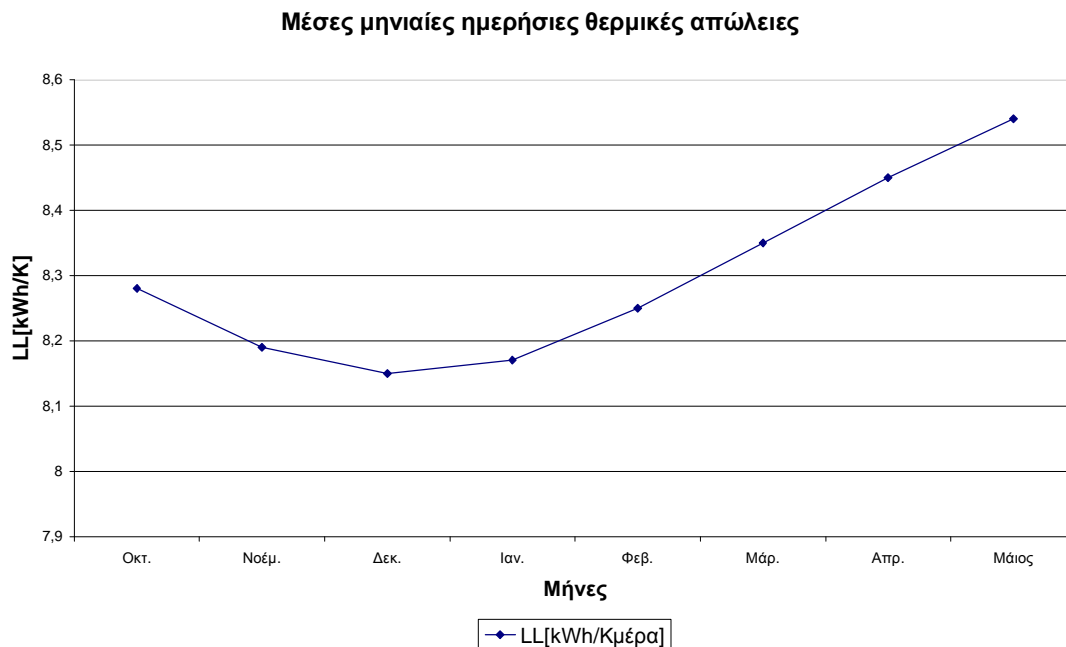
N=31

Άρα έχουμε ότι:

$t_i=18,87\text{ }^{\circ}\text{C}$

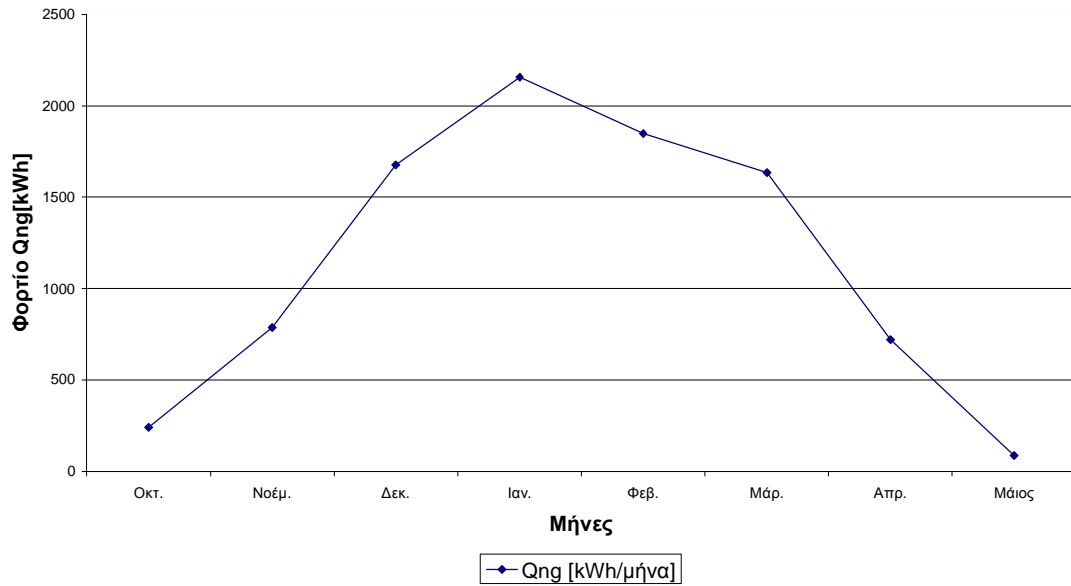
Αυτό σημαίνει ότι τον μήνα Ιανουάριο δεν παρουσιάζονται συνθήκες υπερθέρμανσης. Άρα δεν χρειαζόμαστε την τοποθέτηση διατάξεως σκίασης.

4.2.2.14 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα υπό μορφή διαγραμμάτων



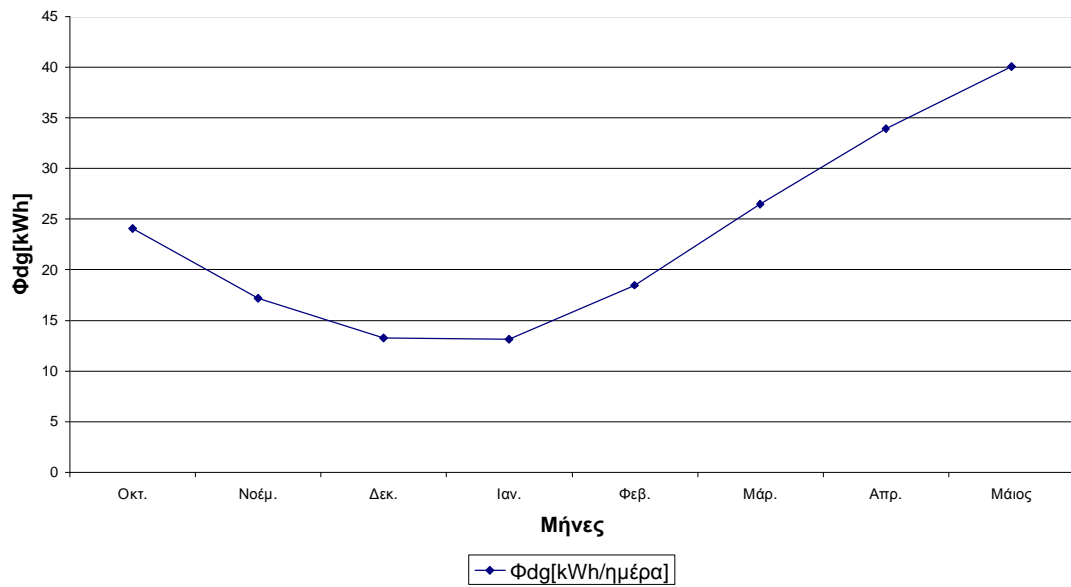
Συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο του Excel στο οποίο υπάρχουν αναλυτικά οι πράξεις

Μηνιαίο θερμαντικό φορτίο χωρίς ηλιακά και εσωτερικά κέρδη



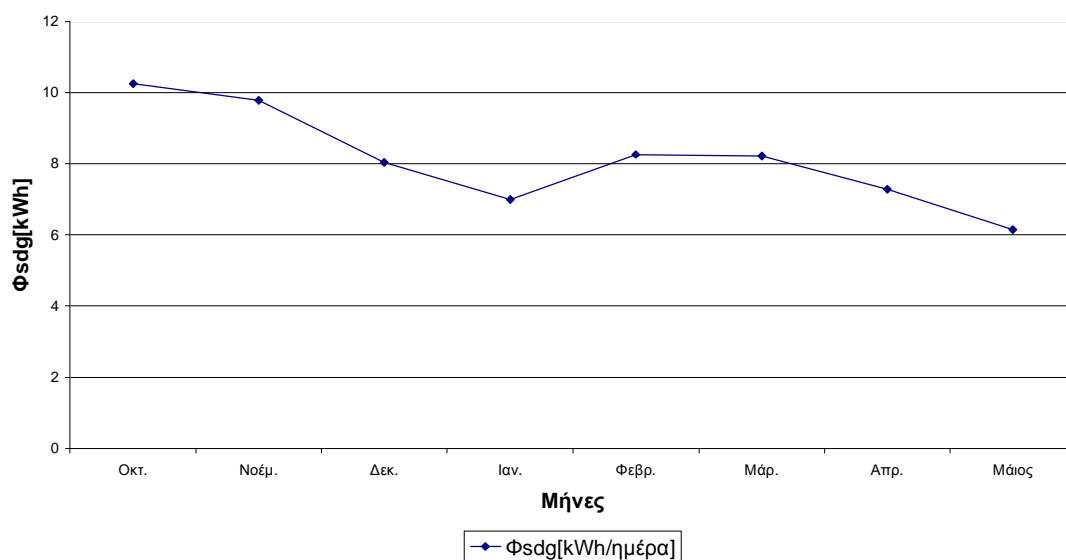
Συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο του Excel στο οποίο υπάρχουν αναλυτικά οι πράξεις

Μέσα μηνιαία ημερήσια άμεσα ηλιακά κέρδη



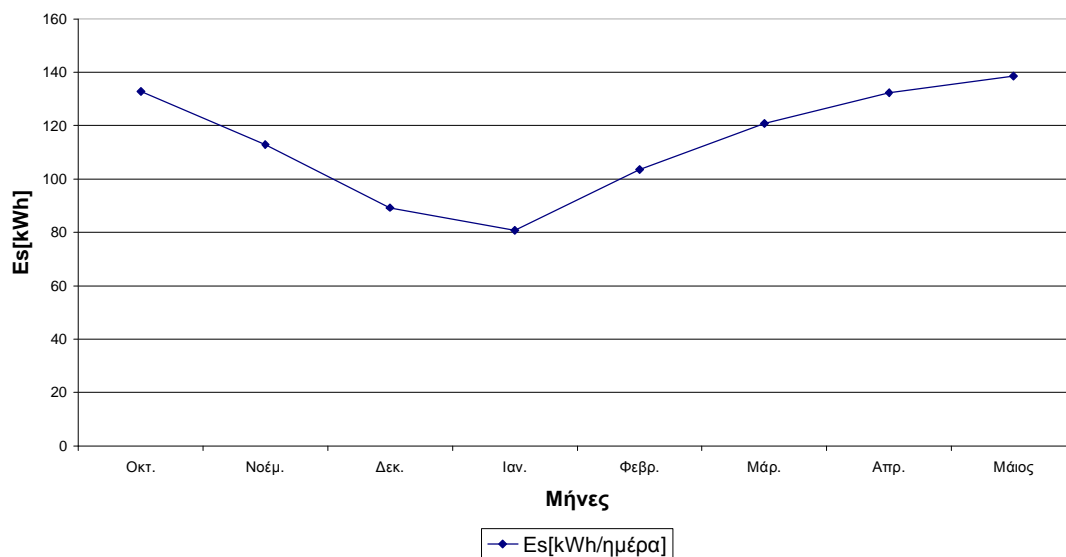
Συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο του Excel στο οποίο υπάρχουν αναλυτικά οι πράξεις

Μέσα μηνιαία ημερήσια άμεσα ηλιακά κέρδη από παράθυρα ανάμεσα στο θερμοκήπιο και στο θερμαινόμενο χώρο



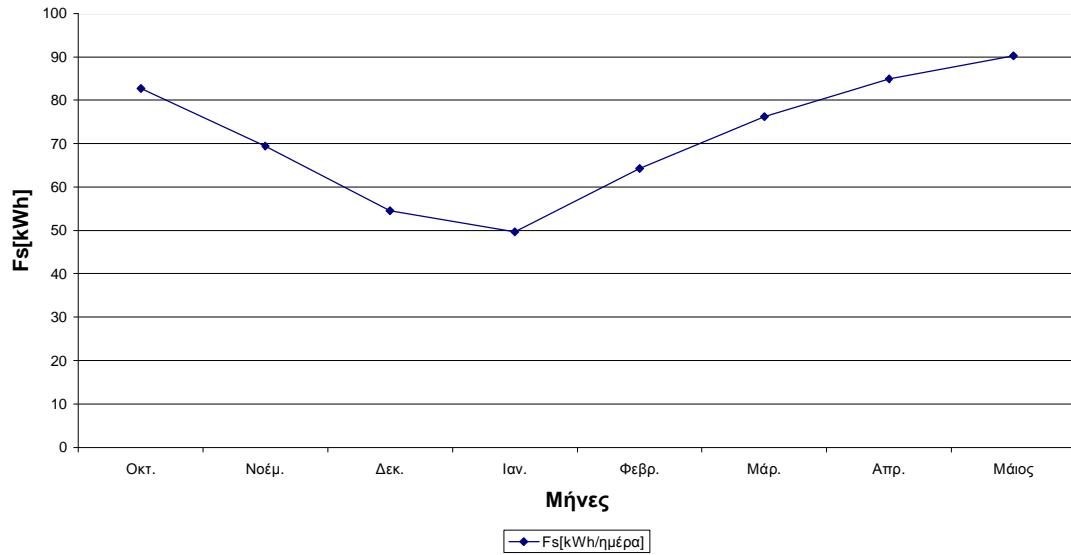
Συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο του Excel στο οποίο υπάρχουν αναλυτικά οι πράξεις

Μέσα μηνιαία ημερήσια ηλιακή ενέργεια που εισέρχεται στον ηλιακό χώρο



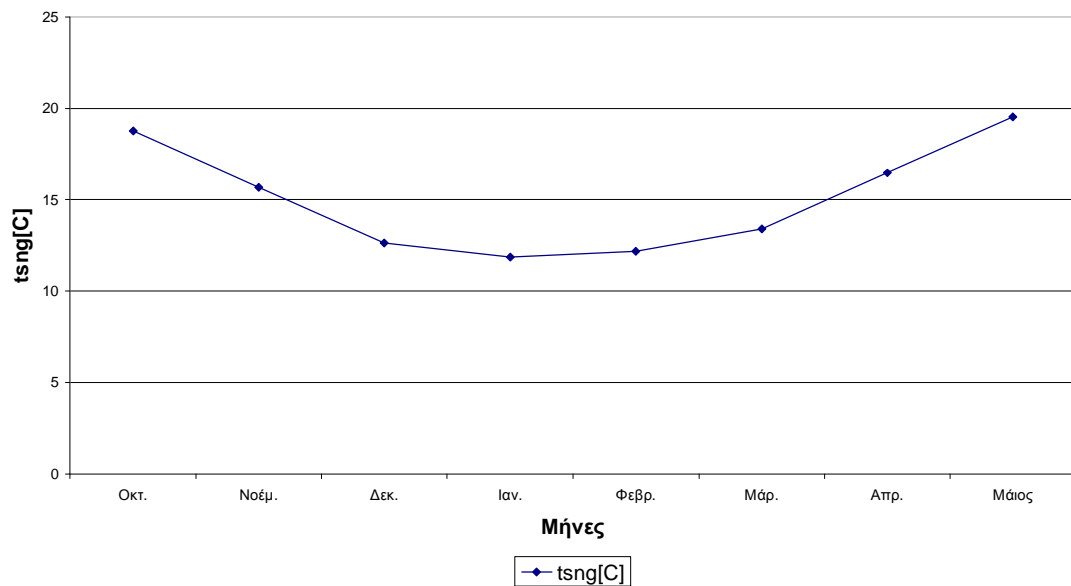
Συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο του Excel στο οποίο υπάρχουν αναλυτικά οι πράξεις

Μέση μηνιαία ημερήσια ενέργεια που παγιδεύεται στον ηλιακό χώρο



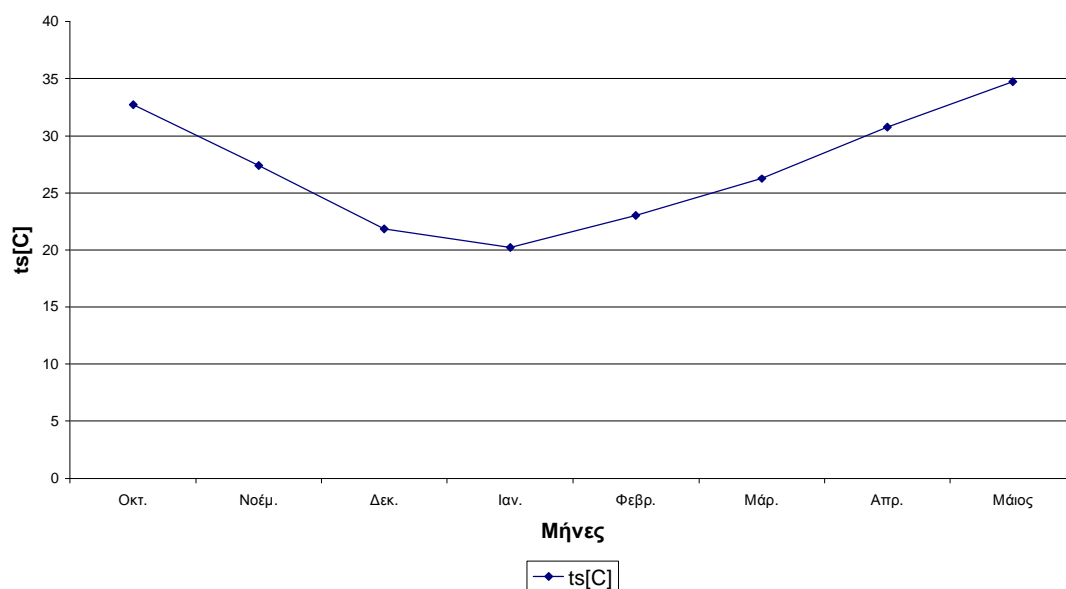
Συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο του Excel στο οποίο υπάρχουν αναλυτικά οι πράξεις

Μηνιαία θερμοκρασία του ηλιακού χώρου χωρίς ηλιακά κέρδη



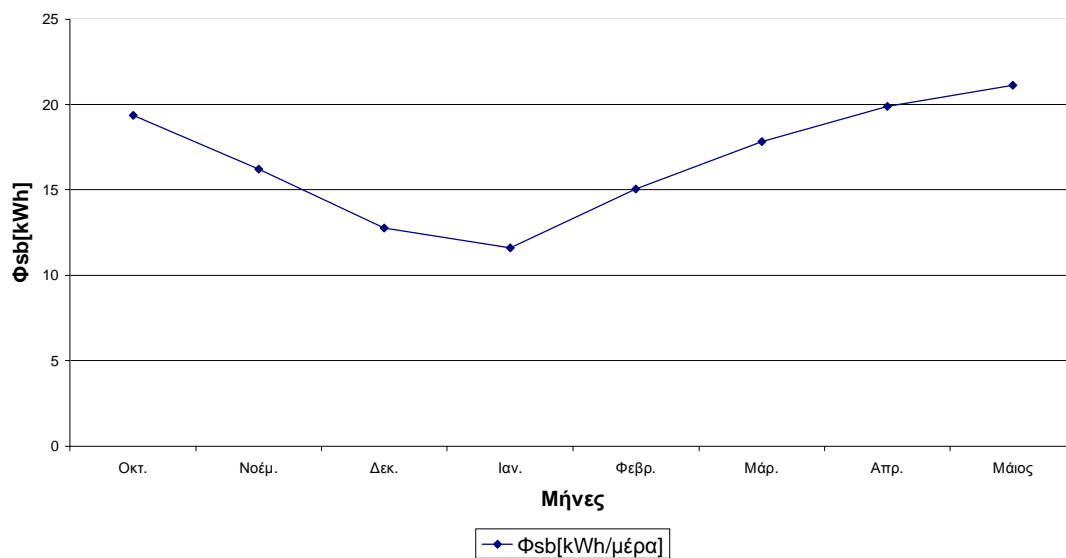
Συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο του Excel στο οποίο υπάρχουν αναλυτικά οι πράξεις

Μέση μηνιαία θερμοκρασία του ηλιακού χώρου με ηλιακά κέρδη



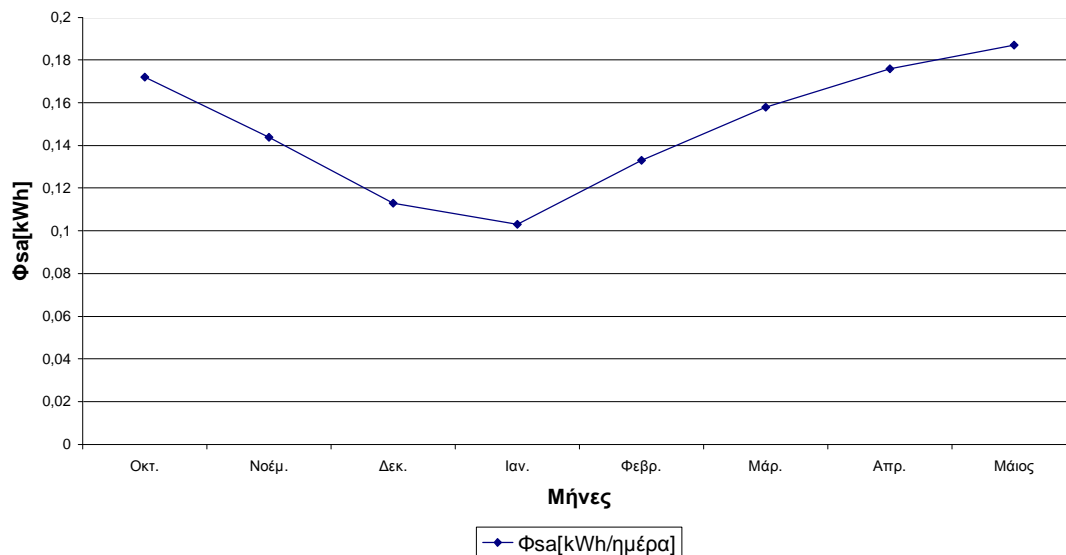
Συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο του Excel στο οποίο υπάρχουν αναλυτικά οι πράξεις

Μέσα μηνιαία ημερήσια ηλιακά κέρδη από το αποτέλεσμα του χώρου ανάσχεσης



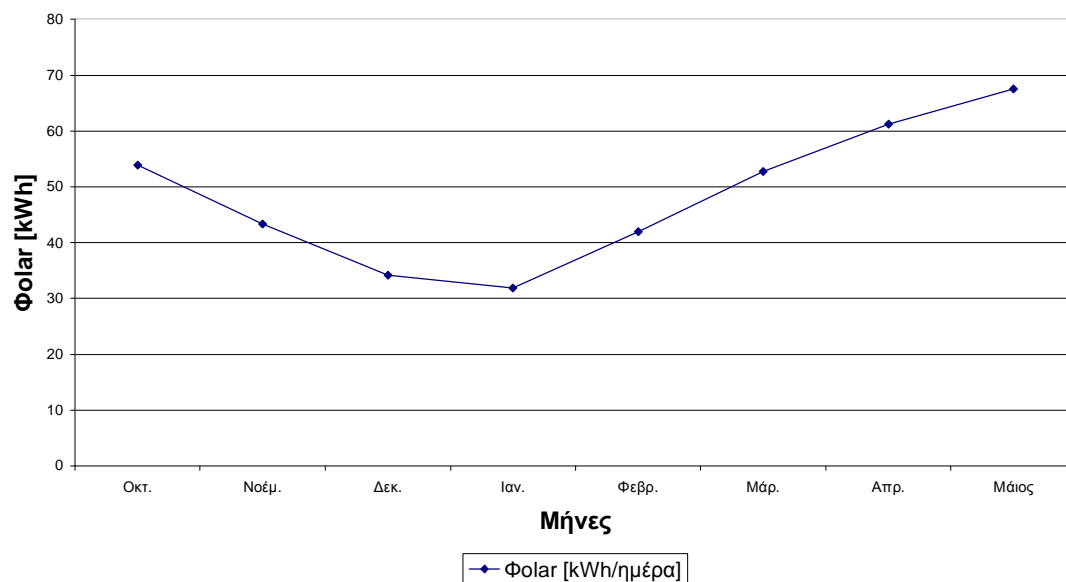
Συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο του Excel στο οποίο υπάρχουν αναλυτικά οι πράξεις

Μέσα μηνιαία ημερήσια ηλιακά κέρδη από τον αερισμό του ηλιακού χώρου



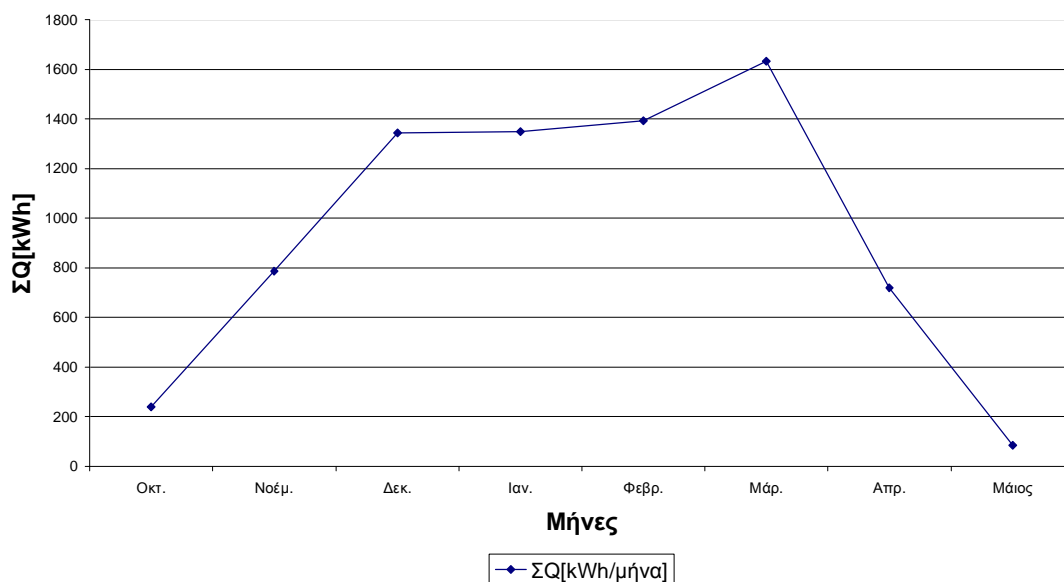
Συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο του Excel στο οποίο υπάρχουν αναλυτικά οι πράξεις

Άθροισμα ηλιακών κερδών



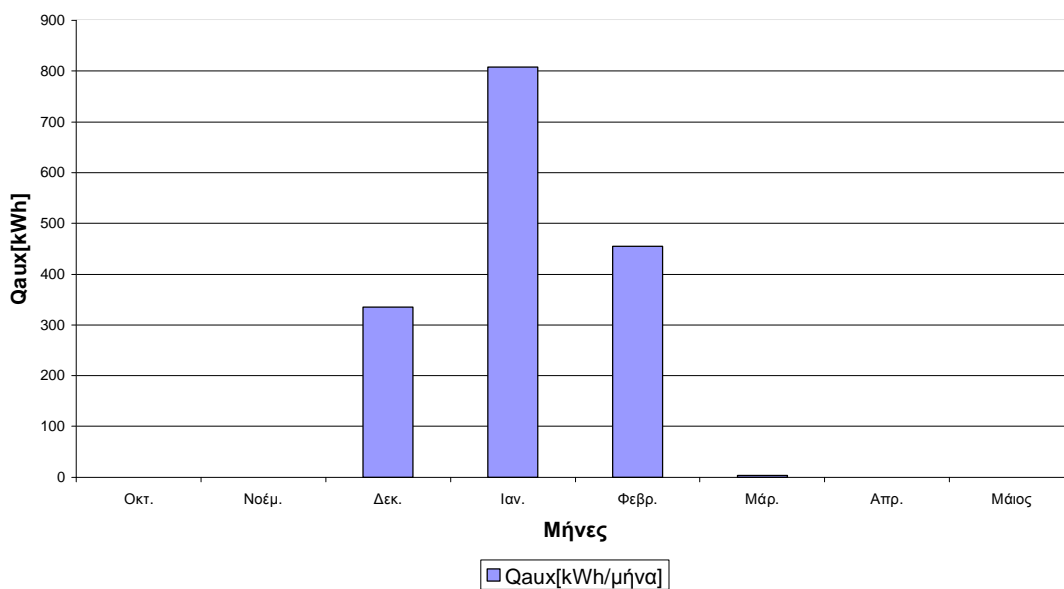
Συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο του Excel στο οποίο υπάρχουν αναλυτικά οι πράξεις

Ωφέλιμα μηνιαία και εσωτερικά κέρδη



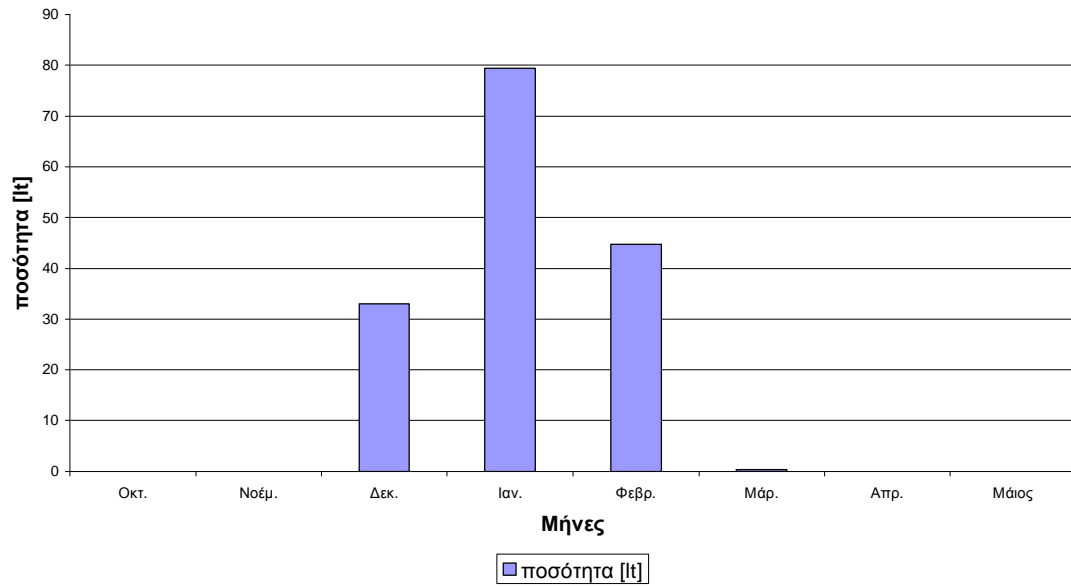
Συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο του Excel στο οποίο υπάρχουν αναλυτικά οι πράξεις

Βοηθητικό φορτίο θέρμανσης που απαιτείται

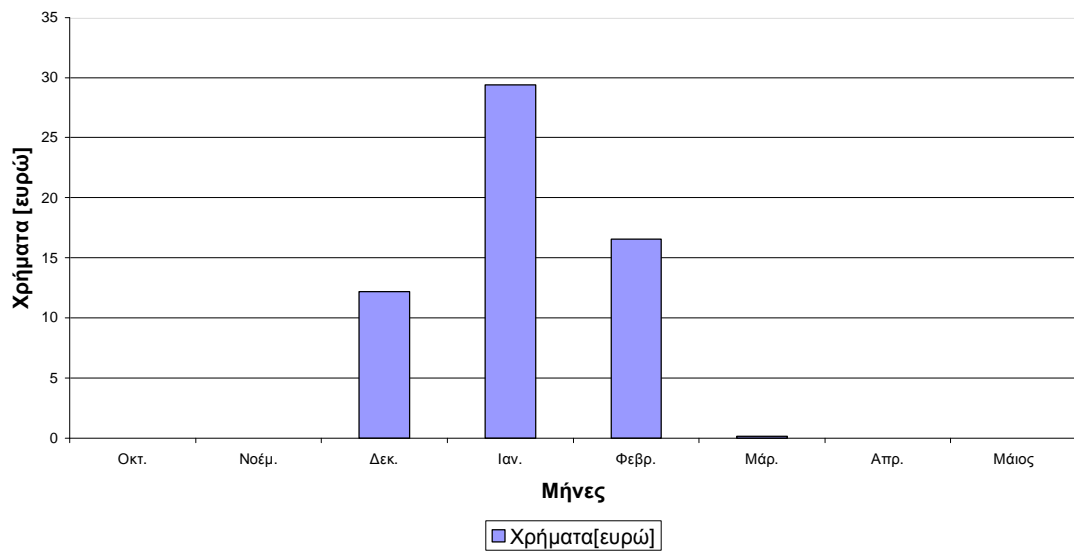


Συνοδεύεται από αντίστοιχο φύλλο του Excel στο οποίο υπάρχουν αναλυτικά οι πράξεις

Ποσότητα πετρελαίου που απαιτείται

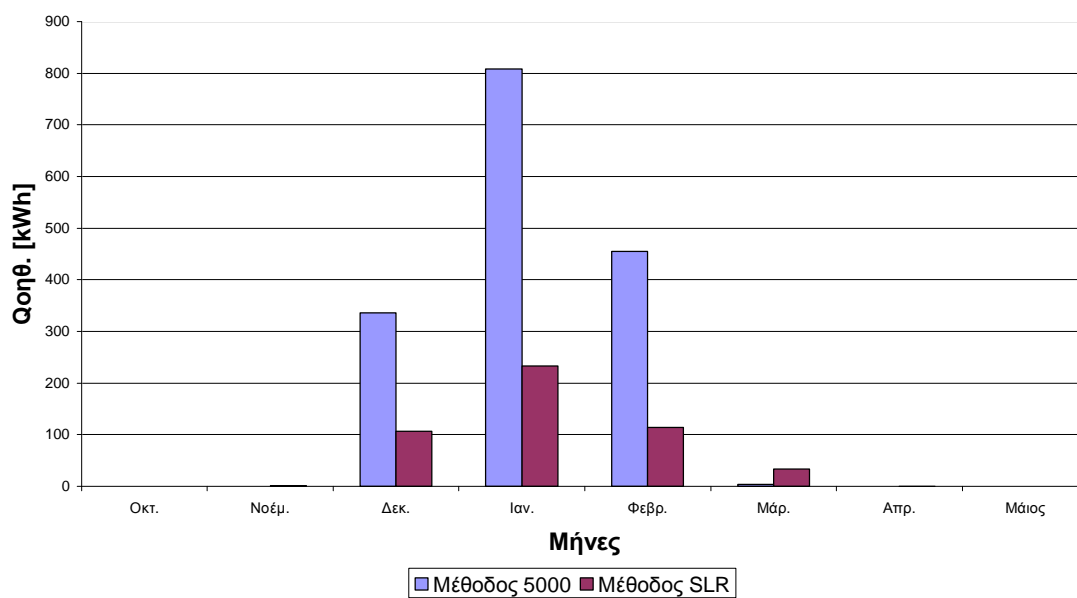


Χρήματα που απαιτούνται για την θέρμανση της κατοικίας

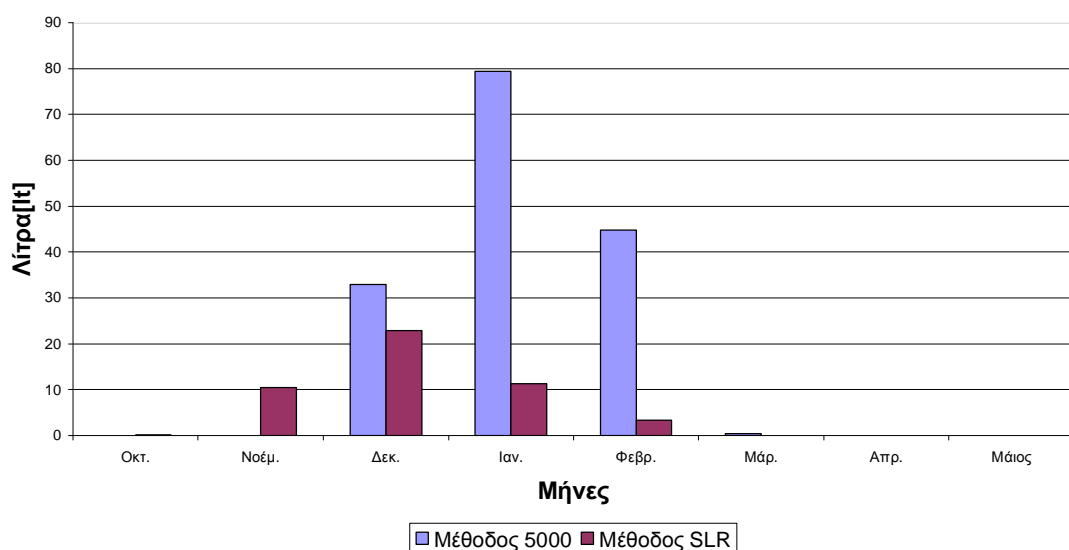


4.2.3 Σύγκριση των δύο μεθόδων (για την προτεινόμενη κατοικία με το θερμοκήπιο τύπου Β)

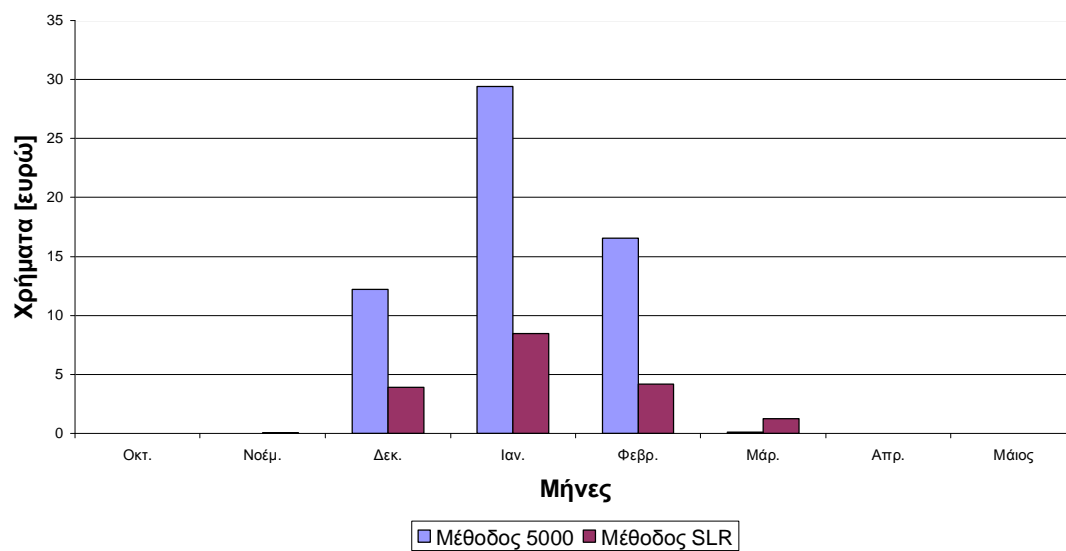
Σύγκριση απαιτούμενης βοηθητικής θέρμανσης



Σύγκριση ποσοτήτων πετρελαίου απαιτούμενη βοηθητική θέρμανση



Σύγκριση χρημάτων που απαιτούνται για την απαιτούμενη βοηθητική θέρμανση



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακες και σχεδιαγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή της μεθόδου SLR.

Πίνακας Π.1 Σχεδιαστικές Παράμετροι για παθητικά συστήματα άμεσου κέρδους και θερμικής αποθήκευσης τοίχου.

Type	Thermal Storage Capacity KJ/m ² C	Storage ^b Mass Thickness m	Number of Glazings	Storage Mass-Glazing Area Ratio	Night ^c Insulation
<u>Direct-Gain Systems</u>					
A1	613	0.051	2	6	No
A2	613	0.051	3	6	No
A3	613	0.051	2	6	Yes
C1	1227	0.102	2	6	No
C2	1227	0.102	3	6	No
C3	1227	0.102	2	6	Yes
<u>Vented Collector-Storage Wall Systems</u>					
A1	306	0.0152	2	1	No
A2	459	0.0229	2	1	No
A3	613	0.0305	2	1	No
A4	919	0.0457	2	1	No
D2	613	0.0305	3	1	No
D3	613	0.0305	1	1	Yes
E2 ^d	613	0.0305	3	1	No
E3 ^d	613	0.0305	1	1	Yes

[πηγή: Balcomb (1984)]

Πίνακας Π.2 Σχεδιαστικές παράμετροι για παθητικά συστήματα με θερμική τοίχο

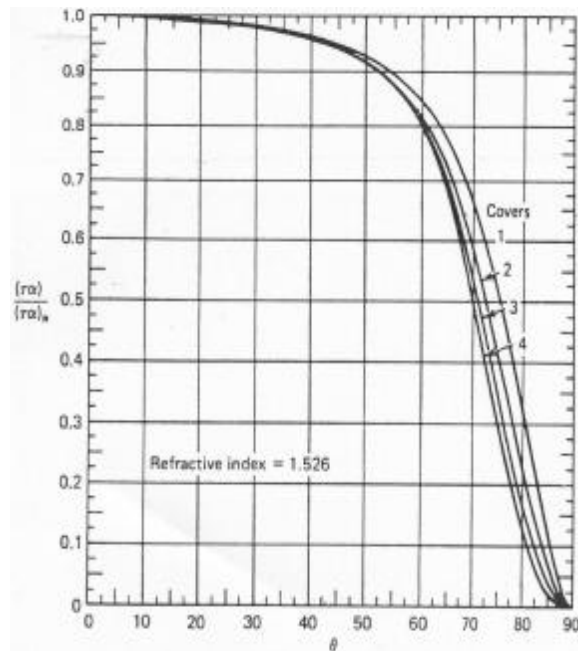
Type	Geometry ^b	Glazing ^c Slope	Common ^d Wall	End Walls	Night Insulation
A1	Attached	50	Masonry	Opaque	No
A2	Attached	50	Masonry	Opaque	Yes
B3	Attached	90/30	Masonry	Glazed	No
B4	Attached	90/30	Masonry	Glazed	Yes
B5	Attached	90/30	Insulated	Opaque	No
B6	Attached	90/30	Insulated	Opaque	Yes
E3	Semi-enclosed	90/30	Insulated	Common	No
E4	Semi-enclosed	90/30	Insulated	Common	Yes

[πηγή: Balcomb (1984)]

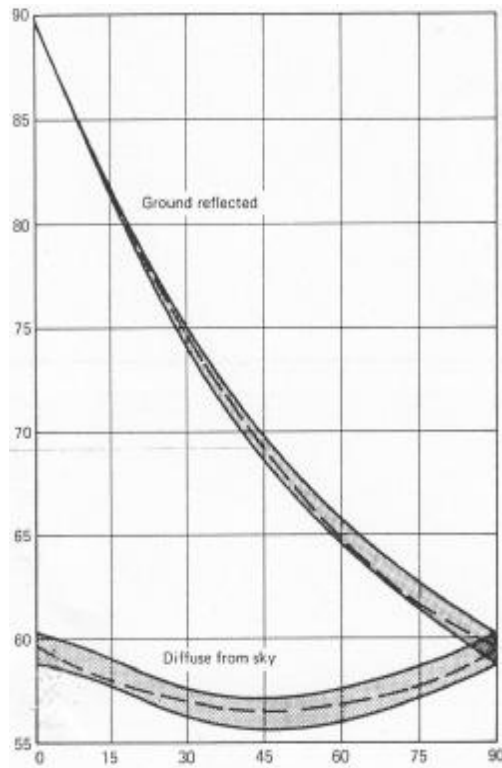
Πίνακας Π.3 Συσχετισμοί SLR

Type	A	B	C	D	R	G	LCR _s	H
<u>Direct-Gain Systems</u>								
A1	0.5650	1.0090	1.0440	0.7175	0.3931	53.1	0	0
A2	0.5906	1.0060	1.0650	0.8099	0.4681	29.9	0	0
A3	0.5442	0.9715	1.1300	0.9273	0.7086	15.0	0	0
C1	0.6344	0.9887	1.5270	1.4380	0.8632	54.5	0	0
C2	0.6763	0.9994	1.400	1.3940	0.7604	29.9	0	0
C3	0.6182	0.9859	1.5660	1.4370	0.8990	13.6	0	0
<u>Vented Collector-Storage Wall Systems</u>								
A1	0	1	0.9194	0.4601	-9	0	73.7	1.11
A2	0	1	0.9680	0.6318	-9	0	73.7	0.92
A3	0	1	0.9964	0.7123	-9	0	73.7	0.85
A4	0	1	1.0190	0.7332	-9	0	73.7	0.79
D2	0	1	1.0150	0.8994	-9	0	52.2	0.80
D3	0	1	1.0346	0.7810	-9	0	50.5	1.08
E2	0	1	1.0476	1.0050	-9	0	49.3	0.66
E3	0	1	1.0919	1.0739	-9	0	31.2	0.61
<u>Sunspace Systems</u>								
A1	0	1	0.9587	0.4770	-9	0	105.5	0.83
A2	0	1	0.9982	0.6614	-9	0	59.0	0.77
B3	0	1	0.9689	0.4685	-9	0	109.5	0.82
B4	0	1	1.0029	0.6641	-9	0	55.0	0.76
B5	0	1	0.9408	0.3866	-9	0	92.5	0.97
B6	0	1	1.0068	0.6778	-9	0	48.2	0.84
E3	0	1	0.9565	0.4827	-9	0	111.2	0.81
E4	0	1	1.0214	0.7694	-9	0	61.3	0.79

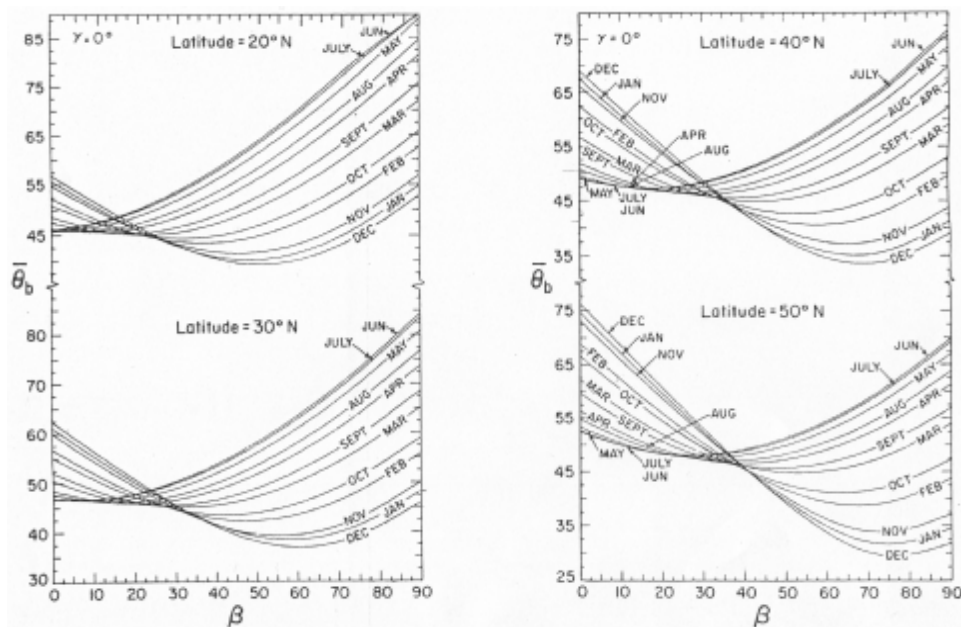
[πηγή: Balcomb (1984)]



Σχήμα Π.1 Τυπικές καμπύλες $(ta)/(ta)_n$ για 1 έως 4 γυάλινα καλύμματα

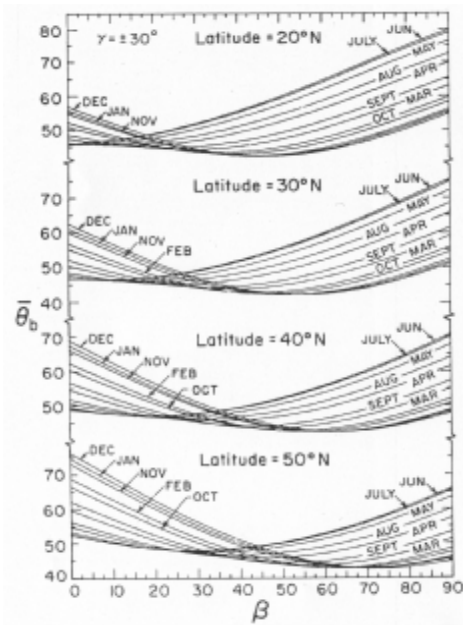


Σχήμα Π.2 Αποτελεσματική γωνία επίπτωσης της ιστροπικής διάχυτης ακτινοβολίας και της ιστροπικής ακτινοβολούμενης από το έδαφος Ακτινοβολίας στις κλιμένες επιφάνειες

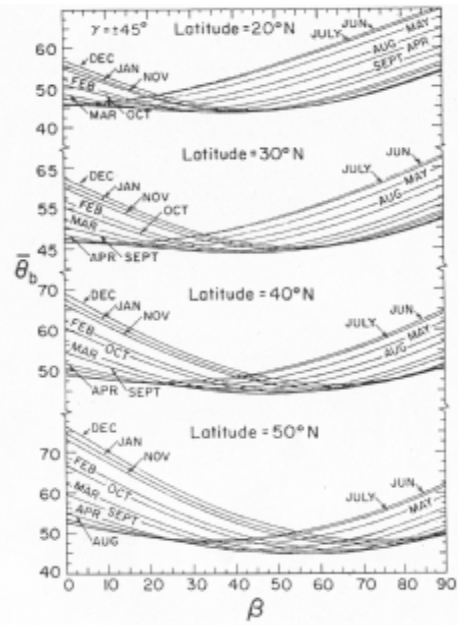


(α) $g = 0^\circ$

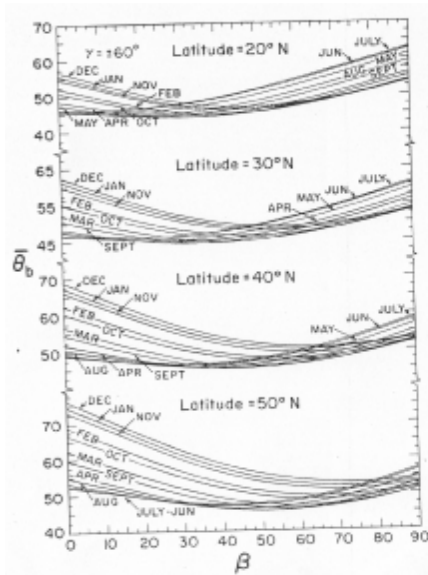
(β) $g = 0^\circ$



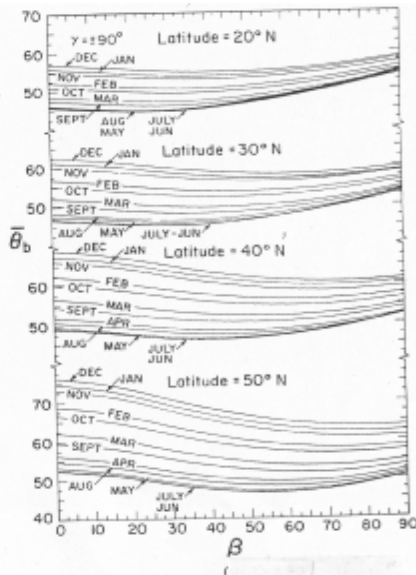
(γ) $g = \pm 30^\circ$



(δ) $g = \pm 45^\circ$



(ε) $g = \pm 60^\circ$



(ζ) $g = \pm 90^\circ$

Σχήμα Π.3 Μηνιαία μέση γωνία επίπτωσης ακτινών για τις διάφορες θέσεις και τους προσανατολισμούς των επιφανειών.

Πίνακας Π.4 Μετεωρολογικά στοιχεία

	Ιαν.	Φεβ.	Μάρ.	Απρ.	Μάιο	Ιούν.	Ιούλ.	Αυγ.	Σεπτ.	Οκτ.	Νοέμ.	Δεκ.
Γερμανία												
	Στουτ/ρδ			Γεωγ.Πλάτος			48.8					
H	3.47	5.98	9.60	14.59	17.87	19.43	19.55	16.12	13.07	7.99	3.94	2.72
Kτ	0.35	0.39	0.42	0.46	0.46	0.47	0.49	0.47	0.50	0.45	0.35	0.32
Tα	-0	3	8	9	13	17	18	19	16	11	5	3
DD	576	425	324	284	161	66	54	35	95	239	402	471
Ελλάδα												
	Αθήνα			Γεωγ.Πλάτος			38.0					
H	6.57	9.40	13.59	18.08	22.56	24.72	24.86	22.28	17.59	12.22	8.18	6.09
Kτ	0.40	0.43	0.48	0.51	0.57	0.59	0.61	0.60	0.57	0.52	0.46	0.40
T	10	10	11	15	20	25	28	28	23	19	14	11
DD	260	234	231	114	25	1	0	0	5	-37	140	231
Πολωνία												
	Βαρσοβία			Γεωγ.Πλάτος			52.3					
H	1.90	3.48	8.32	11.94	16.42	19.30	18.18	16.47	10.41	5.09	2.12	1.32
Kτ	0.25	0.26	0.39	0.39	0.43	0.47	0.46	0.49	0.42	0.33	0.24	0.21
T	-2	-3	1	7	13	17	19	18	13	8	3	0
DD	641	604	549	331	177	66	44	59	165	315	459	555
Ρουμανία												
	Cluj			Γεωγ.Πλάτος			46.8					
H	4.74	7.37	12.07	15.76	20.16	22.18	21.97	18.95	14.16	9.06	4.69	3.22
Kτ	0.43	0.45	0.50	0.48	0.52	0.53	0.55	0.54	0.52	0.48	0.38	0.33
T	-3	-3	3	9	14	18	20	19	15	9	4	-1
DD	660	596	475	282	148	54	29	41	117	291	429	598
Ελβετία												
	Ζυρίχη			Γεωγ.Πλάτος			47.5					
H	3.00	5.81	9.81	14.16	18.09	19.64	20.87	16.41	12.87	7.23	3.60	2.37
Kτ	0.28	0.36	0.41	0.44	0.47	0.47	0.52	0.47	0.48	0.39	0.30	0.26
T	-1,	0	5	9	13	16	18	17	14	9	4	0
DD	601	504	428	293	181	93	60	72	140	303	438	564

[πηγή: John A. Duffie, William A. Beckman 1980]

Πίνακας Π.5 Βαθροημέρες θέρμανσης με βάση 18°C

Πλάκας	Ι	Ρ	Η	Α	Η	Σ	Σ	Α	Ε	Ο	Ν	Ν	Ενιαίο Σύνολο	Παράθυρα
1 Λαμία	260	224	256	21	10									
2 Αλιανταί	249	285	256	122	37					29	56	206	1.100	1901 - 70
3 Λάρισα	212	234	256	92	2					81	190	318	3.129	1971 - 70
4 Αρκαδοπούλ														
5 Άρνη	211	234	256	92	2					25	95	166	850	1901 - 70
6 Βόδια κ. μ	150	156	143	104	5									
7 Βιρολομωική	398	311	265	130	23					9	56	120	287	1962 - 70
8 Τριπόλι κ. μ	165	140	143	58	6					70	187	375	1.772	1945 - 70
9 Τριπόλι κ. μ	205	249	300	185	68					5	29	120	674	1971 - 70
10 Χαλκίδα κ. μ	274	234	189	97						33	272	468	2.095	1971 - 70
11 Ηράκλειο	269	224	200	113	23					19	27	170	683	1959 - 70
12 Κομοτηνή	117	151	303	150	80					22	175	234	3.201	1954 - 70
13 Κάνιτζο										99	208	349	1.979	1971 - 70
14 Χοροθύρα	248	160	189	65	5									
15 Κιάφα	227	197	225	110	20					32	117	200	1.079	1971 - 70
16 Σουζα	232	280	244	112	11					26	86	184	1.092	1970 - 70
17 Λάρισα	224	310	394	157						73	175	299	1.127	1971 - 70
18 Ηράκλειο	207	166	164	106	19					84	214	369	1.859	1971 - 70
19 Ηράκλειο	251	226	231	104	10					25	51	146	844	1971 - 70
20 Χαλκίδα κ. μ	289	225	205	151	14					35	166	201	1.142	1972 - 70
21 Λάρισα	198	186	128	82	11					46	129	248	1.597	1970 - 70
22 Λάρισα										38	64	147	202	1969 - 70
23 Παύλα	244	210	180	93	14									
24 Βύρλα										77	116	223	1.124	1971 - 70
25 Βύρλα κ. μ														
26 Ροδοί														
27 Σοφία	234	187	168	80	7									
28 Γεράκι										26	93	232	1.016	1971 - 70
29 Λητοριά	170	141	131	78										
30 Λάρισα	220	209	261	142	24					19	52	136	175	1970 - 70
31 Βύρλα										30	129	211	1.137	1970 - 70
32 Σύρος														
33 Τροβακιά	202	162	151	69										
34 Κανάι										19	69	160	520	1961 - 70
35 Χίος	248	213	198	101	16					36	61	223	1.150	1970 - 70
36 Δράμας	216	263	251	120	33					65	164	277	1.435	1970 - 70

[πηγή: "Σύνταξη πινάκων μετεωρολογικών στοιχείων για ηλικίες εφαρμογές των κυριότερων πόλεων της Ελλάδος" Α. Πελεκάνου και Κ. Παπαχριστόπουλου]

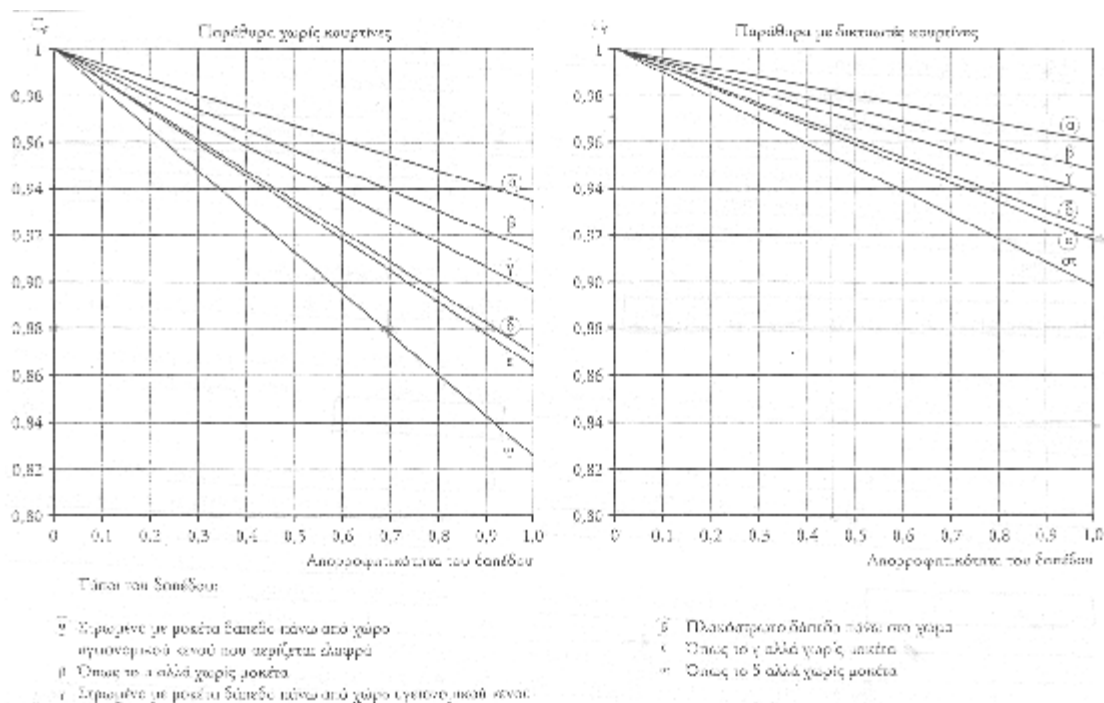
Πίνακας Π.6 Συντελεστές θερμοπερατότητας για παράθυρα και θύρες

Τύπος	Υλικό Πλαίσιο			
	Ξύλο, Συνθετικό υλικό		Χάλυβος, άλλα μεταλλά, Εκυρόδεμα	
	Συντελεστής θερμοπερατότητας kcal/m²h°C	W/m²K	Συντελεστής θερμοπερατότητας kcal/m²h°C	W/m²K
Απλος υαλοπίνακας	4.5	5.23	5.0	5.81
Διδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διακενο 6 mm	2.8	3.26	3.2	3.72
Διδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διακενο 12 mm	2.6	3.02	3.0	3.49
Διπλος υαλοπίνακας με απόσταση 2 cm < b < 4 cm	2.2	2.56	2.6	3.02
Διπλος υαλοπίνακας με απόσταση 4 cm < b < 7 cm	2.0	2.33	2.4	2.79
Διπλο παράθυρο με απόσταση υαλοπινάκων ≥ 7 cm	2.2	2.56	-	-
Τοίχος από υαλοπινθούς πάχους 80 mm	-	-	3.0	3.49
Χωρίς υαλοπίνακα	3.0	3.49	5.0	5.81

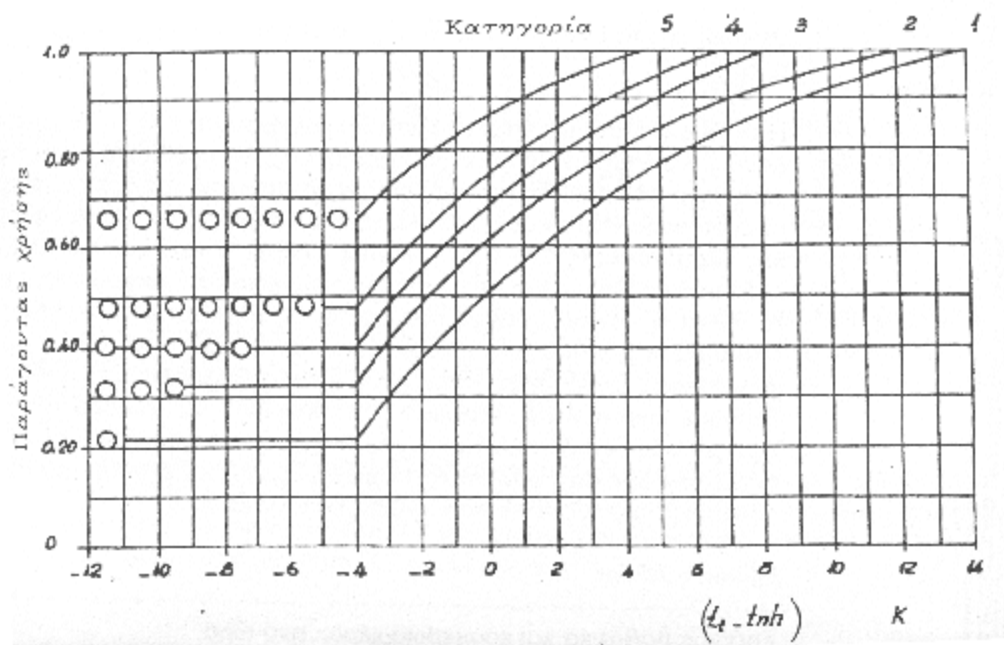
Οι τιμές του kF ισχύουν :
 για παράθυρα : < 5.0 m² εφ' όσον η επιφάνεια πλαισίου είναι ≤ 25% της συνολικής επιφάνειας
 ≥ 5.0 m² εφ' όσον η επιφάνεια πλαισίου είναι ≤ 15% της συνολικής επιφάνειας
 ≥ 2.0 m² εφ' όσον η επιφάνεια πλαισίου είναι ≤ 25% της συνολικής επιφάνειας

[πηγή: Κανονισμός θερμομόνωσης]

Πίνακες και σχεδιαγράμματα που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή της μεθόδου 5000.



Σχήμα Π.4 Τιμές του παράγοντα ηλιακής απώλειας



Σχήμα Π.5 Καμπύλες αποδοτικότητας (παράγοντας χρησιμοποίησης) για τις διάφορες κατηγορίες κτηρίων. Όταν η καμπύλη είναι αριστερά της $-4K$ η τιμή του n είναι η ίδια με αυτή για $X = -4K$. Όπου οι καμπύλες αντιπροσωπεύονται από τους κύκλους δεν είναι απαιτείται καμία βοηθητική θέρμανσης

Πίνακας Π.7 Μορφές θερμοκηπίων

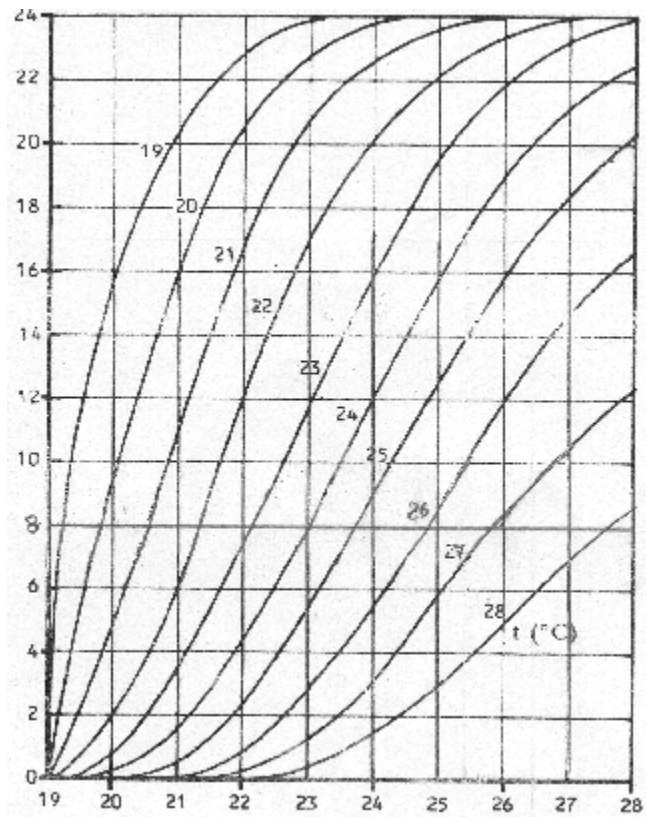
Τύπος Ηλιακού Χώρου	Ηλιακός Χώρος με μονωμένο δάπεδο		Ηλιακός χώρος με μη μονωμένο δάπεδο				
			Ανοιχτόχρωμο (α = 0,3)		Σκουρόχρωμο (α = 0,8)		
	A.T.	Δ.Τ.	A.T.	Δ.Τ.	A.T.	Δ.Τ.	
A Προσαρτημένος ηλιακός χώρος με 4 συλλεκτικές επιφάνειες: οροφή πρόσοψη και πλευρές.	a1	0,65	0,69	0,63	0,67	0,59	0,63
	a2	0,85	0,87	0,85	0,87	0,85	0,87
B Προσαρτημένος ηλιακός χώρος με 3 συλλεκτικές επιφάνειες: πρόσοψη και πλευρές.	a1	0,70	0,74	0,68	0,71	0,65	0,68
	a2	0,89	0,91	0,89	0,91	0,89	0,91
Γ Ολοκληρωμένος ή Προσαρτημένος ηλιακός χώρος με 2 συλλεκτικές επιφάνειες: οροφή και πρόσοψη.	a1	0,87	0,90	0,84	0,87	0,80	0,82
	a2	0,87	0,90	0,87	0,90	0,87	0,90

[πηγή: Ενέργεια και αρχιτεκτονική]

Σχήμα Π.6 Τύποι θερμοκηπίου για τους οποίους δίνονται οι παραπάνω παράγοντες a1 και a2 στον πίνακα Π.6



$n(t)$ αριθμός των ωρών κατά τις οποίες η εσωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από t (ώρες την ημέρα)



t_i : η μέση εσωτερική θερμοκρασία (°C)

Σχήμα Π.7 Διάγραμμα αξιολόγησης της υπερθέρμανσης για κτήρια διαμερισμάτων

Πίνακας Π.8 Μέσες μηνιαίες τιμές ημερήσιας ακτινοβολίας που περνά από απλό και διπλό τζάμι.

Μέσες μηνιαίες τιμές ημερήσιας ακτινοβολίας που περνά από απλό και διπλό τζάμι (kWh/m ²)														
		Μήνας	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Κλίση Αζιμουθίου		Ημερ.	17	15	18	15	15	11	17	16	16	16	15	11
Νότια	90°	Προσπ.	2.42	2.95	3.18	3.09	2.84	2.52	2.75	3.33	3.79	3.75	3.39	2.75
		A.T.	1.99	2.38	2.44	2.24	1.94	1.68	1.83	2.32	2.84	2.98	2.78	2.27
		Δ.Τ.	1.65	1.95	1.94	1.72	1.45	1.26	1.38	1.74	2.23	2.42	2.31	1.90
	60°	Προσπ.	2.76	3.58	4.26	4.73	5.00	4.83	5.12	5.47	5.32	4.63	3.87	3.01
		A.T.	2.29	2.94	3.45	3.78	3.94	3.76	4.01	4.35	4.30	3.80	3.21	2.52
		Δ.Τ.	1.91	2.46	2.85	3.09	3.19	3.02	3.23	3.56	3.56	3.17	2.69	2.12
	45°	Προσπ.	2.72	3.61	4.50	5.25	5.82	5.79	6.06	6.17	5.67	4.69	3.78	2.93
		A.T.	2.24	2.98	3.67	4.26	4.68	4.63	4.86	5.00	4.63	3.86	3.13	2.42
		Δ.Τ.	1.87	2.48	3.04	3.52	3.86	3.80	4.00	4.15	3.86	3.22	2.62	2.03
30°	Προσπ.	2.52	3.46	4.50	5.51	6.35	6.47	6.68	6.53	5.71	4.50	3.48	2.86	
	A.T.	2.06	2.83	3.67	4.48	5.17	5.25	5.44	5.34	4.67	3.68	2.85	2.16	
	Δ.Τ.	1.70	2.35	3.05	3.72	4.29	4.36	4.53	4.45	3.90	3.07	2.36	1.79	
ΝΑ/ΝΔ	90°	Προσπ.	1.96	2.48	2.94	3.23	3.38	3.30	3.45	3.66	3.60	3.19	2.72	2.17
		A.T.	1.57	1.98	2.33	2.52	2.58	2.47	2.60	2.84	2.84	2.55	2.18	1.74
		Δ.Τ.	1.29	1.62	1.89	2.03	2.04	1.93	2.05	2.27	2.31	2.09	1.79	1.44
	60°	Προσπ.	2.35	3.11	3.90	4.57	5.08	5.11	5.30	5.35	4.88	4.04	3.25	2.53
		A.T.	1.91	2.53	3.17	3.70	4.09	4.09	4.25	4.34	3.98	3.30	2.65	2.06
		Δ.Τ.	1.58	2.10	2.63	3.08	3.36	3.35	3.49	3.59	3.31	2.75	2.20	1.71
	45°	Προσπ.	2.38	3.22	4.17	5.05	5.77	5.89	6.07	5.96	5.25	4.19	3.27	2.51
		A.T.	1.93	2.62	3.40	4.11	4.69	4.77	4.93	4.87	4.30	3.43	2.66	2.04
		Δ.Τ.	1.60	2.18	2.83	3.41	3.89	3.95	4.09	4.05	3.59	2.85	2.21	1.69
30°	Προσπ.	2.28	3.17	4.24	5.31	6.25	6.47	6.62	6.32	5.37	4.12	3.11	2.36	
	A.T.	1.83	2.57	3.46	4.33	5.10	5.28	5.41	5.17	4.40	3.36	2.51	1.89	
	Δ.Τ.	1.51	2.13	2.87	3.60	4.25	4.39	4.51	4.32	3.67	2.79	2.07	1.55	
Α/Δ	90°	Προσπ.	1.18	1.66	2.33	2.96	3.49	3.68	3.70	3.47	2.89	2.18	1.59	1.22
		A.T.	0.91	1.29	1.83	2.33	2.75	2.91	2.92	2.74	2.28	1.71	1.23	0.94
		Δ.Τ.	0.73	1.03	1.48	1.90	2.24	2.37	2.38	2.24	1.86	1.38	0.98	0.75
	60°	Προσπ.	1.52	2.18	3.08	4.01	4.83	5.12	5.14	4.74	3.85	2.81	2.02	1.52
		A.T.	1.18	1.71	2.47	3.23	3.90	4.14	4.16	3.82	3.10	2.24	1.58	1.18
		Δ.Τ.	0.95	1.39	2.03	2.66	3.22	3.43	3.45	3.17	2.55	1.84	1.27	0.95

	Προσπ.	1.64	2.36	3.38	4.46	5.43	5.77	5.80	5.29	4.25	3.07	2.17	1.62
45°	A.T.	1.27	1.87	2.73	3.61	4.42	4.70	4.73	4.30	3.43	2.44	1.69	1.25
	Δ.Τ.	1.03	1.52	2.24	2.99	3.67	3.91	3.93	3.57	2.84	2.00	1.36	1.00
	Προσπ.	1.71	2.51	3.62	4.83	5.94	6.32	6.35	5.76	4.57	3.25	2.27	1.68
30°	A.T.	1.32	1.98	2.91	3.91	4.85	5.17	5.20	4.68	3.69	2.58	1.75	1.28
	Δ.Τ.	1.06	1.60	2.39	3.24	4.03	4.31	4.34	3.90	3.05	2.10	1.40	1.01
3Α/ΒΔ	Προσπ.	0.65	0.94	1.49	2.10	2.67	2.97	2.86	2.36	1.75	1.16	0.78	0.60
	A.T.	0.49	0.71	1.12	1.60	2.05	2.29	2.20	1.81	1.31	0.87	0.58	0.45
	Δ.Τ.	0.38	0.55	0.86	1.27	1.64	1.84	1.76	1.44	1.03	0.68	0.45	0.35
	Προσπ.	0.83	1.25	2.04	2.96	3.88	4.33	4.19	3.40	2.41	1.52	0.96	0.73
50°	A.T.	0.62	0.92	1.54	2.28	3.02	3.41	3.27	2.62	1.81	1.11	0.70	0.54
	Δ.Τ.	0.49	0.72	1.22	1.83	2.44	2.77	2.65	2.10	1.43	0.86	0.54	0.43
	Προσπ.	0.94	1.47	2.42	3.55	4.69	5.22	5.09	4.17	2.95	1.83	1.12	0.83
45°	A.T.	0.69	1.08	1.84	2.76	3.70	4.14	4.02	3.25	2.23	1.32	0.78	0.59
	Δ.Τ.	0.54	0.84	1.45	2.22	3.01	3.39	3.28	2.62	1.76	1.01	0.60	0.47
	Προσπ.	1.14	1.80	2.90	4.20	5.49	6.05	5.96	5.02	3.62	2.28	1.40	1.01
30°	A.T.	0.81	1.31	2.22	3.31	4.40	4.87	4.79	3.97	2.79	1.66	0.96	0.69
	Δ.Τ.	0.62	1.01	1.76	2.68	3.61	4.02	3.94	3.24	2.22	1.28	0.72	0.53
Βόρειο	Προσπ.	0.57	0.79	1.12	1.47	1.82	2.06	1.91	1.47	1.14	0.87	0.65	0.52
	A.T.	0.44	0.61	0.87	1.11	1.34	1.48	1.38	1.09	0.89	0.67	0.51	0.41
	Δ.Τ.	0.35	0.49	0.69	0.88	1.04	1.15	1.07	0.86	0.71	0.54	0.40	0.32
	Προσπ.	0.71	0.96	1.33	2.00	3.25	3.93	3.64	2.34	1.21	0.97	0.75	0.63
60°	A.T.	0.56	0.75	1.05	1.35	2.12	2.70	2.40	1.37	0.94	0.76	0.59	0.49
	Δ.Τ.	0.45	0.61	0.84	1.05	1.55	1.99	1.74	0.99	0.75	0.61	0.47	0.38
	Προσπ.	0.77	1.03	1.67	3.02	4.41	5.09	4.87	3.62	2.05	1.01	0.79	0.67
	A.T.	0.61	0.82	1.17	2.06	3.26	3.89	3.65	2.46	1.24	0.80	0.63	0.53
	Δ.Τ.	0.49	0.68	0.93	1.54	2.50	3.05	2.83	1.80	0.92	0.64	0.50	0.43
	Προσπ.	0.83	1.38	2.50	3.93	5.36	6.00	5.86	4.73	3.15	1.72	0.92	0.70
30°	A.T.	0.65	0.98	1.77	2.97	4.22	4.79	4.65	3.61	2.22	1.11	0.56	0.56
	Δ.Τ.	0.52	0.75	1.35	2.33	3.39	3.90	3.77	2.85	1.87	0.83	0.53	0.45
Οριζόντια	Προσπ.	1.75	2.62	3.82	5.15	6.41	6.84	6.88	6.18	4.86	3.38	2.33	1.69
	A.T.	1.34	2.06	3.07	4.20	5.25	5.61	5.64	5.04	3.91	2.66	1.77	1.26
	Δ.Τ.	1.07	1.66	2.53	3.49	4.38	4.68	4.70	4.18	3.22	2.16	1.39	0.99
Διάχυτη Οριζόντια		0.96	1.34	1.81	2.22	2.35	2.19	2.22	1.92	1.67	1.35	1.03	0.82
Διάρκεια ημέρας (h)		9.7	10.6	11.8	13.0	14.1	14.6	14.3	13.5	12.3	11.1	10.0	9.4
Μέγιστο ηλιακό φως		31.3	39.2	50.2	61.8	70.9	75.1	73.2	65.7	54.9	43.3	33.7	29.0

[πηγή: Ηλιακή ενέργεια (τα θερμικά φορτία)]

Έντυπα υπολογισμού της μεθόδου SLR

Είδος κτηρίου:.....

Τοποθεσία:.....

Μελετητής:.....

Μήνες	N	θ_b	$(\tau_a)_b/(\tau_a)_n$	θ_e	$(\tau_a)_d/(\tau_a)_n$	$(\tau_a)_g/(\tau_a)_n$	ρ_g
Οκτώβριος	31						
Νοέμβριος	30						
Δεκέμβριος	31						
Ιανουάριος	31						
Φεβ/ριος	28						
Μάρτιος	31						
Απρίλιος	30						
Μάιος	31						

Ονομασία	ft ²	m ²
Ατοιχ.		
Αοροφ.		
A _{gr}		
A _r		
	ft	m
R _{περιμ.}		
	ft ³	m ³
V		

Ονομ.	ft ² hF/Btu	m ² C/W
R _{τοιχ.}		
R _{οροφ.}		
R _{περιμ.}		

συν. πυκν. αέρα
αλ. αέρ./ώρα

Ονομασία	Btu/hF	W/C
(UA) _{τοιχ.}		
(UA) _{οροφ.}		
(UA) _{περιμ.}		
(UA) _{διήθ.}		
(UA) _{ns}		

έχω ότι	A=	R=
	B=	G=
	C=	LCRs=
	D=	H=
	L _{ns} =	[Wh/C-day]
	LCR=	[Wh/m ² C-day]
K=		

$\beta = \dots\dots$ μοίρες.

$\varphi = \dots\dots$ μοίρες.

μήνες	N	H	Kτ	Hd/H	Hd	Hb	(τα)η	(τα)β	(τα)δ	(τα)γ	δ	ως	min		Rb	S
													ω'ς	ω'ς		
Οκτώβριος	31															
Νοέμβριος	30															
Δεκέμβριος	31															
Ιανουάριος	31															
Φεβρουάριος	28															
Μάρτιος	31															
Απρίλιος	30															
Μάιος	31															

μήνες	N	DD	S'	X	F	fns	LA
Οκτώβριος	31						
Νοέμβριος	30						
Δεκέμβριος	31						
Ιανουάριος	31						
Φεβρουάριος	28						
Μάρτιος	31						
Απρίλιος	30						
Μάιος	31						

Έντυπα υπολογισμού της Νέας Μεθόδου 5000

Είδος κτηρίου:.....

Τοποθεσία:.....

Μελετητής:.....

Έντυπο Α1

Απώλειες θερμότητας από εξωτερικούς τοίχους και οροφές

Στοιχείο	Εμβαδόν [m ²]	Ημέρα U _d [W/m ² K]	Νύχτα U _n [W/m ² K]	Απώλ.Θερμ. Ημερήσιες U _d xΑ [W/K]	Απώλ.Θερμ. Νυχτερινές U _n xΑ [W/K]
Νότιος τοίχος Βόρειος τοίχος Ανατολ.τοίχος Δυτικός τοίχος Οροφή ορόφου Πόρτα					
Σύνολα (τοιχοι/οροφές)					

Έντυπο Α2

Απώλειες θερμότητας για εξωτερικά παράθυρα

Στοιχείο	Εμβαδόν [m ²]	Ημέρα U _d [W/m ² K]	Νύχτα U _n [W/m ² K]	Απώλ.Θερμ. Ημερήσιες U _d xΑ [W/K]	Απώλ.Θερμ. Νυχτερινές U _n xΑ [W/K]
Νότιο Υαλοστ. Βόρ.Υαλοστ Δυτ.Υαλοστ. Ανατολ.Υαλοστ					
Σύνολα					

Έντυπο Α3

Απώλειες από δάπεδα

Στοιχεία πλά- κας δαπέδου	Μήκος [m]	Συντελ.γραμ- μικής θερμο- περατότητας	Απώλ.θερμότη- [W/K]
Δάπεδο			
Σύνολα			

Έντυπο Α4

Απώλειες θερμότητας από χώρους ανάσχεσης

α) Απώλειες από το χώρο ανάσχεσης προς το εξωτερικό [L_b]

διαχωριστικό στοιχείο του χώρου ανάσχ. προς το εξωτερικό	Απώλειες θερμότητας από τοίχους και παράθυρα			Απώλειες θερμότη. από θερμογέφ.		Αλλαγή αέρα	Σύνολο			
	Υμέρας W/m ² K	Υνίκτας W/m ² K	Εμβαδόν m ²	k W/mK	μήκος m	q m ³ /h	ημέρα W/K		νύκτα W/K	
οροφή υαλοστάσιο δάπεδο εναλλαγές αέρα										
Σύνολο							L _{bd} =		L _{bn} =	
Μέση τιμή του L _b : L _{bm} =(L _{bd} +L _{bn})/2							L _{bm} =			

β) Απώλειες από το εσωτερικό προς το χώρο ανάσχεσης L_h

τοίχος παράθυρο ακμή δαπέδου										
Σύνολο							L _{hd} =		L _{hn} =	
Μέση τιμή του L _h : L _{hm} =(L _{hd} +L _{hn})/2							L _{hm} =			

Έντυπο Α5

Καθαρές απώλειες θερμότητας από διείσδυση αέρα και αερισμό

Συνολική ποσότητα εισαγωγής εξωτερικού αέρα		q _t =		m ³ /h					
Στοιχεία που μεκύνουν την απώλ. θερμότη.	m ³ /h		m ³ /h			Re W/K	Rb W/K	Rsw W/K	
Εναλλάκτης θερμότη.	q _e		n _e						
Χώρος ανάσχεσης 1	q _b		n _b		C _{ib}				
Χώρος ανάσχεσης 2	q _b		n _b		C _{ib}				
Χώρος ανάσχεσης 3	q _b		n _b		C _{ib}				
Χώρος ανάσχεσης 4	q _b		n _b		C _{ib}				
Ηλιακ.τοιχ.ανοικ.βρογ	q _{sw}		n _{sw}						
Σύνολο									

Έντυπο Α6

Άθροισμα των απωλειών

Από έντυπο	Πηγή θερμικών απωλειών	Εμβαδόν m ²	Ημερήσιες απώλειες		Νυχτερινές απώλειες	
			W/K	% του συνόλου	W/K	% του συνόλου
A1	Τοίχος και Οροφή Εξωτερικά παραθ Δάπεδα					
A2						
A3						
A4	Χώρος ανάσχ.	Θερμοκήπιο				
	Συνολικές απώλ A1+A2+A3+A4					
A5	Από αερισμό					
Σύνολο				100		100

Έντυπο Α7

Μηνιαίο θερμαντικό φορτίο χωρίς κέρδη

φ=

θερμαν.περίθ. Μήνας	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Σύνολο
Αριθμός ημερών N	31	30	31	31	28	31	30	31	243
Μέση εξωτερ. θερμοκρ.									
Βαθμοημέρες DDm(K-days)									
Διάρκεια ημέρας H(hrs)									
Θερμ. Απώλ. Ανα ημέρα LL(kWh/Kday)									
Φορτίο Qng (kWh/ημο)									

Έντυπο Βdg

Άμεσα ηλιακά κέρδη

Στοιχείο	Ιδιότητες τζαμιού			Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος
Νότιο Υαλοστά- σιο	A	Νότιος Κλίση=	EκWh/m ² ημ Sf								
	m										
	Cc										
	Cf										
	AT/ΔT Υαλοσ	Φdg kWh/ημ.									
Δυτικό Υαλοστα- σιο	A	Δυτικός Κλίση=	EκWh/m ² ημ Sf								
	m										
	Cc										
	Cf										
	AT/ΔT Υαλοσ	Φdg kWh/ημ.									
Βόρειο Υαλοστά- σιο	A	Βόρειος Κλίση=	EκWh/m ² ημ Sf								
	m										
	Cc										
	Cf										
	AT/ΔT Υαλοσ	Φdg kWh/ημ.									
Ανατολικό Υαλοστά- σιο	A	Ανατολικός Κλίση=	EκWh/m ² ημ Sf								
	m										
	Cc										
	Cf										
	AT/ΔT Υαλοσ	Φdg kWh/ημ.									
Σύνολο	Εμβαδόν:										
			Φdg kWh/ημ.								

Έντυπο Φ_{tw}

Ηλιακά κέρδη από τοίχο μάζας

Στοιχείο	Ιδιότητες τζαμιού			Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκ/ριος	Ιαν/ριος	Φεβ/ριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος
Νότιο	A m a Ud/Un gext		Νότιος Κλίση= ΑΤ/ΔΤ Υαλοσ	ΕκWh/m ² ημ Sf FkWh/ημέρα Φ_{tw} kWh/ημ.							
Δυτικό	A m a Ud/Un gext		Δυτικός Κλίση= ΑΤ/ΔΤ Υαλοσ	ΕκWh/m ² ημ Sf FkWh/ημέρα Φ_{tw} kWh/ημ.							
Βόρειο	A m a Ud/Un gext		Βόρειος Κλίση= ΑΤ/ΔΤ Υαλοσ	ΕκWh/m ² ημ Sf FkWh/ημέρα Φ_{tw} kWh/ημ.							
Ανατολικό	A m a Ud/Un gext		Ανατολικός Κλίση= ΑΤ/ΔΤ Υαλοσ	ΕκWh/m ² ημ Sf FkWh/ημέρα Φ_{tw} kWh/ημ.							
Σύνολα	Εμβαδόν:			Φ_{tw} kWh/ημ.							

Έντυπο Φ_{tw}

Ηλιακά κέρδη από τοίχο Trombe

Στοιχείο	Ιδιότητες τζαμιού			Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκ/ριος	Ιαν/ριος	Φεβ/ριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος
Νότιο	A m a επλεκτ.βαφή νυχτερ.μόνωση απόδοση C		Νότιος Κλίση= ΑΤ/ΔΤ Υαλοσ	ΕκWh/m ² ημ Sf FkWh/ημέρα Φ_{tw} kWh/ημ.							
Δυτικό	A m a επλεκτ.βαφή νυχτερ.μόνωση απόδοση C		Δυτικός Κλίση= ΑΤ/ΔΤ Υαλοσ	ΕκWh/m ² ημ Sf FkWh/ημέρα Φ_{tw} kWh/ημ.							
Βόρειο	A m a επλεκτ.βαφή νυχτερ.μόνωση απόδοση C		Βόρειος Κλίση= ΑΤ/ΔΤ Υαλοσ	ΕκWh/m ² ημ Sf FkWh/ημέρα Φ_{tw} kWh/ημ.							
Ανατολικό	A m a επλεκτ.βαφή νυχτερ.μόνωση απόδοση C		Ανατολικός Κλίση= ΑΤ/ΔΤ Υαλοσ	ΕκWh/m ² ημ Sf FkWh/ημέρα Φ_{tw} kWh/ημ.							
Σύνολα	Εμβαδόν:			Φ_{tw} kWh/ημ.							

Έντυπο Φ_{sw}

Ηλιακά κέρδη από ηλιακό τοίχο ανοικτού βρόχου

Στοιχείο	Ιδιότητες τζαμιού				Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκ/ριος	Ιαν/ριος	Φεβ/ριος	Μάρπος	Απριλιος	Μάιος
	Νότιο	τ_{ext} [m ² K/W] τ_{int} [m ² K/W]	A m a U [W/m ² K] R _{sw} [W/K]		Νότιος Κλίση=90 ΑΤ/ΔΤ Υαλοσ	ΕκWh/m ² ημ Sf FkWh/ημέρα Φasw kWh/ημ Φcsw kWh/ημ						
Δυτικό	τ_{ext} [m ² K/W] τ_{int} [m ² K/W]	A m a U [W/m ² K] R _{sw} [W/K]		Νότιος Κλίση=90 ΑΤ/ΔΤ Υαλοσ	ΕκWh/m ² ημ Sf FkWh/ημέρα Φasw kWh/ημ Φcsw kWh/ημ							
Βόρειο	τ_{ext} [m ² K/W] τ_{int} [m ² K/W]	A m a U [W/m ² K] R _{sw} [W/K]		Νότιος Κλίση=90 ΑΤ/ΔΤ Υαλοσ	ΕκWh/m ² ημ Sf FkWh/ημέρα Φasw kWh/ημ Φcsw kWh/ημ							
Ανατολικό	τ_{ext} [m ² K/W] τ_{int} [m ² K/W]	A m a U [W/m ² K] R _{sw} [W/K]		Νότιος Κλίση=90 ΑΤ/ΔΤ Υαλοσ	ΕκWh/m ² ημ Sf FkWh/ημέρα Φasw kWh/ημ Φcsw kWh/ημ							
Σύνολο		Εμβαδόν:			Φasw kWh/ημ Φcsw kWh/ημ							

Έντυπο Φ_{sdg} Ηλιακά κέρδη από τα παράθυρα ανάμεσα στο θερμοκήπιο και στο θερμαινόμενο χώρο

Όνομα του ηλιακού χώρου:

Συνολική ηλιακή μετάδοση/εκπομπή του ηλιακού χώρου τ_s :

Στοιχείο	Ιδιότητες τζαμιού				Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκ/ριος	Ιαν/ριος	Φεβ/ριος	Μάρπος	Απριλιος	Μάιος
	Νότιο Υαλοστάσια	A= m=		Νότιο Κλίση: ΑΤ/ΔΤ	ΕκWh/m ² ημ Sf Φsdg kWh/ημ							
	A= m=		Νότιο Κλίση: ΑΤ/ΔΤ	ΕκWh/m ² ημ Sf Φsdg kWh/ημ								
	A= m=		Νότιο Κλίση: ΑΤ/ΔΤ	ΕκWh/m ² ημ Sf Φsdg kWh/ημ								
	A= m=		Νότιο Κλίση: ΑΤ/ΔΤ	ΕκWh/m ² ημ Sf Φsdg kWh/ημ								
Σύνολο	Εμβαδόν:			Φsdg kWh/ημ								

Έντυπο Φ_{smw}

Ηλιακά κέρδη από τοίχους μάζας μέσα σε ένα ηλιακό χώρο

Όνομα του ηλιακού χώρου:

Συνολική ηλιακή μετάδοση/εκπομπή του ηλιακού χώρου τ_s :

Στοιχείο	A m ²	Ιδιότητες τζαμιού		Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέριος	Ιαν/ριος	Φεβ/ριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος
		Προσανατολ. Κλίση U-value α		$E_{kWh/m^2\eta\mu}$ Sf F kWh/ημ. Φ_{smw} kWh/ημ							
		Προσανατολ. Κλίση U-value α		$E_{kWh/m^2\eta\mu}$ Sf F kWh/ημ. Φ_{smw} kWh/ημ							
		Προσανατολ. Κλίση U-value α		$E_{kWh/m^2\eta\mu}$ Sf F kWh/ημ. Φ_{smw} kWh/ημ							
		Προσανατολ. Κλίση U-value α		$E_{kWh/m^2\eta\mu}$ Sf F kWh/ημ. Φ_{smw} kWh/ημ							
Σύνολο	Εμβαδόν:			Φ_{smw} kWh/ημ							

Έντυπο E_s

Ηλιακή ενέργεια που εισέρχεται στον ηλιακό χώρο

Όνομα του θερμοκηπίου:

Στοιχείο	A m ²	Ιδιότητες τζαμιού		Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέριος	Ιαν/ριος	Φεβ/ριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος
Νότιο Υαλοστάσιο κάθετο		Προσανατολ. Κλίση $\frac{A_T}{\Delta T}$ m	Νότιος	$E_{kWh/m^2\eta\mu}$ Sf Es kWh/ημ							
Ανατολικό Υαλοστάσιο		Προσανατολ. Κλίση $\frac{A_T}{\Delta T}$ m	Ανατολ.	$E_{kWh/m^2\eta\mu}$ Sf Es kWh/ημ							
Δυτικό Υαλοστάσιο		Προσανατολ. Κλίση $\frac{A_T}{\Delta T}$ m	Δυτικός	$E_{kWh/m^2\eta\mu}$ Sf Es kWh/ημ							
Νότιο Υαλοστάσιο οροφή(45)		Προσανατολ. Κλίση: AT/ΔT m	Νότιος	$E_{kWh/m^2\eta\mu}$ Sf Es kWh/ημ							
Οριζόντια οροφή											
Σύνολο	Εμβαδόν:			Es kWh/ημ							

Έντυπο Bs

Ηλιακά θερμικά κέρδη από το φαινόμενο ανάσχεσης του ηλιακού χώρου [Φ_{sb}] και την προθέρμανση στον αέρισμό [Φ_{sa}]

Ηλιακός χώρος:

$L_{bm} =$	W/K	$L_{hm} =$	W/K	$C_{ib} =$
$a_1 =$		$a_2 =$	$R_b =$	W/K

Όνομασία	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκ/ριος	Ιαν/ριος	Φεβ/ριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος
E_s kWh/ημ								
Φ_{sdg} kWh/ημ								
Φ_{smw} kWh/ημ								
F_s kWh/ημ								
t_o μέση εξωτ. θερμοκ. C								
t_{sng} kWh/ημ								
t_s μέση θερμ. θερμοκ C								
Φ_{sb} kWh/ημ								
Φ_{sa} kWh/ημ								

Έντυπο Φ_{solar}

Άθροισμα των ηλιακών κερδών

Έντυπο	Τύπος ηλιακ. κερδ. kWh/ημ	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκ/ριος	Ιαν/ριος	Φεβ/ριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ετήσ. Σύνολο	
	Αριθμός ημερών μήνα	31	30	31	31	28	31	30	31	243	
Bdg	Εξωτερικά παράθυρα Φ_{dg}										
Bs1	Θερμοκήπιο										
Bs2											Φ_{sdg}
Bs4											Φ_{smw}
	Υποσ. Θερμοκ. Φ_s										
Bac	Συλλέκτης αέρα Φ_{ac}										
Bsw	Ηλιακοί										
	Τοίχοι										Φ_{asw}
	Επιμ. αθρ. ηλιακ. τοίχ. Φ_{sw}										
Btw	Τοίχοι Trombe Φ_{tw}										
Bmw	Τοίχοι Μάζας Φ_{mw}										
Σύνολο	Φ_{solar}										

Έντυπο C1

Ωφέλιμα κέρδη και φορτίο βοηθητικής θέρμανσης

καθαρά εσωτερικά κέρδη: $\Phi = \dots\dots\dots$ kWh/ημέρα
κατηγορία αδρανείας: $I = \dots\dots\dots$
σταθερά κυρίου χρόνου: $\tau = \dots\dots\dots$ h

	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκ/ριος	Ιαν/ριος	Φεβ/ριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ετήσ.Σύνολα
Αριθμός ημερών N	31	30	31	31	28	31	30	31	243
Ημερήσια ηλιακά κέρδη Φ_{solar} kWh/ημ									
Ημερήσι. Συνολ. κέρδη $\Sigma\Phi$ kWh/ημ									
Μηνιαία συνολ. κέρδη $N\Sigma\Phi$ kWh/μήνα									
Φορτία θέρμ.χωρίς κέρδη Q_{ng} kWh/μήνα									
Λόγος φορτίων κερδών χ									
Παράγοντας χρήσης n									
Ωφέλιμα κέρδη ΣQ kWh/μήνα									
Βοηθ.φορτίο θέρμανσης Q_{aux} kWh/μήνα									

Έντυπο C2

Διανομή των ωφέλιμων κερδών

	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκ/ριος	Ιαν/ριος	Φεβ/ριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ετήσ.Σύνολα
Αριθμός ημερών N	31	30	31	31	28	31	30	31	243
Ωφέλιμα εσωτερικά κερδη Q_i kWh/μήνα									
Ωφέλ.ηλιακά άμεσα κερδη Q_{dg} kWh/μήνα									
Ωφέλ.ηλ. κερδη από ηλ. χώρο Q_s kWh/μήνα									
Ωφέλ.ηλ. κερδη από συλ. αέρα Q_{ai} kWh/μήνα									
Ωφέλ.ηλ. κερδη από ηλ. τοιχους Q_{sv} kWh/μήνα									
Ωφέλ.ηλ. κερδη από τοίχ. Trombe Q_{tw} kWh/μήνα									
Ωφέλ.ηλ. κερδη από τοίχ. μάζας Q_{mw} kWh/μήνα									

Έλεγχος των συνθηκών άνεσης

Όνομασία		Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκ/ριος	Ιαν/ριος	Φεβ/ριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος
t_o	C								
LL	kWh/ημ								
ΣΦ	kWh/ημ								
t_{nh}	C								
Q_{aux}	kWh/μήνα								
t_i	C								

t_i	C								
n(24)	h								

Προσόψεις των δύο προτεινόμενων κατοικιών.

Κατοικία χωρίς θερμοκήπιο



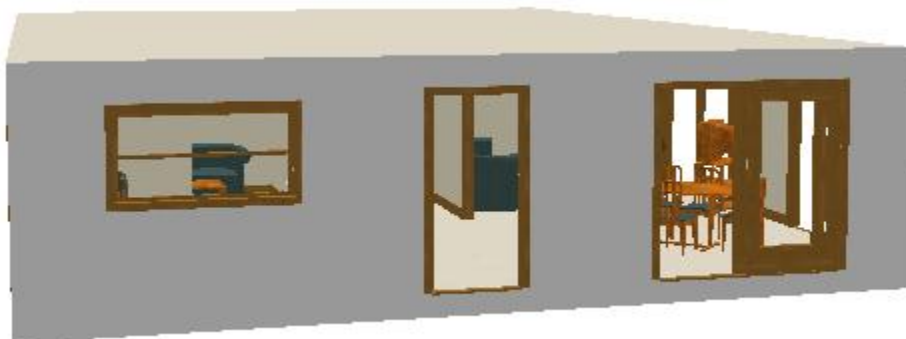
Νότια πλευρά



Ανατολική πλευρά

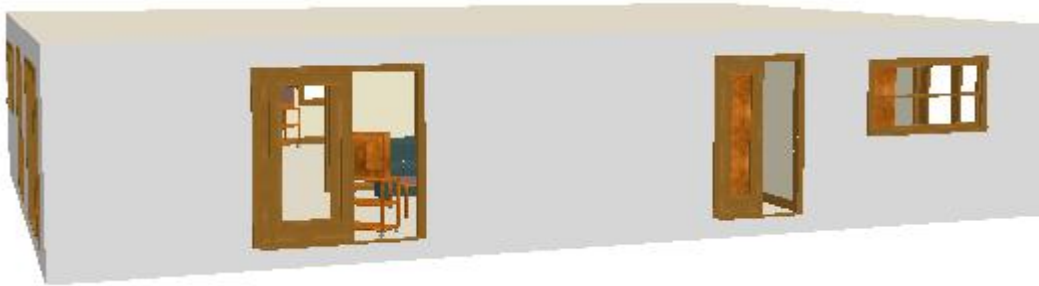


Βόρεια πλευρά



Δυτική πλευρά

Εμφάνιση των ανοιγμάτων της νότιας πρόσοψης της κατοικίας μετά την τοποθέτηση θερμοκηπίου. Τα ανοίγματα των υπολοίπων προσανατολισμών παραμένουν τα ίδια.





ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου 880

19 Αυγούστου 1998

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΥΠΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ

- 1. Περιορισμός των εξαγωγών διοξειδίου του άνθρακα, με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. 1
- 2. Άρση άδειας ίδρυσης των ιδιγών προς το Δημόσιο Σχολεία, Ιδιωτικών Σχολείων Νηπιαγωγείου Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου της Ο.Ε. «ΛΥΚΕΙΟ Ο ΚΟΡΑΗΣ». 2
- 3. Προσαύξηση ναύλου επιβατών και οχημάτων στην τοπική γραμμή Χίου - Οινουσσών. 3
- 4. Καθορισμός ναυτολογίου εμπορευμάτων στην τοπική γραμμή Χίου - Οινουσσών. 4
- 5. Διόρθωση σφαλμάτων - συμπλήρωση στη Φ 56153/11912/98 απόφαση του Υφυπουργού Εσωτερικών Δημ. Διοικ. και Αποκέντρωσης. 5

ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ

- 5. Διόρθωση σφαλμάτων - συμπλήρωση στη Φ 56153/11912/98 απόφαση του Υφυπουργού Εσωτερικών Δημ. Διοικ. και Αποκέντρωσης. 5

ΥΠΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ & ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ

- Αριθ. 21475/4707 (1)
1. Περιορισμός των εξαγωγών διοξειδίου του άνθρακα, με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων

ΟΙ ΥΠΟΥΡΓΟΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ, ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜ. ΕΡΓΩΝ

Έχοντας υπόψη:

- 1. Τις διατάξεις των άρθρων 1 και 2 (παρ. 1 ζ') του ν. 1338/83 «Εφαρμογή του Κοινοτικού Δικαίου» (Α 34) όπως τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε με το άρθρο 6 του Ν. 1440/84 «Συμμετοχή της Ελλάδας στο Κεφάλαιο, στα αποθεματικά και τις προβλέψεις της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Επενδύσεων κ.λπ.» (Α 70), σε συνδυασμό με το άρθρο 9 του Ν. 1650/86 (180Α) της παραγράφου 2 του άρθρου δεύτερου του Ν. 2077/92 «Κύρωση της συνθήκης για την Ευρωπαϊκή Ένωση των σχετικών πρωτοκόλλων και δηλώσεων που περιλαμβάνονται στην τελική πράξη (138 Α)»
- 2. Τις διατάξεις του ν. 2476 / 97 «Κύρωση Τελικής Πράξης της Διάσκεψης του Ευρωπαϊκού Χάρτη Ενέργειας, της Συνθήκης για το Χάρτη Ενέργειας και του Πρωτοκόλλου του Χάρτη Ενέργειας για την ενεργειακή απόδοση και τα σχετικά περιβαλλοντικά προβλήματα».

- 3. Τις διατάξεις του άρθρου 26 του ν. 1577/85 «Γενικός Οικονομικός Κανονισμός» (Α 210).
- 4. Την 93/76/ΕΟΚ οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 13ης Σεπτεμβρίου 1993 «για περιορισμό των εξαγωγών διοξειδίου του άνθρακα με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης» που έχει δημοσιευτεί στην ελληνική γλώσσα στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (Ειδική έκδοση στα Ελληνικά σειρά L 37/29 / 22.9.93).
- 5. Τις διατάξεις του ν. 40 / 75 περί «Λήψευς Μέτρων Εξοικονομώσεως Ενέργειας (Α 90)
- 6. Τις διατάξεις του άρθρου 6 «Κίνητρα για εξοικονομηση ενέργειας» του ν. 1512/85 (Α 4).
- 7. Τις διατάξεις του ν. 2052 / 92 «Μέτρα για την αντιμετώπιση του κρύου και πολεοδομικές συθώσεις» (Α 94).
- 8. Τις διατάξεις του «Κανονισμού Θερμομόνωσης» (Δ 362).
- 9. Τις διατάξεις του από 27.09.85 π.δ/τος «Τεχνικός Κανονισμός Κατανομής Δαπανών Κεντρικής Θέρμανσης Κτιρίων» (Δ 831).
- 10. Τις διατάξεις της υπ' αριθμ. 3046 / 304 / 30.01.89 απόφασης (Β 59) «Κρισιμολογικός Κανονισμός», όπως τροποποιήθηκε με την υπ' αριθμ. 49977/3068 απόφαση (Β 535).
- 11. Τις διατάξεις του άρθρου 29Α του ν. 1556/85 «Κυβέρνηση και Κυβερνητικά Όργανα» (Α 137), όπως αυτό προστέθηκε με το άρθρο 27 του ν. 2081/92 (Α 154) και τροποποιήθηκε με το άρθρο 1 παρ. 2α του ν. 2489/97 (Α 28).
- 12. Τις διατάξεις της υπ' αρ. ΔΙΔΚ/Φ 1 / 20199 «Ανάθεση αρμοδιοτήτων Υπουργού Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης στους Υφυπουργούς Εσωτερικών, Διοίκησης και Αποκέντρωσης» (Β 801).
- 13. Τις διατάξεις της υπ' αριθμ. Α 178/03/99Φ221/1996 κοινή απόφαση «Ανάθεση αρμοδιοτήτων στους Υφυπουργούς Περιβάλλοντος, Χωροταξίας, Δημοσίων Έργων Θεόδωρο Κελεσιόπουλο και Χρήστο Βερελή» (Β 1006).
- 14. Το γεγονός ότι από τις κανονιστικές διατάξεις της παρούσης απόφασης δεν προκαλείται δαπάνη σε βάρος του κρατικού προϋπολογισμού, αποφασίζουμε:

Αρθρο 1
Σκοπός

- 1. Η παρούσα απόφαση αποσκοπεί στη συμπλήρωση προς τις διατάξεις της 93/76/ΕΟΚ οδηγίας του Συμβουλίου

ου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 13ης Σεπτεμβρίου 1993 «για περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης», που έχει δημοσιευτεί στην ελληνική γλώσσα στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ειδική έκδοση στα Ελληνικά σειρά L 237 / 28 / 22.09.93), ώστε με τη λήψη των πλέον ενδεδειγμένων μέτρων να διασφαλίζεται η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων με στόχο τη σταθεροποίηση και μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και κατά επέκταση την προστασία του περιβάλλοντος.

1.1. Η βελτίωση αυτή σημαίνει μείωση στην κατανάλωση συμβατικής ενέργειας - πετρελαίου και ηλεκτρικού ρεύματος τόσο για τη θέρμανση όσο και για την ψύξη, τον αερισμό, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και το φωτισμό χωρίς να διαταράσσονται οι συνθήκες άνεσης στα κτίρια.

1.2. Για την επιλογή των ενδεδειγμένων μέτρων η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων λαμβάνονται υπόψη οι οικονομικές, κοινωνικές και πολιτιστικές συνθήκες, το κλίμα, οι τοπικές ιδιομορφίες, οι ιδιαίτερες στην παραγωγή ανθρώπογενούς περιβάλλοντος, καθώς και στόχοι επίτευξης συνθηκών θερμοτικής άνεσης, υγιεινής διαβίωσης, ποιότητας ζωητικού αέρα, κ.λ.π.

2. Η επίτευξη αυτού του στόχου πραγματοποιείται με την εκπόνηση και εφαρμογή μέτρων και προγραμμάτων στους ακόλουθους τομείς:

- Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίων,
- Τιμολόγηση των δαπανών θέρμανσης, κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης, με βάση την πραγματική κατανάλωση,
- Χρηματοδότηση εκ μέρους τρίτων των επενδύσεων για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στο δημόσιο τομέα,
- Εκπαίδευση κή θερμομόνωση των νέων κτιρίων,
- Περιοδική επιθεώρηση των λαβήτων,
- Ενεργειακές επιθεωρήσεις των πολύ ενεργειαβόρων επιχειρήσεων.

Τα μέτρα και προγράμματα αποβλέπουν:

- στη συνετή και ορθολογική χρήση των φυσικών πόρων και ιδιαίτερα των ενεργειακών,
- στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την υποκατάσταση αντίστοιχης ποσότητας συμβατικής ενέργειας,
- στην αξιοποίηση των θετικών παραμέτρων του κλίματος, όπως της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση και των δροσερών ανέμων για τη φυσική ψύξη των κτιρίων, που συμβάλλουν στην υποκατάσταση συμβατικής ενέργειας,
- στη λήψη μέτρων για την εξασφάλιση της ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια, μέσω τεχνικών και συστημάτων στο κελύφός τους και στις Η/Μ εγκαταστάσεις τους,
- στη λήψη μέτρων για την εξασφάλιση του ελέγχου εφαρμογής και την ενημέρωση των χρηστών σχετικά με τα ενεργειακά - περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά των κτιρίων, μέσω της πιστοποίησης του βαθμού ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής βαθμονόμησης των κτιρίων.

Άρθρο 2 Ορισμοί

Για την εφαρμογή της παρούσας απόφασης ορίζονται ως εξής οι παρακάτω έννοιες:

1. Ενεργειακή επίδοση κτιρίου: Είναι ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου κατά τη λειτουργία του (μέσω του κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων) για την κάλυψη σε επίσημα βάση των συνολικών ενεργειακών του απαιτήσεων για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, ζεστό νε-

ρό χρήσης και συσκευές, επιτυγχάνοντας τις αναγκαίες συνθήκες άνεσης.

2. Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίου: Είναι η διαδικασία ελέγχου και διάγνωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς κάθε κτιρίου και της πραγματοποούμενης κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη όλων των αναγκών του, καθώς και του πραγματοποούμενου βαθμού ενεργειακής απόδοσής του, στοιχεία που προκύπτουν μετά από τη διερεύνηση ενεργειακών επιθεωρήσεων ή ελέγχων.

3. Ενεργειακή επιθεώρηση ή ενεργειακή αυτοψία ή ενεργειακός έλεγχος ή ενεργειακή διάγνωση: Είναι η διαδικασία εκτίμησης και καταγραφής των πραγματικών κατανάλωσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο ή κτιριακό συγκρότημα με την υποβοήθηση προτάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων. Η ενεργειακή επιθεώρηση μπορεί, κατά περίπτωση, να είναι συνοπτική ή εκτενή.

4. Ενεργειακοί επιθεωρητές ή ελεγκτές: Είναι εξειδικευμένοι, επιστήμονες όπως καθορίζονται από τον κανονισμό ενεργειακών επιθεωρήσεων και σχετικός υπολογικός απρόσφατος που εκδίδονται από το Υπουργείο Ανάπτυξης, οι οποίοι διενεργούν ενεργειακές επιθεωρήσεις για την πιστοποίηση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων.

5. Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας κτιρίου (ΔΕΤΑ): Είναι ειδικό έντυπο στο οποίο περιγράφεται το σύνολο των ενεργειακών χαρακτηριστικών κάθε κτιρίου, είτε σύμφωνα με τα οριζόμενα από τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας βάσει του οποίου μελετάται και κατασκευάζεται κάθε νέο κτίριο είτε σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ενεργειακού ελέγχου, καθώς επίσης ο βαθμός ενεργειακής του απόδοσης και η ενεργειακή κατηγορία στην οποία κατατάσσεται.

6. Ενεργειακή βαθμονόμηση κτιρίου: Είναι η βαθμολογική κατάταξη κάθε κτιρίου, με βάση το ΔΕΤΑ που γίνεται σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ενεργειακής πιστοποίησης, στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης, σύμφωνα με τα καθοριζόμενα από τον κανονισμό ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας όρια των ειδικών ενεργειακών αποδόσεων ανά κατηγορία.

7. Ενεργειακή μελέτη: Είναι η μελέτη που εξετάζει συνολικά τις απαιτούμενες ενεργειακές ανάγκες κτιρίων ή οικισμών για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης, ώστε να εξασφαλίζεται θερμική άνεση κατά τη διάρκεια του χρόνου. Υποδεικνύει τις βέλτιστες, κατά περίπτωση, λύσεις για την εξασφάλιση των παραπάνω συνθηκών μέσω τεχνικών και συστημάτων ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας ή μέσω της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

8. Βιοκλιματικός σχεδιασμός: Είναι ο αρχιτεκτονικός και παλαιοδομικός σχεδιασμός κτιρίων και οικιστικών συνόλων αντίστοιχα που επιδιώκει την προσαρμογή του κτιρίου και του οικιστικού συνόλου στο τοπικό κλίμα και το φυσικό περιβάλλον και στοχεύει στην αξιοποίηση θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων ώστε να ελαχιστοποιεί τις ενεργειακές τους ανάγκες όλο το χρόνο και να επιτυγχάνει περιορισμό στην κατανάλωση συμβατικής ενέργειας.

9. Παθητικά ηλιακά συστήματα (Π.Η.Σ.) θέρμανσης ή δροσισμού: Είναι οι τεχνικές και κατασκευές που εμπλεκούνται στο σχεδιασμό του κτιρίου και προσαρμόζονται κατάλληλα στο κελύφός του. Τα Π.Η.Σ. διευκολύνουν στην καλύτερη εμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων, καθώς και στην αξιοποίηση των δροσερών ανέμων για τη φυσική τους ψύξη. Οι βασικές κατηγορίες των Π.Η.Σ. είναι: α) τα αμέσου ηλιακού κέρ-

ζους, όπως τα νότια ανοίγματα, β) τα εμμεσου ηλιακού κέρδους όπως ο ηλιακός χώρος - θερμοκήπιο, το ηλιακό αίθριο, ο ηλιακός τοίχος, το θερμοσιφωνικό πέτασμα, γ) τα συστήματα δροσισμού όπως τα σκίαστρα, η ηλιακή καμινάδα, η υδατινή εροφή και συστήματα αερισμού.

10. Υβριδικά συστήματα: Είναι τα παθητικά συστήματα που κάνουν χρήση και μηχανικών μέσων των οποίων η λειτουργία απαιτεί συμβατική ενέργεια πολύ μικρότερη από αυτή που εξοικονομεί το ίδιο το υβριδικό σύστημα (π.χ. ηλιακή καμινάδα με ανεμιστήρα, κ.λ.π.)

11. Ενεργητικά ηλιακά συστήματα (Ε.Η.Σ.) θέρμανσης ή δροσισμού: Είναι τα συστήματα εκείνα που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για τη θέρμανση ή το δροσισμό των κτιρίων αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια ή τις φυσικές δεξαμενές ψύξης. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ηλιακοί συλλέκτες θέρμανσης ή παροχής ζεστού νερού χρήσης, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, κ.ά.

12. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Είναι οι φυσικοί διαθέσιμοι πόροι, που υπάρχουν σε πλεονεία στο φυσικό μας περιβάλλον, που δεν εξαντλούνται αλλά διαρκώς ανανεώνονται και που δύνανται να μετατρέπονται σε ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια, όπως είναι ο ήλιος, ο άνεμος, η βιομάζα, η γεωθερμία, οι υδατοπτώσεις, η θαλάσσια κίνηση.

13. Χρηματοδότηση εκ μέρους τρίτων: Είναι η εν όλω ή εν μέρει χρηματοδότηση μιας επένδυσης ενεργειακής απόδοσης από τριτους εκτός του χρήστη της επένδυσης, με διαδικασίες απεπληρωμής που εξαρτούν την ανάκτηση του επενδεδυμένου κεφαλαίου και των παρεχόμενων υπηρεσιών των τρίτων από το οικονομικό όφελος που απολαμβάνει ο χρήστης της επένδυσης από την επιτυγχανόμενη εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας ή/και την παραγόμενη ενέργεια. Το παρεχόμενο από τους τρίτους κεφάλαιο και υπηρεσίες μπορεί να περιλαμβάνουν ενεργειακή επιθεώρηση, μελέτη, αγορά κατασκευής-εγκατάσταση εξοπλισμού, λειτουργία, συντήρηση και διαχείριση εγκαταστάσεων.

Άρθρο 3

Πεδίο εφαρμογής

Οι διατάξεις της παρούσας απόφασης αφορούν σε υφιστάμενα και νεοανγειλάμενα κτίρια και εφαρμόζονται ανάλογα με την τεχνολογία τους σύμφωνα με τη χρήση τους όπως προβλέπεται στο άρθρο 3 παράγραφος 1 του ισχύοντος κτιριοδομικού κανονισμού (ΦΕΚ 59Δ/3.2.98) δηλαδή: Κατοικία, προσωρινή διαμονή συνάθροιση κοινού, εκπαίδευση, υγεία και κοινωνική πρόνοια, σωματισμός, εμπόριο, γραφεία, βιομηχανία, βιοτεχνία.

Άρθρο 4

Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.)

1. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων εκδίδεται, σύμφωνα με το άρθρο 29 του ΓΟΚ, Κανονισμός για την Ορθολογική Χρήση και Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ), που αντικαθιστά τον ισχύοντα κανονισμό θερμομόνωσης και έχει εφαρμογή σε όλα τα νεοανγειλάμενα κτίρια για τη μελέτη και κατασκευή τους, καθώς και σε υφιστάμενα κτίρια για τη μελέτη των αναγκών επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής τους απόδοσης.

1.1. Ο ΚΟΧΕΕ επιβάλλει την εκπόνηση μελετών, όπως ενεργειακή μελέτη, για τη διαπίστωση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης, την κατάταξη των κτιρίων στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία (βαθμολογία), στοιχεία που αναγράφονται στο ειδικό έντυπο (ΔΕΤΑ).

1.2. Το ΔΕΤΑ αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της ο.κ.

δομικής άδειας του κτιρίου και είναι απαραίτητο σε όλες τις δικαιοπραξίες που καταρτίζονται για το ακίνητο

2. Οι στόχοι του ΚΟΧΕΕ είναι:

α) η εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας για τη θέρμανση, την ψύξη, τον αερισμό, τον φωτισμό και το ζεστό νερό χρήσης, με συγκεκριμένους κανόνες και διατάξεις που περιορίζουν τις ενεργειακές ανάγκες.

β) η υποκατάσταση της συμβατικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την κάλυψη μέρους ή του συνόλου των αναγκών σε ενέργεια στα κτίρια σε συνδυασμό με εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού,

γ) η εξασφάλιση υγιεινής και άνετης διαβίωσης των ενοίκων του κτιρίου με τη διατήρηση των επιπέδων θερμικής και οπτικής άνεσης, καθώς και της καλής ποιότητας εσωτερικού αέρα,

δ) η οικονομία στο κόστος κατασκευής και (αποδοτικής) λειτουργίας των εγκαταστάσεων θέρμανσης - κλιματισμού.

3. Τα περιεχόμενα του ΚΟΧΕΕ ιδίως είναι:

• Οι όροι και προϋποθέσεις για τον βέλτιστο σχεδιασμό των κτιρίων και την θερμική τους προστασία και ο κλιματισμός των ορίων θερμικής άνεσης στο εσωτερικό των κτιρίων ανά χρήση κτιρίου και κλιματική περιοχή για όλη την διάρκεια του χρόνου.

• Ανώτατα επιτρεπόμενα όρια κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας με βάση τα επιτρεπτά όρια θερμικής άνεσης και εναλλαγών του αέρα για κάθε χρήση κτιρίου.

• Κλιματικές ζώνες για όλη τη χώρα με βάση τις βιομημερές θέρμανσης και ψύξης

• Παράμετροι θερμικών απωλειών του κτιρίου, απαιτήσεις σε θερμομόνωση του κελύφους, περιορισμός των απωλειών από την ανανέωση του αέρα, μέγιστοι επιτρεπόμενοι συντελεστές θερμοπερατότητας.

• Παράμετροι θερμικών συνεισφορών στα κτίρια - εσωτερικά κέρδη σε ετήσια βάση, ηλιακά κέρδη, παθητικά ηλιακά συστήματα, θερμικό ισοζύγιο κτιρίου, απαιτούμενη συμπληρωματική ενέργεια.

• Παράμετροι για τη φυσική ψύξη του κτιρίου - ηλιοπροστασία με βλάστηση και σκίαστρα, φυσικός αερισμός, θερμική μάζα, συστήματα φυσικού δροσισμού

• Χαρακτηριστικά των υλικών κατασκευής, θερμικές ιδιότητες και ιδιότητες απορρόφησης σε υγρασία, εκπομπές ρυπαρών ουσιών κ.)...π. ως και κριτήρια επιλογής υλικών για την προστασία του ανθρώπου και του περιβάλλοντος.

• Υπολογισμοί ενεργειακών αναγκών του κτιρίου και τρόπος εκπόνησης ενεργειακής μελέτης για την απόδειξη ότι η απαιτούμενη συμβατική ενέργεια για την εύρυθμη λειτουργία του κτιρίου δεν υπερβαίνει τα μέγιστα οριζόμενα όρια ενεργειακών καταναλώσεων και ότι ο σχεδιασμός του κτιρίου και ο προβλεπόμενος εξοπλισμός του συντελούν στη μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων από συμβατικές πηγές ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

• Παράμετροι και κριτήρια για την εκπόνηση μελέτης βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιρίου ως συμπληρωματός της αρχιτεκτονικής μελέτης του κτιρίου και στοιχείου της ενεργειακής μελέτης αυτού.

• Παράμετροι για τη συμπλήρωση της μελέτης Η/Μ εγκαταστάσεων με τη μελέτη εγκατάστασης και ένταξης ΕΗΣ ή/και Φ/Β, εφόσον προβλέπονται, ως στοιχείου της ενεργειακής μελέτης του κτιρίου.

• Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων μελέτης φωτισμού - φυσικού και τεχνητού - με βάση τη χρήση του κτιρίου.

• Παραρτήματα - οδηγία για τη σύνταξη του ΚΟΧΕΕ.

• Ειδικό έντυπο ΔΕΤΑ όπου αναγράφονται τα αποτελέσματα όλων των υπολογισμών των σχετικών μελετών και όπου καταγράφεται ο σχεδιαζόμενος βαθμός ενεργειακής απόδοσης και η ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου.

• Τρόποι διενέργειας περιοδικών ενεργειακών επιθεωρήσεων για όλες τις κατηγορίες κτιρίων εκτός από τις ελεγχόμενες επιχειρήσεις.

• Σύστημα και διαδικασία ενεργειακής πιστοποίησης και βαθμονόμησης κτιρίων

• Έντυπο - πιστοποιητικό που συμπληρώνεται κατά τις περιοδικές ενεργειακές επιθεωρήσεις του άρθρου 7 της παρούσας απόφασης, όπου αναγράφονται: Η κατανάλωση ενέργειας για την θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης του κτιρίου καθώς και η ισχύς, ο τύπος και το εργοστάσιο κατασκευής του λέβητα - καυστήρα - κυκλοφορητή, της αντλίας θερμότητας, η διατομή της καμινάδας, η ύπαρξη ή μη διαφράγματος, η ύπαρξη ή μη συστημάτων αυτοαπενεώ και ελέγχου λειτουργίας των κεντρικών εγκαταστάσεων, τα αποτελέσματα των μετρήσεων καυσοερίων, η ύπαρξη ή μη μόνωσης των σωληνώσεων, ο επιλεγχοζόμενος βαθμός απόδοσης των εγκαταστάσεων τα ενδεικνυόμενα μέτρα για τη βελτίωση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης αυτών.

ε. Μέχρι την έναρξη ισχύος του ΚΟΧΕΕ εφαρμόζονται οι διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας.

Άρθρο 3

Ενεργειακή πιστοποίηση και ενεργειακή βαθμονόμηση κτιρίων

1. Καθιερώνονται υποχρεωτικές ενεργειακές επιθεωρήσεις ή ελέγχοι που διενεργούνται από ενεργειακές επιθεωρητές ή ελεγκτές με στόχο την πιστοποίηση του πραγματοποιούμενου βαθμού ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και την ορθότητα της ενεργειακής βαθμονόμησης τους σε σχέση με τα αναγραφόμενα στο Δ.Ε.ΤΑ των κτιρίων. Τα αποτελέσματα της πιστοποίησης αναγράφονται επί του Δ.Ε.ΤΑ του κτιρίου και σφραγίζονται ουσουόμενα με την ημερομηνία διενέργειας του σχετικού ελέγχου.

2. Οι κυριοί όλων των κτιρίων που κατασκευάζονται σύμφωνα με τον ΚΟΧΕΕ υποχρεούνται με ευθύνη τους να μεριμνήσουν για την διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων ή ελέγχων της προηγούμενης παραγράφου, μετά από ένα χρόνο από την λειτουργία των κτιρίων και οπωσδήποτε όχι περὶν των δύο ετών από την αποπεράτωση τους.

2.1. Εφόσον, μετά τη διενέργεια ενεργειακής επιθεωρήσεως πιστοποιείται ότι η πραγματική κατηγορία ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου είναι κατώτερη αυτής που αναγράφεται ως σχεδιαζόμενη επί του Δ.Ε.ΤΑ του κτιρίου, οι αναφερόμενοι ως υπεύθυνοι στην παράγραφο 4 του άρθρου 17 του Ν. 1337/83, όπως ισχύει, υποχρεούνται να προβούν στις αναγκαίες επεμβάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου σε βαθμό που αυτή να εντάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία που προβλέπεται από την συγκεκριμένη μελέτη-σχεδιασμό του κτιρίου και αναγράφεται επί του ΔΕΤΑ του κτιρίου, άλλως υπάκνουν στις κυρώσεις που προβλέπονται από το άρθρο 17 του ως ανω νόμου.

3. Στα προκειστάμενα του ΚΟΧΕΕ κτίρια είναι δυνατό οι κυριοί των ακινήτων είναι δυνατό να εφαρμόζονται τεχνικές και συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στο κέλυφος, στις ΗΜ εγκαταστάσεις και στον περιβάλλοντα χώρο ή να εφαρμόζουν συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, για την καλύτερη ενεργειακή επίδοση των κτιρίων. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να δοθούν κίνητρα

για την εξοικονόμηση ενέργειας σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 6 του ν. 1512/85 και των εκτελεστικών του διαταγμάτων.

3.1. Οι ενεργειακές επιθεωρήσεις και ελεγκτικές παραγράφου 1 δύνανται να διενεργούνται και σε υφιστάμενα κτίρια του άρθρου 3 της παρούσας, και πάντως διενεργούνται υποχρεωτικά με ευθύνη των εχόντων τη νομιμή κυριότητα των ακινήτων μέσα σε έξι (6) τα πολύ χρόνια από την ισχύ του ΚΟΧΕΕ, προκειμένου να πιστοποιηθεί ο βαθμός ενεργειακής τους απόδοσης και να καταταγούν στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία, στοιχεία που αναγράφονται επί του Δ.Ε.ΤΑ του κτιρίου.

Άρθρο 6

Περιοδική ενεργειακή επιθεώρηση ενεργειακών επιχειρήσεων

Σε υφιστάμενα κτίρια ή κτηριακά συγκροτήματα επιχειρήσεων που έχουν ιδιαίτερα υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις, λόγω του μεγέθους και όγκου τους, της λειτουργίας ή της χρήσης τους, όπως είναι, αριθμημένα ειδή βιομηχανιών, νοσοκομεία και κλινικές, συγκροτήματα γραφείων, εμπορικών κέντρων, μεγάλα ξενοδοχειακά συγκροτήματα, εκτός των ενεργειακών ελέγχων που διενεργούνται υποχρεωτικά άπαξ για την πιστοποίηση της ενεργειακής τους απόδοσης και την κατατάξη τους σε αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία, διενεργούνται περιοδικές επιθεωρήσεις σύμφωνα με τον τρόπο και τις προϋποθέσεις που ορίζονται:

α) από τον ΚΟΧΕΕ.

β) από ειδικές διατάξεις που θεσπίζονται από το Υπουργείο Ανάπτυξης για τη ρύθμιση του είδους και του μεγέθους των υπόχρεων επιχειρήσεων και του αντικείμενου και περιοδικότητας των ενεργειακών επιθεωρήσεων.

γ) από τον κανονισμό ενεργειακών επιθεωρήσεων που θεσπίζεται από το Υπουργείο Ανάπτυξης,

δ) από άλλες ειδικές διατάξεις.

Άρθρο 7

Ενεργειακές επιθεωρήσεις κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, παραγωγής ζεστού νερού χρήσης:

1. Πέραν της υποχρεωτικής επίσης συντήρησης του συστήματος καυστήρα - λέβητα, όπως προβλέπεται στις τις κείμενες διατάξεις, διενεργείται υποχρεωτική περιοδική ενεργειακή επιθεώρηση, με ευθύνη των εχόντων την κυριότητα ή τη νομιμή των ακινήτων ή οριζοντίων ιδιοκτησιών, σε κεντρικές εγκαταστάσεις θέρμανσης ονομαστικής ισχύος μεγαλύτερης των 15 kw, σε κεντρικές εγκαταστάσεις ψύξης ισχύος άνω των 8.0 kw και σε κεντρικά ηλιακά ή άλλα συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, με στόχο τη λήψη των αναγκαίων μέτρων βελτίωσης του βαθμού της ενεργειακής τους απόδοσης.

1.1. Μετά το πέρας της περιοδικής αυτής ενεργειακής επιθεωρήσεως πιστοποιείται από τον εκάστοτε αρμόδιο η καλή λειτουργία των κεντρικών εγκαταστάσεων και συμπληρώνεται ειδικό έντυπο - πιστοποιητικό, όπου αναγράφονται το σύνολο των ενεργειακών χαρακτηριστικών του συστήματος των κεντρικών εγκαταστάσεων.

1.2. Τα ανωτέρω πιστοποιητικά των συστημάτων κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσης κατατίθενται με ευθύνη των εχόντων τη νομιμή κυριότητα ή τη χρήση ακινήτων, στις κατά τόπους αρμόδιες υπηρεσίες Περιβαλλοντος του ΥΠΕΧΩΔΕ ή του Νομού ή σε άλλα αρμόδια τοπικά ή περιφερειακά όργανα, εξουσιοδοτημένα προς τούτο με απόφαση Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ, όπου θα τηρείται σχετικό αρχείο.

1.3. Οι περιοδικές αυτές ενεργειακές επιθεωρήσεις διε-

νεργούνται σε τικτά χρονικά διαστήματα, που δεν μπορεί να είναι μικρότερα του εξαμήνου ή μεγαλύτερα της δετίας. Το χρονικό αυτό διάστημα καθορίζεται με απόφαση του Υπουργού ΠΕΧΩΔΕ, με βάση τα στατιστικά στοιχεία του θε προκύψουν από την επεξεργασία των υποβαλλόμενων πιστοποιητικών.

1.4. Τα πρώτα πιστοποιητικά υποβάλλονται στις αρμόδιες υπηρεσίες το αργότερο μέσα σε ένα (1) χρόνο από την ισχύ της παρούσας απόφασης.

2. Για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης ψύξης, αερισμού, παραγωγής ζεστού νερού και φωτισμού χρησιμοποιούνται κατάλληλα συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου, ή / και εφαρμόζονται τεχνικές και συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας, όπως ενδεικτικά αναφέρονται παρακάτω:

α) Συστήματα ρύθμισης και προσαρμογής της λειτουργίας του λέβητα σε συνθήκες μερικού φορτίου, σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος, ή τη θερμοκρασιακή διαφορά περιβάλλον χώρου-θερμαινόμενος χώρος, που για την περίπτωση μενάλων θερμικών φορτίων μπορεί να γίνεται σε συνδυασμό με τριόδη ή τετράοδη βάνα.

β) Συστήματα ρύθμισης με θερμοστάτες εσωτερικού χώρου σε συνδυασμό με υδροστατές ελέγχου λειτουργίας του καυστήρα ιδιαίτερα όταν πρόκειται για μικρές και αυτόνομες εγκαταστάσεις.

γ) Θερμοστατικοί διακόπτες ανά θερμιαντικό σώμα, άνω των 300 kcal/h.

δ) Άλλα συστήματα διακοπής λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης με τη βοήθεια θερμοστάτη εξωτερικού περιβάλλοντος.

ε) Συστήματα αυτόματου ηλεκτροκίνησης διαφράγματος στη βάση της κλινοδόχου, εφόσον ο λέβητας δεν διαθέτει διάφραγμα διακοπής εκκυσμού.

στ) Θερμιδομετρητές σε κάθε θερμιαντικό σώμα ή τοποθέτηση θερμιδομετρητών ίδιου τύπου στα λονοσωλήνια συστήματα θέρμανσης (αυτονομίες).

ζ) Θερμομόνωση σωληνώσεων και αεραγωγών των δικτύων θέρμανσης, ψύξης, των λεβήτων και καμινάδων.

η) Αντλίες θερμότητας μηχανικής συμπίεσης και απορρόφησης.

θ) Μετατροπή ψυκτών από αερόψυκτους σε υδρόψυκτους.

ι) Τεχνικές και συστήματα αυτοματισμού για τον τεχνητό φωτισμό για τη ρύθμιση του χρόνου λειτουργίας και της έντασής του σε συνάρτηση με τον υπάρχοντα φυσικό φωτισμό.

ια) Λαμπτήρες φθορισμού ή άλλου τύπου υψηλής ενεργειακής απόδοσης σε αντικατάσταση των λαμπτήρων πυκνωσέως.

3.1. Για την εξοικονόμηση ενέργειας και την υποκατάσταση συμβατικών μορφών ενέργειας είναι δυνατό να χρησιμοποιούνται δοκίμια συστήματα που αξιοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.), όπως την ηλιακή ενέργεια, την ενέργεια από γεωθερμία ή καύση βιομάζας, την ενέργεια από ανέμους, υδροπτώσεις, καθώς και τη χρήση άλλων πηγών ενέργειας που είναι φιλικές προς το περιβάλλον, όπως ενδεικτικά αναφέρονται.

α) Ενεργειακά ηλιακά συστήματα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης ή θέρμανσης.

β) Φ/Β στοιχεία για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική.

γ) Αξιοποίηση της γεωθερμίας υψηλής και χαμηλής εντάσεως για θέρμανση, καθώς και για ψύξη με αντλίες θερμότητας απορροφητικού τύπου.

δ) Ανεμογεννήτριες για αξιοποίηση της βιοκλιμικής ενέργειας με τη μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια.

ε) Συστήματα τηλεθέρμανσης, τζάκια καύσης βιομάζας (στη χρήση αέριων καυσίμων όπως το φυσικό αέριο).

Άρθρο 8

Κτίρια Δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα.

1. Στα κτίρια του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα επιβάλλεται να γίνουν, με ευθύνη των φορέων που στεγάζονται σε αυτά, επεμβάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής τους επίδοσης μέσα σε χρονικό διάστημα τεσσάρων (4) χρόνων από την ισχύ της παρούσας απόφασης. Για την πραγματοποίηση επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας επιτρέπεται η αξιοποίηση της τεχνικής της χρηματοδότησης εκ μέρους τρίτων.

2. Όλοι οι φορείς του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα, με αποκλειστική τους ευθύνη, υποχρεούνται σε χρονικό διάστημα ενός (1) έτους από την ισχύ της παρούσας απόφασης, να προγραμματίσουν και να οργανώσουν κεντρικά τη λειτουργία Γραφείου ή Τμήματος Ενεργειακής Διαχείρισης (Γ.Ε.Δ) των κτιρίων που χρησιμοποιούν, να καθορίσουν τον τρόπο και τη διαδικασία στελέχωσής του, τις αρμοδιότητες του Γ.Ε.Δ και να ορίσουν ανά κτίριο ενεργειακό υπεύθυνο.

2.1. Το υπαλληλικό δυναμικό των Γ.Ε.Δ καθορίζεται ανάλογα με τις λειτουργικές ανάγκες του συνόλου των κτιρίων του φορέα, το συνολικό υπαλληλικό δυναμικό, την ωφέλιμη επιφάνεια και όγκο του συνόλου των κτιρίων και λοιπά στοιχεία. Ορίζεται ως προϊστάμενος του Γ.Ε.Δ Μηχανικός κατηγορίας ΠΕ σχετικής με το αντικείμενο ειδικότητας ή ΤΕ εφόσον δεν υπάρχει αντίστοιχος Π.Ε. Οι αρμοδιότητες του εν λόγω Γραφείου ή Τμήματος είναι ενδεικτικά οι παρακάτω:

α) Συλλογή στοιχείων για την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος (σε kWh και δραχμές), αρχής γενομένης από την 1-01-1992.

β) Τήρηση αρχείου ή τράπεζας δεδομένων για τις ενεργειακές καταναλώσεις και την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου ή των κτιρίων του φορέα.

γ) Μέριμνα για την τοκτική ενεργειακή καταγραφή και έλεγχο, ως και την εξαγωγή συγκεκριμένων συμπερασμάτων.

δ) Καταγραφή στοιχείων της πραγματοποιημένης χρήσης του ή των κτιρίων (χρήση, λειτουργία εγκαταστάσεων και συσκευών, επσημάνση προβλημάτων συντήρησης κ.ά.). Συσχέτιση ενεργειακών καταναλώσεων με τα προβλήματα λειτουργίας κτιρίου ή κτιρίων.

ε) Χρονικός και Οικονομικός Προγραμματισμός των αναγκαίων επεμβάσεων ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας, εξασφάλιση πόρων.

στ) Προγραμματισμός σχετικά με τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων ή ελέγχων και την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης για την καταγραφή της ενεργειακής συμπεριφοράς κτιρίου ή κτιρίων.

ζ) Παρακολούθηση, επίβλεψη έργων συντήρησης ή επισκευών για εξοικονόμηση ενέργειας.

η) Παρακολούθηση της λειτουργίας των κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης - ψύξης. Έλεγχος και ευθύνη διενέργειας της περιοδικής συντήρησης των λεβήτων-καυστήρων.

θ) Προϋπολογισμός κόστους αναγκαίων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας και κατανόηση των αναγκαίων δαπανών στον ετήσιο προϋπολογισμό των δημοσίων επενδύσεων του φορέα.

ι) Μέριμνα για την εξασφάλιση απορρόφησης ειδικών πιστώσεων κοινοτικής ή εθνικής προέλευσης για εξοικονόμηση ενέργειας.

κ) Γνωμάση των διαδικασιών για την εφαρμογή συνολικών επεμβάσεων βελτίωσης του βαθμού της ενεργειακής απόδοσης, ιδιαίτερα σε δημόσια κτίρια Υγείας-Περιθαλψής (Νοσοκομεία, Κλινικές, κ.λπ.) μέσω της Χρηματοδότησης Εκ Μέρους Τρίτων, της χρηματοδοτικής Μίσθωσης, ή άλλων χρηματοδοτικών μηχανισμών που εξασφαλίζουν τη χρηματοδότηση ανάλογων επενδύσεων από το οικονομικό όφελος που προκύπτει λόγω της επιτυγχανόμενης εξοικονόμησης ενέργειας.

λ) Καθορισμός των πρωτογενών πλήρως θερμικών που κόνονται αναγκαίες να συλλέγονται ανά κτίριο από τον κάθε ενεργειακό υπεύθυνο και συγκέντρωση αυτών κεντρικά προς επεξεργασία

μ) Συντονισμός των αναγκαίων δράσεων και παροχή οδηγιών προς τους ενεργειακούς υπευθύνους των κτιρίων του φορέα.

2.2. Σε υφιστάμενα κτίρια γραφείων που μισθώνονται από το Δημόσιο για τη στέγαση υπηρεσιών του και εφόσον δεν συναινεί ο ιδιοκτήτης για την εφαρμογή συνολικών επεμβάσεων, προωθείται η εφαρμογή τουλάχιστον απλών τεχνικών και συστημάτων που αποσκοπούν στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση ενέργειας, όπως ενδεικτικά αναφέρονται παρακάτω:

α) ρύθμιση των θερμοκρασιών εσωτερικού χώρου, ώστε να μη υπερβαίνουν τα όρια που θέτει ο Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.,

β) βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κεντρικών εγκαταστάσεων, με κατάλληλη ρύθμιση ή/και χρήση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας,

γ) περιορισμός θερμικών απωλειών από το κελυφός με την αεροστεγανοποίηση των εξωτερικών ανοιγμάτων,

δ) βελτίωση ή αλλαγή των υφιστάμενων ηλιοπροστατευτικών πετασμάτων ή προσθήκη σκιάστρων, τοποθέτηση ανεμιστήρων δροσής για τον περιορισμό της χρήσης των κλιματιστικών,

ε) χρήση του νυχτερινού αερισμού για τα κτίρια, όπου αυτό είναι δυνατό,

στ) βελτίωση οργάνωση του φωτισμού με τρόπο ώστε να μη γίνεται αποπάλη και προγραμματισμός της αντικατάστασης των λαμπτήρων πυρακτώσεως από λαμπτήρες φθορισμού ή άλλους υψηλής απόδοσης και μακράς διάρκειας ζωής (λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας),

ζ) Διαμόρφωση ενισικού μικροκλίματος στον περιβάλλοντα τα κτίρια χώρο, με ειδική φύτευση και κατάλληλες διαμορφώσεις.

2.3. Σε κτίρια γραφείων που ιδιοκτησιακά ανήκουν στο Δημόσιο, εφαρμόζονται οπωσδήποτε οι αναγκαίες επεμβάσεις βελτίωσης του βαθμού ενεργειακής απόδοσης, που προκύπτουν από ενεργειακή επιθεώρηση ή έλεγχο ή/και από ενεργειακή μελέτη και αξιοποιείται η τεχνική της χρηματοδότησης εκ μέρους τρίτων.

2.4. Προτεραιότητα στην εφαρμογή επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας έχουν κτίρια του ευρύτερου δημόσιου τομέα που είναι ενεργειακά είτε λόγω των ιδιαίτερων λειτουργικών αναγκών τους είτε λόγω της χρήσης τους, όπως είναι τα νοσοκομεία, τα ξενοδοχεία, τα αθλητικά κέντρα, οι στρατώνες, τα σωφρονιστήρια, καθώς και κτίρια που λόγω της χρήσης τους συμβάλλουν στην εκπαίδευση νέων και στην ευαισθητοποίηση του κοινού, όπως είναι τα σχολικά κτίρια, τα εν γένει εκπαιδευτήρια, ερευνητικά κέντρα, κ.λπ.

3. Οι Τεχνικές υπηρεσίες του Δημοσίου που έχουν στην ευθύνη τους τη μελέτη, δημοπράτηση και επίβλεψη κατασκευής νέων κτιρίων για τη στέγαση υπηρεσιών υπουργείων, οργανισμών, δημοτικών κτιρίων, νοσοκομείων, κτιρίων υγείας- περιθαλψής, κτιρίων εκπαίδευσης όλων των βαθμίδων, αθλητικών εγκαταστάσεων, στρατώνων, σωφρονιστικών κτιρίων, ή άλλων κοινωφελών κτιρίων, καθώς

και αυτές που συντάσσουν ανάλογες προδιαγραφές, υπαχθούν να αναπροσαρμόσουν εντός ενός έτους από την ισχύ του ΚΟΧΕΕ τις προδιαγραφές τους αλλά και τις διαδικασίες ανάθεσης και δημοπράτησης.

4. Σε όλα τα υφιστάμενα κτίρια υγείας- περιθαλψής, που ανήκουν ιδιοκτησιακά στον ευρύτερο δημόσιο τομέα, με προτεραιότητα στο Νοσοκομεία, που είναι από τα πλέον ενεργειακά κτίρια, επιβάλλεται, με ευθύνη του φορέα που οφείλει τη διαδικασία υπάγονται, ο προγραμματισμός και η προώθηση εφαρμογής συνολικών μέτρων ασφαλογικής χρήσης, διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας, τόσο για τις κεντρικές εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, αερισμού, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, όσο και για το κελυφός των κτιρίων, με στόχο τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας, συνεξετάζοντας και την οικονομικά αποδοτική δυνατότητα της υποκατάστασης συμβατικών πηγών ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Εξετάζεται, κατά προτεραιότητα, η δυνατότητα χρήσης κεντρικών ενεργειακών ηλιακών συστημάτων για την παραγωγή του ζεστού νερού χρήσης και η συμπαραγωγή ή ηλεκτρισμού - θερμότητας με χρήση φυσικού αερίου.

5. Για την πραγματοποίηση επενδύσεων ενεργειακής απόδοσης μέσω της τεχνικής της χρηματοδότησης εκ μέρους τρίτων που προβλέπεται στην παράγραφο 1, προκηρύσσεται εκδήλωση ενδιαφέροντος, όπου πιθανότα, σαφείς προδιαγραφές τόσο ως προς την εξειδίκευση και εμπειρία, τα απαιτούμενα προσόντα της εταιρείας, τον τεχνολογικό εξοπλισμό της, όσο και ως προς τον τρόπο και τους όρους αποπληρωμής της αναγκαίας επένδυσης, μέσω της επιτυγχανόμενης εξοικονόμησης ενέργειας, στα πλαίσια των καμένων διατάξεων.

5.1. Οι εταιρείες που αναλαμβάνουν επενδύσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης με το μηχανισμό της χρηματοδότησης από τρίτους, συνάπτουν με το Δημόσιο ειδικές συμβάσεις, όπου περιγράφεται επακριβώς το αντικείμενο των εργασιών, ο χαρακτήρας των επεμβάσεων, το είδος και ο τρόπος εφαρμογής των τεχνικών και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας, το συνολικό κόστος των εργασιών και του εξοπλισμού με αναλυτικό προϋπολογισμό το ποσοστό της αναμενόμενης εξοικονόμησης ενέργειας και άλλες αναγκαίες λεπτομέρειες, καθώς και ο χρόνος αποπληρωμής των επενδύσεων που θα εξασφαλίζεται από την επιτυγχανόμενη εξοικονόμησης ενέργειας. Οι εταιρείες αυτές έχουν την ευθύνη της διενέργειας των αναγκαίων ενεργειακών ελέγχων και μετρήσεων για την ενεργειακή καταγραφή της κατάστασης των κτιρίων και την ευθύνη του προγραμματισμού και της εφαρμογής των πλέον απαραίτητων και εφ'εξοχότατων τεχνικών και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Άρθρο 9

Ενημέρωση Επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων

1. Κάθε δύο (2) χρόνια από την έναρξη ισχύος της παρούσας απόφασης, η αρμόδια υπηρεσία του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων υποβάλλει προς την Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων έκθεση για τα σχέδια δράσης, τα προγράμματα και εν γένει την επιλεγείσα δέσμη μέτρων για την εφαρμογή της παρούσας απόφασης. Επιπλέον, με αίτημα της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, η αρμόδια ως άνω υπηρεσία προβαίνει σε αιτιολόγηση του περιεχομένου των προαναφερθέντων μέτρων, λαμβάνοντας υπόψη τις δυναμικές βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης, της σχέσης κόστους/αποτελεσματικότητας, της τεχνικής σκοπιμότητας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

1.4. Επίσης υποβάλλεται έκθεση σχετικά με την αποτελεσματικότητα των μέτρων που έχουν ληφθεί για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Ανακοινώνονται στην εν λόγω Επιτροπή οι διατάξεις εθνικού δικαίου και άλλα μέτρα ή προγράμματα που θεσπίζονται στον τομέα των κτιρίων και που συνεισφέρουν στον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

2. Το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων συνεργάζεται με το Υπουργείο Ανάπτυξης και άλλους συναρμόδιους φορείς για τη συλλογή όλων των στοιχείων της παραγράφου 1 και συντονίζει τις διαδικασίες ελέγχου εφαρμογής και παρακολούθησης του βαθμού και ταχύτητας υλοποίησης των μέτρων που επιβάλλονται, με την παρούσα απόφαση.

3. Την ευθύνη του ελέγχου και παρακολούθησης της εφαρμογής του συνόλου των ρυθμίσεων και μέτρων που θεσπίζονται με την παρούσα απόφαση, την καταγραφή της περιβαλλοντικής και ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων και των οικιστικών συνόλων της χώρας έχει το Γραφείο Ενεργειακής Διαχείρισης του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων που συστήνεται με απόφαση Υπουργού, το οποίο εισηγείται αρμοδίως για τη λήψη συμπληρωματικών μέτρων και την προώθηση θεσμικών και άλλων ρυθμίσεων.

Άρθρο 10

1. Η ισχύς των διατάξεων της παρούσας απόφασης αρχίζει από η δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Η παρούσα απόφαση να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα 30 Ιουλίου 1998

ΥΠΟΥΡΓΟΙ	
ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΕΣΤΕΡΝΩΝ, ΔΗΜΟΣΙΑΣ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗΣ & ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΣΤΑΥΡΟΣ ΜΠΕΝΟΣ	ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΓΙΑΝΝΟΣ ΠΑΠΑΝΤΩΝΙΟΥ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΒΑΣΩ ΠΑΠΑΔΗΡΕΟΥ	ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΚΩΣΤΟΠΟΛΟΣ

Αριθ. Δ5/5027, 5104

Αποφ. άδειας ίδρυσης των Ιστί(μ)νων προς τα Δημόσια Σχολεία, Ιδιωτικών Σχολείων, Νηπιαγωγείου, Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου της Ο.Ε. «ΛΥΚΕΙΟ Ο ΚΟΡΑΗΣ».

Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του Ν. 682/77 (ΦΕΚ 244/τ.Α'/77) «Περί Ιδιωτικών Σχολείων Γενικής Εκπαίδευσης και Σχολικών Οικοτροφείων» σε συνδυασμό με τις διατάξεις του Α.Ν. 2545/1940 (ΦΕΚ 287/τ.Α'/1940) περί Ιδιωτικών Σχολείων.

2. Το αριθμ. 164/1.12.1905 διάταγμα με το οποίο χορηγήθηκε άδεια ίδρυσης ιδιωτικού Σχολείου στον Ιωάννη Πετρίδαρη, με την επωνυμία «Ο ΚΟΡΑΗΣ».

3. Το από 25.5.1912 Β.Δ. (ΦΕΚ 160/τ.Α'/1912) με το οποίο αναγνωρίστηκε ως ιδίωμα προς τα Δημόσια Σχολεία το Ιδιωτικό Σχολείο που λειτουργούσε στο Ηράκλειο Κρήτης με την ανωτέρω επωνυμία.

4. Το Ν.Δ. 382/1989 με το οποίο επαναφέρεται η ισχύς της ανωτέρω Ιδιωτικού Σχολείου προς τα Δημόσια.

5. Το αριθμ. 153/10.10.1980 ιδιωτικό συμφωνητικό σύστασης Ο.Ε. με τον τίτλο «ΛΥΚΕΙΟ Ο ΚΟΡΑΗΣ» των κληρονόμων Ιωάννη και Αικατερίνης Πετρίδαρη, όπως τρο-

ποποιήθηκε με το αριθμ. 174/29.6.1983 όμοιο, ως και το αριθμ. 464/19.9.1996 συμφωνητικό αναζήτηση της ως άνω εταιρείας.

6. Την από 27.4.1998 καταγγελία του πληρεξούσιου δικηγόρου της Ο.Ε. με την επωνυμία «ΛΥΚΕΙΟ Ο ΚΟΡΑΗΣ» με την οποία λήγεται η εταιρεία αυτή και τίθεται υπό εκκαθάριση.

7. Το αριθμ. 2888/28.5.1998 πιστοποιητικό του πρωτοδικείου Ηρακλείου Κρήτης, το οποίο πιστοποιεί ότι η ως άνω εταιρεία κατηγγέλη εξώδικα.

8. Τις αριθμ. 1354/10.5.1998, 2318/2.5.98 αιτήσεις της υπό εκκαθάριση Ο.Ε. με την επωνυμία «ΛΥΚΕΙΟ Ο ΚΟΡΑΗΣ Ο.Ε.» με έδρα το Ηράκλειο Κρήτης, νομίμως εκπροσωπούμενης από τους εκκαθαριστές Εύα Λασιθιωτάκη συζ. Αλ. Μακατούνη και Άνν - Μαρή Δημοπούλου με την οποία ζητείται η κατόρθωση του Νηπιαγωγείου, Δημοτικού, Γυμνασίου και Λυκείου.

9. Τα πρακτικά συζήτησής των εταιρειών του ΛΥΚΕΙΟΥ «Ο ΚΟΡΑΗΣ» της 24.3.1998.

10. Την αριθμ. ΠΕ.Ο. 17.1/2728/28.7.97 απόφαση ανανέωσης ίδρυσης των ως άνω Ιστί(μ)νων σχολείων.

11. Το αριθμ. 1576/21.7.98 έγγραφο του Νομικού Συμβούλου.

12. Την αριθμ. ΣΤ5/33/9.10.1996 απόφαση μεταβίβασης αρμοδιοτήτων στον Υφυπουργό του ΥΠΕΠΘ (ΦΕΚ 937/τ.Β'/14.10.1996), αποφασίζουμε:

Άιρούμε από το σχολικό έτος 1998-99 τις άδειες ίδρυσης και λειτουργίας των ιδιωτικών σχολείων της ομόρρυθμης εταιρείας με την επωνυμία «ΛΥΚΕΙΟ Ο ΚΟΡΑΗΣ Ο.Ε.» νηπιαγωγείου, δημοτικού, γυμνασίου και λυκείου, τα οποία ήταν αναγνωρισμένα ως ισότιμα προς τα δημόσια σχολεία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και λειτουργούσαν στην περιοχή του Δήμου Ηρακλείου Κρήτης.

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Αθήνα 5 Αυγούστου 1998

Ο ΥΠΟΥΡΓΟΣ
ΙΩΑΝΝΗΣ ΑΝΘΟΠΟΥΛΟΣ

Αρ.θ. 5140

(3)

Προσάφιση ναύλου επιβατών και οχημάτων στην τοπική νρεμμή Χίου - Ονουσσών.

Ο ΓΕΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΑΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του άρθρου 178 παρ. 2 του ΝΔ 197/73 (ΦΕΚ 261/Α/73) περί «Κώδικα Δημοσίου Ναυτικού Δικαίου».

2. Το Ν. 2503/97 (ΦΕΚ 107/Α/30.5.1997) «Διοίκηση, οργάνωση, στελέχωση της Περιφέρειας κ.λπ.».

3. Την αριθμ. 1483/29.10.1997 (ΦΕΚ 1010/Β/14.11.1997) απόφαση του Γενικού Γραμματέα Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου «Για τη μεταβίβαση δικαιώματος υπογραφής στη Διεύθυντρια της Διεύθυνσης Τοπικής Αυτοδιοίκησης και Διοίκησης Νομού Χίου».

4. Την αριθμ. 1321.1Α/01/96/28.5.96, απόφαση ΥΕΝ/ΔΘΣ-20 «Περί καθορισμού ναύλων επιβατών ακτοπλοίας».

5. Την ΟΠ: 12/1346/05-96 Διαταγή ΥΕΝ/ΔΘΣ-20

6. Την με αριθμ. Πρωτ. 1321.1/11/94/25.11.94 Δ/νη ΥΕΝ/ΔΘΣ-20 για στραγγυλοποίηση μικτών ναύλων επιβατών και οχημάτων σε τοπικές γραμμές.

7. Την με αριθμ. Πρωτ. 13546/18.3.1998 εγκύκλιο Ν.Α.Τ. αποφασίζουμε:

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Ελένη Ανδρεαδάκη – Χρονάκη, Βιοκλιματική, Αρχιτεκτονική και Παθητικά - Ηλιακά Συστήματα University Studio Press

[2] Μιχάλης Παπαδόπουλος, Κλειώ Αξαρή, Ενεργειακός Σχεδιασμός και Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Κτιρίων, Εκδοτικός όμιλος αδελφών Κυριακίδη Α.Ε. Θεσσαλονίκη (1995).

[3] Π. Χαρώνη, Αναλώσιμες Πηγές Ενέργειας Ι, Ηλιακά Παθητικά Θερμοκήπια. Ίων (1988).

[4] Ευθύμιος Η. Βαζαίος, Εφαρμογές της Ηλιακής Ενέργειας Υπολογισμός και Σχεδίαση Συστημάτων (1987)

[5] Σπύρου Ν. Χαλικιά, Θέρμανση – Ψύξη – Αερισμός. Ο.Ε.Δ.Β. (1997)

[6] ASHRAE Handbook – Fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Atlanta, GA (1989).

[7] John A. Duffie, William A. Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley 1980.

[8] Balcomb, J. D., D. Barley, R. D. McFarland, J. Perry, W. D. Wray and S. Noll, Passive Solar Design Handbook, Vol.2, U.S. Department of Energy, Washington, DC, Report No. DOE/CS-0127/2 (1980).

[9] Balcomb, J. D., R. W. Jones, C. E. Kosiewicz, G. S. Lazarus, R. D. McFarland, and W. D. Wray, Passive Solar Design Handbook, Vol.3, American Solar Energy Society, Boulder, CO (1983a).

[10] Balcomb, J. D., R. W. Jones, R. D. McFarland, and W. O. Wray, Passive Solar J., 1, 67 (1983b).

[11] Balcomb, J. D., R. W. Jones, R. D. McFarland, W. O. Wray, D. Barley, C. E. Kosiewicz, G. S. Lazarus, J. Perry and G. Schoenau, Passive Solar Heating Analysis – A Design Manual, ASHRAE, Atlanta, GA (1984)

[12] McFarland, R. D., Los Alamos National Laboratory Report LA-7433-MS (1978). PASOLE: A General Simulation Programme for Passive Solar Energy.

[13] Klein, S. A., Solar Energy, (1979). Calculation of the Monthly – Average Transmittance – Absorptance Product.

[14] Σ. Καπλάνης, Ήπιες Μορφές Ενέργειας Α και Β τόμοι. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολογίας. Πάτρα (1995).

[15] «Methode 5000», Claux, P., Franca, J. P., Gilles, R., Pessoa, A., Pouget, A., Raoust, M., PYC Edition, France, (December 1982)

[16] Κώστα Στεφ. Τσίπηρα , Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτηρίων. Εκδόσεις πSystems International ΑΕ.

[17] Passive Solar Heating European Commission 1995

[18] Πελεκάνος Α. και Παπαχριστόπουλος Κ., Σύνταξη Πινάκων Μετεωρολογικών Στοιχείων για Ηλιακές Εφαρμογές των Κυριοτέρων Πόλεων της Ελλάδος. Πρακτικά Α΄ Συνεδρίου "Ήπιες Μορφές Ενέργειας", ΜΕΤ 41 Θεσσαλονίκη 1982.