

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ  
ΚΤΗΡΙΟΥ ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ  
(ΚΕΝΑΚ) ΕΚΘΕΣΗ  
ΣΗΣ

# ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



## ΦΟΙΤΗΤΕΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΣΤΑΥΡΟΣ ΔΕΜΙΡΤΖΟΓΛΟΥ

ΑΡΙΘΜΟ ΜΗΤΡΩΟΥ: 27934

ΕΞΑΜΗΝΟ ΦΟΙΤΗΣΗΣ: 21<sup>ο</sup>

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΑΡΓΥΡΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ-ΗΡΑΚΛΗΣ

ΑΡΙΘΜΟ ΜΗΤΡΩΟΥ: 29967

ΕΞΑΜΗΝΟ ΦΟΙΤΗΣΗΣ: 18<sup>ο</sup>

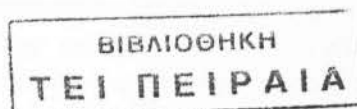
Ο ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ. ΚΩΝ/ΝΟΣ Π. ΜΟΥΣΤΡΗΣ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την ενεργειακή μελέτη κτηρίου και την βαθμονόμηση σύμφωνα με τον κανονισμό ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων ΚΕΝΑΚ. Στόχος μας είναι, να είμαστε σε θέση να βελτιώσουμε ενεργειακά ένα νέο κτήριο σύμφωνα με τις δυνατότητες του ΚΕΝΑΚ οι οποίες περιλαμβάνουν προτάσεις βιοκλιματικού σχεδιασμού, ηλιακά θερμικά κέρδη, βελτίωση των δομικών στοιχείων για καλύτερη μόνωση και λιγότερες απώλειες, διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου για την βελτίωση του μικροκλίματος επιτυγχάνοντας μία θερμική άνεση στο εσωτερικό του κτηρίου. Η βελτιώσεις αυτές μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση του κτηρίου καθώς και τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα.

## ABSTRACT

This essay deals with the building energy efficiency analysis and energy calibration according to the Regulation of Energy Efficiency in Buildings (REEB). Our goal is the improvement of a building's energy efficiency following the REEB suggestions, such as bioclimatic design, solar thermal benefits, improvement of the structural components for a better insulation and less losses, microclimate improvement by forming properly the building's surroundings and so gaining a thermal comfort in the building's interior. Such improvements can reduce the building energy consumption and the carbon dioxide emissions.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....	5
1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΚΕΝΑΚ.....	5
1.1.1. Τι είναι ο Κ.Ε.Ν.Α.Κ .....	5
1.1.2. Ενεργειακή απόδοση.....	5
1.1.3. Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης.....	5
1.1.4. Κανονισμοί ΤΟΤΕΕ.....	6
1.1.5. Χωροθέτηση κατοικίας στο οικοπέδο .....	7
1.1.6. Κλιματική Ζώνη.....	9
1.1.7. Προδιαγραφές κτιριακού κελύφους σύμφωνα με τον Κ.Ε.Ν.Α.Κ. ....	10
1.1.8. Προδιαγραφές Δομικών υλικών κτιριακού κελύφους σύμφωνα με τον Κ.Ε.Ν.Α.Κ. ....	11
1.1.9. Σκιάσεις .....	11
1.1.10. Θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων .....	14
1.1.11. Θερμομόνωση .....	17
1.1.12. Ηλιακή Ενέργεια .....	27
1.1.13. Ανοίγματα στο κτηριακό κέλυφος .....	29
1.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΕΣ .....	31
1.2.1. Μελέτη ενεργειακής απόδοσης.....	32
1.2.2. Υπολογισμός ενεργειακής απόδοσης.....	34
1.2.3. Απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης.....	34
1.2.4. Ενεργειακή επιθεώρηση .....	35
1.2.5. Μητρώο ενεργειακών επιθεωρητών .....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....	38
2.1. ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΑ.....	38
2.2. ΤΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ .....	39
2.3. Η ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΡΟΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ .....	39
2.4. Η ΘΕΡΜΟΓΡΑΦΗΣΗ .....	40
2.5. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ.....	41
2.6. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΡΟΣΟΥ .....	42
2.6.1. Η σχετική υγρασία του αέρα.....	42
2.6.2. Προϋποθέσεις για το σχηματισμό συμπύκνωσης .....	43
2.6.3. Απλοποιητικός έλεγχος για το σχηματισμό συμπύκνωσης .....	44
2.6.4. Η εκδήλωση του φαινομένου .....	46
2.6.5. Χαρακτηριστικά στοιχεία αναγνώρισης .....	47
2.6.6. Επιπτώσεις.....	48
2.7. Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ .....	48
2.7.1. Το σημείο σύνδεσης στοιχείων φέροντος οργανισμού και τοιχοποιίας πλήρωσης.....	49
2.7.2. Απουσία θερμομόνωσης σε στοιχεία του φέροντος οργανισμού 49	
2.7.3. Η διαφορά εμβαδού μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής επιφάνειας γωνιακών δομικών στοιχείων.....	50
2.7.4. Οι παραστάδες και τα υπέρθυρα των ανοιγμάτων.....	51
2.7.5. Οι περιδέσμοι ενίσχυσης .....	51
2.7.6. Οι απολήξεις των εξωτερικών δομικών στοιχείων.....	52
2.7.7. Οι θέσεις των δοκών στην οροφή υπογείου ή πιλοτής .....	53
2.7.8. Η προέκταση των φερόντων στοιχείων πέραν του κύριου όγκου του κτιρίου .....	54

2.7.9.	Εγκάρσια συναρμογή εξωτερικού κελύφους με εσωτερικό τοίχο	55
2.7.10.	Οπτόπλινθοι με τις οπές κάθετα στο εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου	55
2.7.11.	Τα σημεία διέλευσης σωληνώσεων .....	55
2.7.12.	Τα σημεία συναρμογής των κουφωμάτων με τις τοιχοποιίες	56
2.7.13.	Τα κουτιά των περιελισσόμενων περσίδων των κουφωμάτων	56
2.7.14.	Κατασκευαστικά λάθη .....	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....		57
3.1.	ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ .....	57
3.2.	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ .....	57
3.2.1.	Ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών: μορφή και διάταξη των εσωτερικών χώρων .....	58
3.2.2.	Το κτιριακό κέλυφος .....	59
3.2.3.	Ο ρόλος της θερμικής μάζας στην υπερθέρμανση .....	60
3.2.4.	Ηλιοπροστασία .....	61
3.3.	ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ .....	62
3.4.	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ .....	62
3.5.	Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	64
3.6.	ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ .....	66
3.7.	ΗΛΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ .....	69
3.7.1.	Ενεργητικά και παθητικά συστήματα .....	70
3.7.2.	Βασικές αρχές λειτουργίας των παθητικών συστημάτων .....	70
3.7.3.	Το φαινόμενο του θερμοκηπίου .....	71
3.7.4.	Υλικά παθητικών συστημάτων .....	71
3.7.5.	Διαφανή υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας .....	72
3.7.6.	Υλικά αποθήκευσης της θερμότητας .....	72
3.7.7.	Κατάταξη των παθητικών συστημάτων σε σχέση με τη φυσική διαμόρφωση των στοιχείων του συστήματος .....	73
3.8.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .....	76
3.8.1.	Απευθείας ή άμεσο ηλιακό κέρδος .....	76
3.8.2.	Τοίχος θερμικής αποθήκευσης .....	76
3.8.3.	Θερμοκήπιο ή ηλιακός χώρος .....	77
3.9.	ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ: ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ .....	79
3.9.1.	Σύστημα απευθείας κέρδους .....	79
3.9.2.	Τοίχος θερμικής αποθήκευσης .....	80
3.9.3.	Προσαρτημένο θερμοκήπιο .....	80
3.9.4.	Οροφές θερμικής αποθήκευσης .....	80
3.9.5.	Μεταφορικός βρόγχος – αεροσυλλέκτης .....	80
3.10.	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΑ .....	81
3.11.	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	82
3.11.1.	Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας .....	82
3.11.2.	Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην παρούσα μελέτη .....	85
3.12.	ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ .....	87
3.13.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	88
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....		93

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΚΕΝΑΚ

#### 1.1.1. Τι είναι ο Κ.Ε.Ν.Α.Κ

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) που εγκρίθηκε τον Απρίλιο του 2010, διαμορφώνει το πλαίσιο αρχών και καθορίζει τους όρους και τις προϋποθέσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Προβλέπει την ενσωμάτωση ενός ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής τους, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος. Μεταξύ των άλλων θεσπίζει τα ενεργειακά πιστοποιητικά κι έτσι τα κτίρια θα κατατάσσονται σε κατηγορίες με βάση την ενεργειακή τους συμπεριφορά. Αυτό συνεπάγεται την δημιουργία μιας νέας αγοράς ακινήτων.

Δεδομένης της οικονομικής κρίσης ζούμε σε μια εποχή που η εξοικονόμηση ενέργειας και άρα εξοικονόμηση χρημάτων αποκτά μείζονα σημασία. Η επένδυση στην εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί σημαντικό βήμα και για την χώρα αλλά και για τον ιδιώτη. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των νέων κτιρίων αλλά και η βιοκλιματική ανακαίνιση υφιστάμενων κατασκευών αποτελούν ένα σημαντικό μέσο προς την κατεύθυνση αυτή. Παράλληλα μέσω της πράσινης αρχιτεκτονικής συμβάλλουμε στην μείωση των βλαβερών ρύπων και άρα στον περιορισμό της κλιματικής αλλαγής.

#### 1.1.2. Ενεργειακή απόδοση

Η ποσότητα ενέργειας που πράγματι καταναλώνεται ή εκτιμάται ότι ικανοποιεί τις διάφορες ανάγκες που συνδέονται με τη συνήθη χρήση του κτιρίου, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη θέρμανση, την παραγωγή θερμού νερού, την ψύξη, τον εξαερισμό και το φωτισμό. Η ποσότητα αυτή εκφράζεται με έναν ή περισσότερους αριθμητικούς δείκτες, οι οποίοι έχουν υπολογισθεί λαμβάνοντας υπόψη:

- τη μόνωση,
- τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης,
- το σχεδιασμό και τη θέση του κτιρίου σε σχέση με κλιματολογικούς παράγοντες,
- την έκθεση στον ήλιο και την επίδραση γειτονικών κατασκευών,
- την παραγωγή ενέργειας του ίδιου του κτιρίου
- και άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση, στους οποίους περιλαμβάνονται και οι κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό του κτιρίου.

#### 1.1.3. Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης

Πιστοποιητικό αναγνωρισμένο από το Υπουργείο Ανάπτυξης ή άλλον φορέα που αυτό ορίζει, το οποίο εκδίδεται από τον Ενεργειακό Επιθεωρητή Κτιρίων και αποτυπώνει την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου.

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης περιλαμβάνει 9 ενεργειακές κατηγορίες:

A+,A,B+,B,Γ,Δ,E,Z,H

Δίνει σύντομη περιγραφή των προτεινόμενων μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, οι οποίες ιεραρχούνται σε σχέση με το κόστος όφελος.

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

*Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτηρίων*

Το **πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης** ΠΕΑ είναι ένα αναγνωρισμένο από το ΥΠΕΚΑ έγγραφο που εκδίδεται από **Ενεργειακό Επιθεωρητή** (ο οποίος έχει ενταχθεί σε ειδικό Μητρώο), στο οποίο αποτυπώνεται η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Με το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης ΠΕΑ το κάθε κτίριο κατατάσσεται σε ενεργειακή κατηγορία (υπάρχουν εννέα κατηγορίες, από A+ έως H), ενώ ο Επιθεωρητής καταγράφει συστάσεις δια τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Έχουν τη δυνατότητα να εκδώσουν πιστοποιητικό, **ενεργειακοί επιθεωρητές** εγγεγραμμένοι στο μητρώο ενεργειακών επιθεωρητών, όπως ορίζεται με το νόμο 3661/2008 και 3851/2010.

Η έκδοση για πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης ΠΕΑ απαιτείται σε όλα τα κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των 50 τμ, βασικών χρήσεων (κατοικία, μόνιμη και παραθεριστική, γραφεία, εμπορικές χρήσεις, συνάθροιση κοινού, εκπαίδευση, προσωρινή διαμονή, υγεία και κοινωνική πρόνοια, κλπ). Η έκδοση πιστοποιητικού είναι υποχρεωτική ΜΟΝΟ σε νέες συμβάσεις μίσθωσης και όχι για ανανεώσεις υφισταμένων συμβάσεων.

Η έκδοση ενεργειακού πιστοποιητικού **δεν είναι απαραίτητη**:

- Σε κτίριο (ενιαίο ή τμήμα του) με συνολική επιφάνεια μικρότερη ή ίση των 50τμ (πχ ένα διαμέρισμα με επιφάνεια μικρότερη ή ίση των 50τμ)
- Σε κτίρια με χρήσεις: βιομηχανίας, βιοτεχνίας, εργαστηρίου, αποθήκης, στάθμευσης αυτοκινήτων, πρατήρια υγρών καυσίμων.

Η **χρονική ισχύ για τα πιστοποιητικά** θα έχουν ισχύ για δέκα έτη. Εξαιρέση αποτελεί η περίπτωση κτιρίου που ανακαινίζεται ριζικά πριν περάσουν τα δέκα έτη. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να εκδοθεί **πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης**.

#### **1.1.4. Κανονισμοί ΤΟΤΕΕ**

Για να πραγματοποιηθεί ένα πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης ΠΕΑ πρέπει να ληφθούν κάποιες προδιαγραφές που ορίζονται στις παρακάτω τεχνικές οδηγίες.

- [Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010](#)  
(ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ)

- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010  
ΘΕΡΜΟΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010  
ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-4/2010  
ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΝΤΥΠΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΛΕΒΗΤΩΝ & ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

### 1.1.5. Χωροθέτηση κατοικίας στο οικοπέδο

Ο βορινός προσανατολισμός είναι ο μόνος κατά τον οποίο τα θερινά ηλιακά κέρδη είναι περισσότερα σε σχέση με τους υπόλοιπους προσανατολισμούς.

Όπως προαναφέρθηκε ο νότιος προσανατολισμός είναι ο προτιμότερος όμως οι αρχιτέκτονες συχνά αντιμετωπίζουν προβλήματα στον τρόπο που θα χωροθετήσουν τα κτίρια στο οικοπέδο, τον προσανατολισμό που θα έχουν αλλά και το σκιασμό που θα δέχονται από τα γειτονικά κτίρια. Αυτό αποτελεί σύνηθες φαινόμενο των αστικών αλλά και γενικότερα των πυκνοκατοικημένων περιοχών. Μόνο ένα 25% των κτιρίων έχουν νότιο προσανατολισμό καθώς ο πολεοδομικός σχεδιασμός και η χάραξη των κεντρικών δρόμων κατά τον άξονα ανατολής - δύσης ή βορρά-νότου προκαθορίζει τον προσανατολισμό των όψεων των κτιρίων.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι μελετητές να μην καταφέρνουν να αξιοποιούν τα διαθέσιμα θερμικά οφέλη και να πετυχαίνουν να κατασκευάζουν κτίρια με πολλά προβλήματα, όπως υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων (σε κτίρια με ανατολικό ή δυτικό προσανατολισμό) αλλά και αναγκαστική απομόνωση των κτιρίων με βόρειο προσανατολισμό από τον ήλιο. Όμως παρά το γεγονός ότι ένα κτίριο μπορεί να έχει νότιο προσανατολισμό, συχνά οι κάτοικοι δεν απολαμβάνουν τα πλεονεκτήματα λόγω άλλων καταστάσεων όπως ο σκιασμός τους από τα απέναντι κτίρια όπου εδώ λαμβάνεται υπόψη η σχέση ύψους των κτιρίων και πλάτους των δρόμων. Για να καταφέρει ο μελετητής να εξασφαλίσει τον ικανοποιητικό ηλιασμό, ώστε να φωτίζονται και να θερμαίνονται φυσικά, για όλα τα κτίρια χωρίς όμως να μειώνεται η οπτική άνεση ή να εμφανίζονται άλλα προβλήματα, παρά το γεγονός ότι δεν μπορεί να εξασφαλίσει το νότιο προσανατολισμό μπορεί να επιλέξει άλλους τρόπους.

Η διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου του κτιρίου βελτιώνει σημαντικά το μικροκλίμα. Η βλάστηση συνεισφέρει προσφέροντας ηλιοπροστασία και φυσικό δροσισμό μέσω της εξάτμισης, εξάτμιση όμως προκαλούν και οι δεξαμενές, οι τεχνητές λίμνες, τα σιντριβάνια κ.α. Μια καλή τακτική που χρησιμοποιείται για να προστατευτούν οι ζωνικοί χώροι του κτιρίου είναι ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες, ενώ η διάταξη των χώρων βοηθά ώστε να αερίζονται οι χώροι διαμερώς. Το μικροκλίμα μπορεί να διαμορφωθεί με τη βοήθεια των υπαίθριων και ημι-υπαίθριων χώρων, όπως τα μπαλκόνια, οι αυλές, κι έτσι να προστατευούν τα ανοίγματα και οι τοίχοι από τον ήλιο, αλλά και να κατευθύνουν τον άνεμο.

Όσον αφορά στον προσανατολισμό των υαλοστασίων είναι προτιμότερος ο νότιος, καθώς διευκολύνει το σκιασμό, σε αντίθεση με τον δυτικό ο οποίος επιβαρύνει το φορτίο του δροσισμού των κτιρίων κατά τις θερινές απογευματινές ώρες. Τα οφέλη που προκύπτουν από τα νότια κατακόρυφα υαλοστάσια είναι ότι κατά τη θερινή περίοδο δέχονται λιγότερη ηλιακή ακτινοβολία σε σχέση με το χειμώνα όπου δέχονται περισσότερη.

Κάποιες προτάσεις που μπορούν να γίνουν είναι :

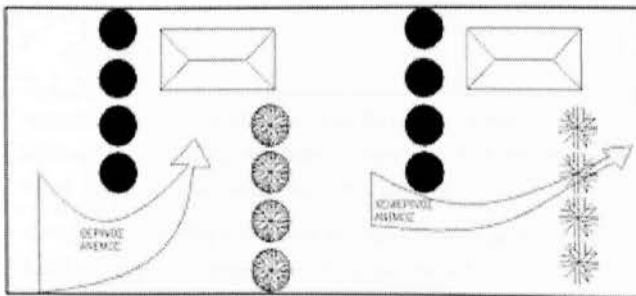
- Η αποφυγή δυτικών ή ανατολικών κτιρίων στις δύο απέναντι πλευρές του δρόμου έτσι ώστε να σχηματίζεται σκακιέρα αλλά την τοποθέτηση των κτιρίων το νότο
- Η δυνατότητα στροφής του άξονα του κτιρίου προς το νότο ή μόνο της κύριας όψης του ή απλώς των ανοιγμάτων του.
- Η ανάπτυξη του κτιρίου κατά άξονα ανατολή-δύση, εφόσον το κτίριο έχει νότιο προσανατολισμό και δεν αντιμετωπίζει προβλήματα σκιασμού, ώστε να μεγιστοποιηθεί όσο

είναι δυνατό η νότια όψη του. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να εξεταστεί μια απόκλιση της τάξης των 25ο, η οποία θεωρείται αποδεκτή ενεργειακά. Σε αυτή όμως την περίπτωση όμως θα πρέπει να εξεταστεί η πιθανότητα χρησιμοποίησης παθητικών ηλιακών συστημάτων ώστε να μεγιστοποιηθούν τα θερμικά ηλιακά κέρδη που είναι ανεκμετάλλευτα.

- Η χωροθέτηση του κτιρίου στην πίσω βορινή πλευρά του οικοπέδου, ώστε να απομακρυνθεί η κατοικία από τα απέναντι κτίρια και με αυτό τον τρόπο να μην υπάρχει σκίαση που θα οδηγούσε σε μειωμένα ηλιακά οφέλη. Στη νότια πλευρά του κτιρίου θα μπορούσαν να φυτευτούν ψηλά και χαμηλά δέντρα ή να τοποθετηθούν υδάτινες επιφάνειες, υπό τις βέλτιστες μικροκλιματικές συνθήκες, ώστε να υπάρχει ο ιδανικός σκιασμός αλλά και ο εξατμιστικός δροσισμός. Οι επεμβάσεις που θα μπορούσαν να γίνουν στη βορινή πλευρά, η οποία επηρεάζεται από τους δυνατούς, ψυχρούς ανέμους του χειμώνα, είναι η φύτευση αιθαιλών δέντρων με σκοπό να μετριαστούν αυτές οι δυσμενείς συνθήκες.

Αυτή η λογική έχει ευρέως εφαρμοσθεί σε Ελλάδα και εξωτερικό ώστε να καταφέρει ο μελετητής να εισάγει όλα τα απαραίτητα στοιχεία του βιοκλιματισμού σε περιοχές που είχαν την ελευθερία χωροθέτησης των κτιρίων, όπως των οικοπέδων των μη αστικών περιοχών. Στην περίπτωση βέβαια αυτών των περιοχών οι μόνοι λόγοι που μπορούν να αποτρέψουν ένα μελετητή από το να επιλέξει τον νότιο προσανατολισμό είναι η θέα, η κλίση του εδάφους, η προσπελασιμότητα, κ.α.

Γενικότερα στην Ελλάδα η πιο κρίσιμη χρονική στιγμή είναι τα καλοκαιρινά απογεύματα, όπου ο ήλιος παρά το γεγονός ότι είναι ακόμη ψηλά, είναι αρκετά θερμός. Γι' αυτό και θα πρέπει να προστατεύεται η δυτική πλευρά του κτιρίου ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων. Αυτό επιτυγχάνεται με μικρές διαστάσεις, να είναι τυφλή ή να υπάρχει η ιδανική σκίαση δηλαδή φυτά, φυτικοί φράχτες κλπ. Βέβαια η δυτική πλευρά είναι καλό να διαθέτει μόνωση στους τοίχους, τα παράθυρα να είναι εφοδιασμένα με εξωτερικά μέτρα προστασίας ώστε να διευκολύνεται η διέλευση του αέρα κι έτσι να μεγιστοποιείται η επίδραση των συστημάτων εσωτερικής προστασίας. Στις δυτικές όψεις η προστασία που υπάρχει μέσω των στεγών αλλά και των ανεμοσκεπών με προεξοχή είναι μικρή, γι' αυτό και προτιμώνται άλλοι τρόποι προστασίας. Επιπλέον μπορεί να τοποθετηθεί διάταξη αιθαιλούς βλάστησης με δέντρα πυκνού φυλλώματος, όπως π.χ. τα κυπαρίσσια.



Φυτικοί φραγμοί ελέγχουν την κυκλοφορία του αέρα

Ο μελετητής για να μπορέσει να ελέγξει την κυκλοφορία του αέρα, μπορεί να χρησιμοποιήσει και φυτικούς φραγμούς εκτός από τα κατασκευαστικά στοιχεία, όπως θάμνοι, δέντρα, περιφράξεις, καθώς και άλλα μέσα που χρησιμοποιούνται ως ανεμοφράκτες που αποσκοπούν στη δημιουργία ζωνών ηρεμίας. Τα δέντρα και οι θάμνοι μειώνουν την ταχύτητα του ανέμου κατά 50% σε απόσταση ίση προς το πενταπλάσιο του ύψους τους. Το πόσο αποτελεσματικό είναι ένα «εμπόδιο» εξαρτάται από το ύψος και το σχήμα του. Γενικότερα ισχύει ότι όσο λεπτότερο είναι το στοιχείο προστασίας τόσο μεγαλύτερη είναι η προστατευμένη ζώνη, γι' αυτό και σύμφωνα με τον κανόνα το πλάτος του στοιχείου προστασίας δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το 1/10 του ύψους του. Η πυκνότητα από την άλλη πλευρά αποτελεί ένα άλλο σημαντικό στοιχείο των «εμποδίων». Στις πλήρεις περιφράξεις παρά το γεγονός ότι εξασφαλίζεται μεγάλη ζώνη ηρεμίας, αυτή διαθέτει πολύ μικρή απόσταση κι έτσι μετά το εμπόδιο τα χαρακτηριστικά στοιχεία του ανέμου επανέρχονται γρήγορα. Τα εμπόδια που αποτελούνται από δέντρα ή θάμνους λόγω του πορώδους τους, επιτρέπουν σε ένα μέρος του αέρα



να διέρχεται, με αποτέλεσμα να ελαττώνονται οι στροβιλισμοί και να επικρατεί μια ευρεία ζώνη ηρεμίας.

Αναλύσεις, κατέδειξαν ότι:

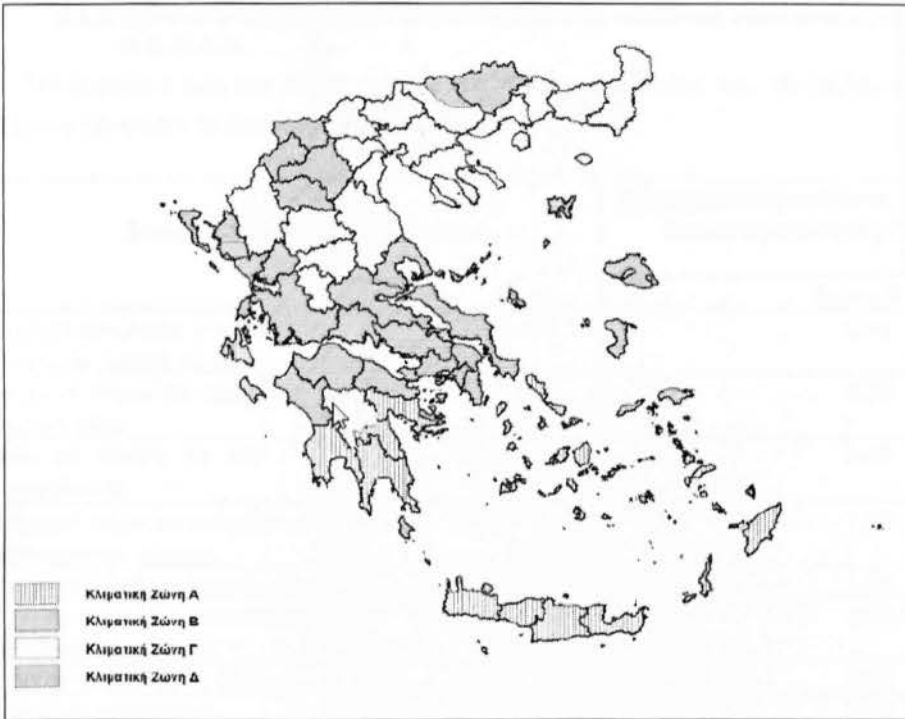
- Οι καλύτεροι ανεμοφράκτες από την άποψη του περιορισμού της ταχύτητας του ανέμου είναι στοιχεία, των οποίων το πορώδες κυμαίνεται μεταξύ 25% και 60%.
- Εμπόδια με πορώδες ίσο προς 50% παρέχουν τη μεγαλύτερη προστασία σε αποστάσεις 5πλάσιες έως 20πλάσιες του ύψους τους. Στην περιοχή αυτή, η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται στο 30%.
- Εμπόδια με πορώδες 25% παρέχουν τη μεγαλύτερη προστασία σε απόσταση από το εμπόδιο τετραπλάσια του ύψους του. Στη ζώνη που περιλαμβάνεται μεταξύ του τετραπλασίου και του εικοσπλασίου του ύψους, η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται στην περίπτωση αυτή στο 60%. Ο σωστός σχεδιασμός της τοποθεσίας αλλά και του κτιρίου επιτρέπει την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τις ψυχρές περιόδους ενώ παράλληλα προστατεύει το κτίριο από την υπερθέρμανση κατά τις θερμές περιόδους. Μέσω αυτών των τεχνικών μπορεί να εξασφαλισθεί επίσης ο φυσικός φωτισμός κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της ενεργειακής δαπάνης και ιδανικού κέρδους θερμότητας από τεχνητό φωτισμό. Επιπλέον με τον κατάλληλο σχεδιασμό και τοποθέτηση του κτιρίου στο οικοπέδο επιτυγχάνεται η ελεγχόμενη και ενεργειακά αποτελεσματική αξιοποίηση της ροής του αέρα κάτι που αυτόματα οδηγεί στην μείωση των αναγκών της κατοικίας σε συμβατική ψύξη και θέρμανση. Έτσι ελέγχοντας τα ποσά αέρα που εισέρχονται στο κτίριο μπορούμε να ελαττώσουμε το θερμικό φορτίο του κτιρίου κατά την περίοδο θέρμανσης, ενώ κατά την περίοδο ψύξης αερίζοντάς το επαρκώς, φυσικά, καλύπτονται κατά ένα μεγάλο ποσοστό οι ανάγκες του κτιρίου σε ψύξη.

#### 1.1.6. Κλιματική Ζώνη

Για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοήμερες θέρμανσης. Παρακάτω προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών στο παρακάτω σχήμα.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθέρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.

Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για την Δ ζώνη όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ. Στο τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ και στο τμήμα του νομού Σερρών (ΒΑ τμήμα) που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Δ, περιλαμβάνονται όλες οι περιοχές που έχουν υψόμετρο άνω των 500 μέτρων.



Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας

Για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτιρίου, λαμβάνονται συγκεκριμένες περιόδους για την θέρμανση και ψύξη ανάλογα την κλιματική ζώνη.

Π.χ για την Ζώνη Β η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.

### 1.1.7. Προδιαγραφές κτιριακού κελύφους σύμφωνα με τον Κ.Ε.Ν.Α.Κ.

Σύμφωνα με το Κενάκ όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιριακού κελύφους οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης.

Λόγος $F/V$ [ $m^{-1}$ ]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
$\leq 0,2$	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,9	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
$\geq 1,0$	0,81	0,73	0,66	0,60

Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κτιρίου, ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του.

### 1.1.8. Προδιαγραφές Δομικών υλικών κτιριακού κελύφους σύμφωνα με τον Κ.Ε.Ν.Α.Κ.

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του παρακάτω πίνακα.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
		Ζώνη Β
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον	UR	0,45
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	UT	0,50
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	UFA	0,45
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	UTU	1,00
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το	UTB	1,00
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	UFU	0,90
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	UFB	0,90
Κουφώματα ανοιγμάτων	UW	3,00
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	UGF	2,00

*Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη.*

### 1.1.9. Σκιάσεις

Ο σκιασμός του κτιρίου και των ανοιγμάτων επιτυγχάνεται με τη χρήση φυλλοβόλων δέντρων και βλάστησης κατά τέτοιο τρόπο που να διακόπτεται ο ηλιασμός του κτιρίου τη θερινή περίοδο, διότι η βλάστηση μετριάζει την εξωτερική θερμοκρασία λόγω της ιδιότητας του φυλλώματος να απορροφά θερμότητα. Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων καθώς και η επιλογή κατάλληλου συστήματος σκίασης σε μορφή, μέγεθος και θέση, εξαρτάται από τον προσανατολισμό της όψης. Η σκίαση των ανοιγμάτων είναι απαραίτητη στην εξωτερική πλευρά του κτιρίου για να αποφευχθεί η διείσδυση του ήλιου και η υπερθέρμανση του χώρου. Η τοποθέτηση περσίδων στο εσωτερικό των υαλοστασίων, ως μέσο προστασίας, προσφέρει μείωση της θάμβωσης από το έντονο ηλιακό φως, όμως δεν μπορεί να προστατέψει το κτίριο από την υπερθέρμανση, καθώς η διέλευση του ήλιου από τα τζάμια εγκλωβίζει το ηλιακό φως το οποίο το μετατρέπει σε θερμότητα. Για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων, τα βασικά κριτήρια που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι ο προσανατολισμός της όψης, η αισθητική του κτιρίου και η μορφολογία των ανοιγμάτων, η χρήση του χώρου ανάλογα με το αν είναι κατοικία, εργασιακός χώρος κλπ., καθώς κι ο παράγων οικονομία της κατασκευής, ως αρχική επένδυση και ως κόστος λειτουργίας.

Όσον αφορά τον προσανατολισμό, οι μελέτες δείχνουν ότι για το νότιο προσανατολισμό προτιμώνται τα οριζόντια, σταθερά ή κινητά συστήματα σκίασης λόγω της υψηλής τροχιάς του ήλιου τη θερινή περίοδο. Το κρίσιμο σημείο είναι το πλάτος προεξοχής των περσίδων ώστε να διασφαλίζεται ο θερινός σκιασμός των ανοιγμάτων και η διέλευση του ήλιου στο χώρο το χειμώνα. Για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό, προτιμάται η σκίαση των ανοιγμάτων με κατακόρυφες περσίδες καθώς ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά κοντά στον ορίζοντα. Η σταθερή σκίαση δεν είναι αποτελεσματική λύση καθώς εμποδίζεται ο ηλιασμός του χώρου το χειμώνα. Για τον νοτιοανατολικό ή το νοτιοδυτικό προσανατολισμό, είναι ιδανικός, ο συνδυασμός

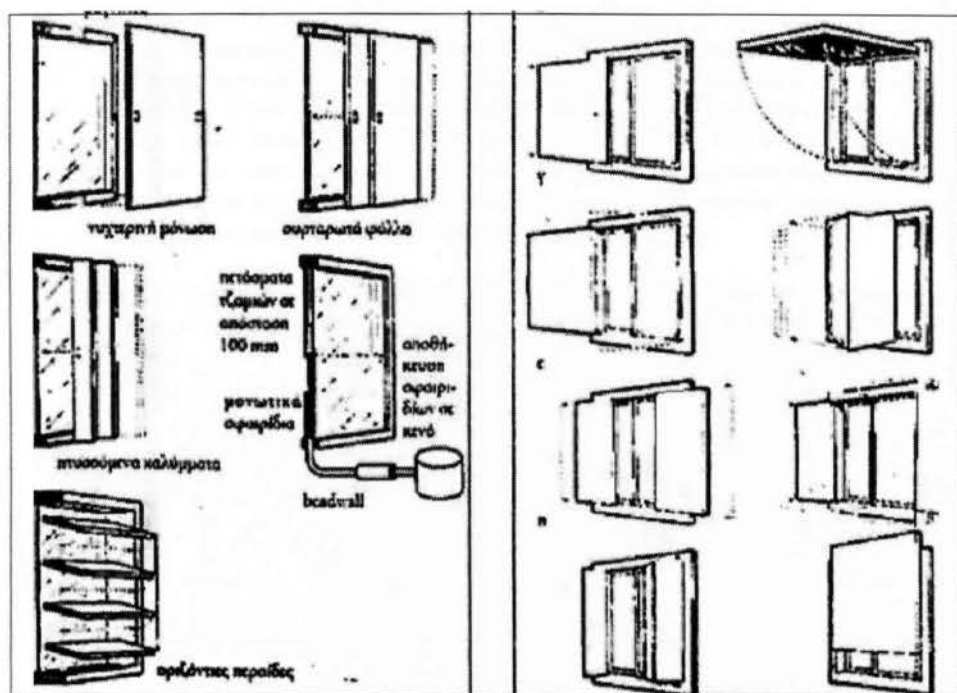
τόσο των οριζόντιων όσο και των κατακόρυφων περσίδων, η οποία ορίζεται από το ύψος και το αζιμούθιο του ηλίου για τους θερινούς μήνες.

Συμπεραίνοντας τα παραπάνω, τα σταθερά σκίαστρα ανεξαρτήτως προσανατολισμού, εμφανίζουν αρκετά προβλήματα ως προς την αποτελεσματικότητά τους, ενώ αντίθετα η κινητή εξωτερική ηλιοπροστασία έχει πλεονεκτήματα λόγω της ευελιξίας και της δυνατότητας ρύθμισής τους από τους ενοίκους ανάλογα με τις ανάγκες τους. Το είδος του συστήματος ηλιοπροστασίας, η μορφή και η λειτουργία του εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης του κτιρίου και το χρόνο που περνάμε σε αυτό. Στην περίπτωση των κατοικιών χειριζόμαστε διαφορετικά την ηλιοπροστασία καθώς μπορούν να καλυφθούν οι ανάγκες με μια τέντα ενώ παράλληλα να διασφαλίζεται ο φυσικός φωτισμός, χωρίς επιβαρύνσεις σε θάμβωση ή ανακλάσεις φωτός στο επίπεδο εργασίας.

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος ηλιοπροστασίας βασίζεται σε αισθητικά κριτήρια, αλλά και σε ζητήματα συνθετικής οργάνωσης όπως η σχέση του εσωτερικού με τον εξωτερικό χώρο, η διαφάνεια του κελύφους κλπ. και η διαφοροποιημένη μορφή της ηλιοπροστασίας συναρτήσει του προσανατολισμού και τα πλεονεκτήματα σχεδιαστικών χειρισμών, αποτελούν επιπρόσθετα στοιχεία της συνθετικής οργάνωσης των όψεων του κτιρίου. Όσον αφορά στον οικονομικό παράγοντα, αν και η εξωτερική ηλιοπροστασία είναι ακριβότερη από τη σταθερή και από τη χρήση εσωτερικών περσίδων, η αποδοτικότητά της είναι αρκετά υψηλή καθώς απαλλάσσει τα κτίρια σε μεγάλο ποσοστό από την υπερθέρμανση και τη μείωση της χρήσης κλιματιστικών τα οποία είναι ακριβά αλλά και βλαβερά για την υγεία και το περιβάλλον.

Αρα η χρήση των εξωτερικών συστημάτων ηλιοπροστασίας έχει πολλά περισσότερα οικονομικά οφέλη παρά το αρχικό τους υψηλό κόστος. Η μορφή που θα έχουν τα σκίαστρα που θα χρησιμοποιηθούν, βασίζεται στους ηλιακούς χάρτες και στους μετρητές σκιασμού. Η επιλογή του ηλιακού χάρτη αντιστοιχεί στο γεωγραφικό πλάτος του τόπου. Ο μετρητής σκιασμού είναι ίδιος για όλα τα μήκη και πλάτη, διότι δείχνει τις κατακόρυφες γωνίες των οριζόντιων εμποδίων και σκιάστρων του ίδιου κτιρίου που αντιστοιχούν σε γωνίες ύψους από  $10^\circ$  έως  $80^\circ$ . Σημαντική είναι η επιλογή του κατάλληλου προσανατολισμού της όψης. Ο ακριβής προσανατολισμός της όψης του κτιρίου καθορίζεται από την κάθετη στη διεύθυνση της όψης και τη χάραξη του βορρά-νότου στο ίδιο σημείο. Αν η κάθετη όψη στην ευθεία ορίζει γωνία αριστερά του νότου τότε είναι στραμμένη προς την ανατολή, ενώ αν βρίσκεται δεξιά του, έχει δυτική όψη.

Στα οριζόντια σκίαστρα, χρησιμοποιείται η τομή ανοίγματος-υαλοστασίου κατά την οποία συνδέεται η απόληξη του σκιάστρου με το κατώφλι του παραθύρου, ορίζοντας την κατακόρυφη γωνία που σχηματίζεται ως προς την οριζόντια ευθεία, η οποία προσφέρει σκίαση σε όλο το παράθυρο. Αν προτιμάται η σκίαση στο 50% του ανοίγματος, τότε η απόληξη του σκιάστρου συνδέεται με το μέσο του παραθύρου. Έπειτα, τοποθετείται στο μετρητή σκιασμού ο ηλιακός χάρτης, χαράσσοντας τη γωνία που προσφέρει την σκίαση όπου η περιοχή πάνω από τη γωνία σκιάζεται, ενώ η περιοχή κάτω από τη γωνία δέχεται ήλιο. Αν το σκίαστρο που χρησιμοποιείται καλύπτει τις τροχιές του ήλιου τη θερινή περίοδο τότε η σκίαση που προσφέρει είναι επαρκής. Αν δεν επιθυμείται ένα ενιαίο σκίαστρο υπάρχει δυνατότητα τοποθέτησης μικρότερων περσίδων στις οποίες η κατακόρυφη γωνία είναι σταθερή. Η αποτελεσματικότητα των σκιάστρων βασίζεται στο ποσοστό παρεμποδισμού της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας να εισέλθει στο εσωτερικό της κατοικίας.



Διάφοροι τύποι εσωτερικής κινητής μόνωσης και εξωτερικών παντζουριών

Για τα κατακόρυφα σκίαστρα, των ανατολικών και δυτικών όψεων, χρησιμοποιείται η κάτοψη του ανοίγματος και συνδέεται η απόληξη του σκιάστρου με τις αντίστοιχες παραστάδες του ανοίγματος με αποτέλεσμα να προκύπτουν γωνίες που προσφέρουν πλήρη κάλυψη του ανοίγματος. Για τη μισή κάλυψή του, οι απόληξεις συνδέονται με το μέσο του παραθύρου οπότε προκύπτουν γωνίες. Οι οριζόντιες αυτές γωνίες μεταφέρονται στο ηλιακό διάγραμμα, στην οριζόντια ευθεία των αζιμουθίων και χαράσσονται οι κάθετες ως προς τις οριζόντιες ευθείες, όπου πέρα από τις κάθετες ευθείες δημιουργείται σκιά και το υπόλοιπο τμήμα εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία. Αυτός ο τρόπος σκίασης έχει ως αποτέλεσμα τη διακοπή των χαμηλών τροχιών του ήλιου κατά τη θερινή περίοδο στην ανατολική και τη δυτική όψη.

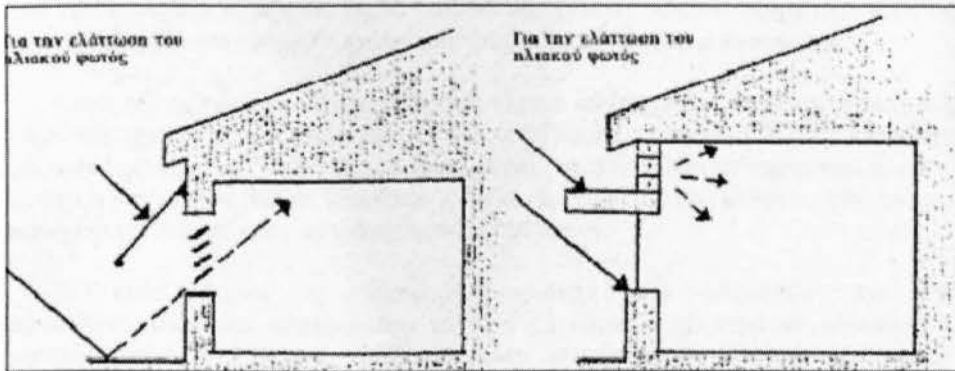
Όταν τα κατακόρυφα σκίαστρα δεν είναι κάθετα στο άνοιγμα, αλλά σε κεκλιμένη γωνία, ακολουθείται η ίδια πορεία για την εύρεση της μάσκας σκιασμού. Το πλεονέκτημα είναι ότι οι προεξοχές είναι μικρότερες από τις προεξοχές στο κάθετο επίπεδο του ανοίγματος. Γενικά κατά τον σχεδιασμό της ηλιοπροστασία στην ανατολή και τη δύση, αφού προσδιοριστεί ο προσανατολισμός του ανοίγματος, χαράσσεται η κατεύθυνση των ακτινών του ήλιου και έπειτα σχεδιάζονται οι προεξοχές κατά τέτοιο τρόπο ώστε η αρχή της κάθε προεξοχής να αποτελεί το τέλος της προηγούμενης, ορίζοντας ευθείες παράλληλες στην κατεύθυνση των ακτινών, παρέχοντας ηλιοπροστασία στο άνοιγμα.

Αν ο προσανατολισμός του ανοίγματος είναι νοτιοανατολικός ή νοτιοδυτικός, ακολουθείται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τα οριζόντια και τα κάθετα ανοίγματα για την επίτευξη πλήρους σκιασμού, αλλά θα πρέπει πρώτα να διευκρινιστεί ο προσανατολισμός του ανοίγματος σε σχέση με το νότο, η οποία δείχνει την κατεύθυνση των ακτινών του ήλιου και την κλίση των σκιάστρων.

Τέλος, στις ανατολικές, δυτικές και ενδιάμεσες όψεις προτείνεται η χρήση κινητών σκιάστρων, ώστε να επιτρέπεται η διέλευση του ήλιου στους εσωτερικούς χώρους το χειμώνα, και την πλήρη προστασία του χώρου από τα επιπλέον ηλιακά κέρδη και την προστασία του κτιρίου από την υπερθέρμανση.

Το χρώμα και η υφή των εξωτερικών επιφανειών καθορίζουν την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται τόσο από τους τοίχους όσο και από την οροφή, καθώς και την ποσότητα θερμότητας που αποβάλλεται τη νύχτα στην ατμόσφαιρα ρυθμίζοντας τη θερμοκρασία

της εξωτερικής επιφάνειας και τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Οι χώροι που είναι βαμμένοι με σκούρα χρώματα, παρουσιάζουν αυξημένη επιφανειακή θερμοκρασία σε σχέση με τη μέγιστη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα, ενώ η αντίστοιχη αύξηση που υφίσταται σε ένα ασβεστωμένο χώρο φτάνει τον 1°C. Αυτό αποδεικνύει πως είναι προτιμότερο να βάφονται οι επιφάνειες με ανοιχτά χρώματα ώστε να μην υπάρχει επιβάρυνση των χώρων της κατοικίας με αυξημένες θερμοκρασίες λόγω της εισερχόμενης θερμότητας μέσω αγωγής ή ακτινοβολίας από την οροφή. Στα θερμά κλίματα προτείνεται παράλληλα με το βάψιμο των επιφανειών με ανοιχτά χρώματα, η τοποθέτηση θερμομονώσης ώστε να αποφευχθεί η υπερθέρμανση.



Μέθοδοι ελάττωσης της εισόδου του ηλιακού φωτός

#### 1.1.10. Θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων

Η θερμική χωρητικότητα είναι ένα μέτρο που δείχνει το επίπεδο ενέργειας που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας του υλικού. Αποτελεί το προϊόν της πυκνότητας πολλαπλασιασμένο με τη θερμότητα και τον όγκο του κατασκευασμένου στρώματος. Αυτό υποδεικνύει την θερμότητα που αποθηκεύεται στην κτιριακή δομή. Στον πίνακα που παρατίθεται καταγράφονται οι τυπικές αξίες μιας λίστας δομικών υλικών, συμπεριλαμβανομένου και των εσωτερικών φινιρισμάτων. Γενικά ισχύει ότι όσο υψηλότερη είναι η πυκνότητα του υλικού τόσο υψηλότερη είναι και η θερμοχωρητικότητά του. Γι' αυτό το λόγο, τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί με υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας αναφέρονται ως βαριές κατασκευές ενώ τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί με υλικά χαμηλής θερμοχωρητικότητας χαρακτηρίζονται ως ελαφριά κατασκευή. Τυπικά ένα κτίριο που διαθέτει ξύλινο σκελετό έχει χαμηλή θερμοχωρητικότητα ενώ ένα κτίριο που διαθέτει σκελετό οπλισμένου σκυροδέματος έχει υψηλή θερμοχωρητικότητα. Παρακάτω δίνεται τυπικός πίνακας θερμοχωρητικότητας υλικών.

Υλικά	Ειδική θερμότητα Kj/Kg/°C	Πυκνότητα Kg/m <sup>3</sup>	Θερμοχωρητικότητα Kcal/ m <sup>3</sup> /°C	Θερμική Αγωγιμότητα W/m <sup>2</sup> /°C
Νερό	4.19	1.000	1.000	Ισοθερμικό
Μπετόν	0.84	2.240	492	1,70
Πέτρα ασβεστολιθική	0.88	2.850	546	3,00
Τούβλα συμπαγή	0,84	1.920	378	0,72
Πηλός- οιόπλινθοι	1,00	1.700	220	0,52
Τούβλα με πρόσθετα άλατα μαγνησίου	0,84	1.920	385	3,80

Η κύρια επίδραση της αποθηκευμένης θερμότητας στην κτιριακή κατασκευή είναι να μετριάσει τις διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας. Οι βασικές πηγές των διακυμάνσεων είναι οι καθημερινές εναλλαγές στην εξωτερική θερμοκρασία, οι αποκλίσεις στα εσωτερικά θερμικά κέρδη και οι αποκλίσεις στην απορροφηθείσα ηλιακή ακτινοβολία.

Οι βασικές διαφορές μεταξύ μιας βαριάς και μιας ελαφριάς κατασκευής συναντώνται στα επίπεδα θέρμανσης και ψύξης αλλά και στις αντίστοιχες μέγιστες και ελάχιστες τιμές στις εσωτερικές θερμοκρασίες. Μια ελαφριά κατασκευή, με μικρή θερμική μάζα, θα ζεσταθεί γρηγορότερα σε σχέση με μια πιο βαριά κατασκευή, η οποία διαθέτει υψηλότερη θερμική μάζα. Επίσης μια ελαφριά κατασκευή θα ψυχθεί πιο γρήγορα από μια βαριά κατασκευή.

Εκτός αυτού, σε μια κατοικία με μέτρια ηλιακά κέρδη, μια ελαφριά κατασκευή μπορεί να εμφανίζει ένα σχετικό πλεονέκτημα σε σχέση με μια βαριά κατασκευή λόγω της ιδιότητάς της να θερμαίνει σε μικρό χρονικό διάστημα το χώρο. Αντίθετα, στα κτίρια με σημαντικά ηλιακά κέρδη, προτιμάται η δημιουργία βαριάς κατασκευής λόγω της χαμηλότερης ανάγκης που προκύπτει για θέρμανση και τον έλεγχο προς αποφυγή της υπερθέρμανσης.

Σε κάθε κτίριο, η εσωτερική επένδυση των κτιριακών του στοιχείων συμπεριλαμβανομένου των φινιρισμάτων και των εσωτερικών χωρισμάτων, προσδιορίζουν τη θερμοχωρητικότητά του. Γενικά μόνο τα πρώτα εκατοστά του υλικού εμπλέκονται στην αποθήκευση θερμότητας. Τα δάπεδα συνήθως αποτελούν τους κύριους παραλήπτες της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ειδικά το καλοκαίρι όπου οι γωνίες του ήλιου έχουν μεγαλύτερη κλίση. Ωστόσο, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι τα έπιπλα, τα χαλιά κι άλλα ελαφριά καλύμματα θα εμποδίσουν την αποθήκευση της θερμότητας. Παρακάτω ακολουθούν γενικές προτάσεις για την κατασκευή με οπλισμένο σκυρόδεμα, κατά την οποία για τα δωμάτια με σημαντικά ηλιακά κέρδη, θα πρέπει να αποφεύγεται η κάλυψη των εσωτερικών χωρισμάτων από σκυρόδεμα αλλά και των τσιμεντένιων δαπέδων με ελαφρά φινιρίσματα. Ενώ για τα δωμάτια που δεν έχουν αρκετά ηλιακά κέρδη ή εσωτερικά θερμικά κέρδη να προτιμούνται τα ελαφρά φινιρίσματα ειδικά αν ο προγραμματισμός θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθεί δεν θα είναι συνεχής. Τέλος στις ξύλινες κατασκευές κατοικιών είναι σημαντικό να ενσωματώνονται κάποια εσωτερικά στοιχεία με υψηλή θερμοχωρητικότητα όπως ένας τσιμεντένιος τοίχος ώστε να γίνεται καλή χρήση των ηλιακών κερδών.

Είναι πολύ σημαντική η επιλογή υλικών υψηλής θερμοχωρητικότητας, διότι αυτά συμβάλλουν στην αποθήκευση της θερμικής ενέργειας που συλλέγεται δια μέσου των παθητικών ηλιακών συστημάτων. Επιπλέον είναι χρήσιμα στα βιοκλιματικά κτίρια αλλά και σε χώρους συνεχούς χρήσης όπως και σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες κατά το καλοκαίρι. Με τη θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων επιτυγχάνεται μετάδοση της αποθηκευμένης θερμότητας με χρονική καθυστέρηση κατά τέτοιο τρόπο που να συμπίπτει με τις βραδινές ώρες όπου οι ανάγκες σε θέρμανση των εσωτερικών χώρων είναι μεγαλύτερες.

Τα δομικά στοιχεία με υψηλή θερμοχωρητικότητα συνήθως συνδυάζονται με ειδικά σχεδιασμένες αποθήκες θερμότητας οι οποίες είναι συνήθως τα δομικά στοιχεία του κελύφους όπως τα δάπεδα και οι τοιχοποιίες, ή ειδικά διαμορφωμένοι χώροι με υλικά που έχουν την ικανότητα να συλλέγουν και να αποθηκεύουν μεγάλα ποσά θερμότητας. Τα υλικά αυτά είναι είτε λίθοι είτε δοχεία νερού καθώς και πολλά άλλα, και αυτά αποδίδουν τη θερμότητα στο χώρο με φυσικό τρόπο ή εξαναγκασμένα με τη χρήση κάποιων ανεμιστήρων όπου χρειάζεται. Η ύπαρξη, το μέγεθος και το είδος της θερμικής αποθήκης εξαρτάται από τα αναμενόμενα θερμικά οφέλη από τα παθητικά ηλιακά συστήματα, από τη χρήση του χώρου και του κτιρίου αλλά και από τα καιρικά φαινόμενα που επικρατούν κατά το θέρους, και σχετίζεται με τις θερμοκρασίες και την ακτινοβολία.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η χρησιμοποίηση υλικών μεγάλης θερμοχωρητικότητας συμβάλλει στη λειτουργία του κτιρίου ως αποθήκη θερμότητας. Η θερμική αδράνεια της κατασκευής είναι σημαντική ειδικά κατά τη θερινή περίοδο διότι το κτίριο μπορεί να αποθηκεύσει δροσιά στα δομικά στοιχεία του κτιρίου κατά τη διάρκεια της νύχτας αποφεύγοντας έτσι την

υπερθέρμανση. Έτσι με τη θερμική αδράνεια επιβραδύνεται η μεταφορά της θερμότητας στο εσωτερικό του κτιρίου μέχρι η εξωτερική θερμοκρασία να μειωθεί και το κτίριο να αποβάλλει το πρόσθετο θερμικό φορτίο που αποθηκεύτηκε στη μάζα του μέσω των διαδικασιών φυσικού αερισμού και ακτινοβολίας της θερμότητας στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Η πιο επιβαρημένη θερμικά περιοχή του κτιρίου είναι η επικάλυψή του καθώς δέχεται όλη τη μέρα την ακτινοβολία του ήλιου. Ένας τρόπος επίλυσης αυτού του προβλήματος είναι οι θολωτές επικαλύψεις σε περιοχές ζεστών και ξηρών καλοκαιριών, διότι έχουν την ικανότητα να διανέμουν την ηλιακή ακτινοβολία σε μεγαλύτερη επιφάνεια σε σχέση με την οριζόντια και κατά τη διάρκεια της νύχτας αυτή η μορφή αποβάλλει μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας μέσω ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα, επιταχύνοντας τη διαδικασία φυσικής ψύξης. Όσον αφορά στο κλίμα της Ελλάδας, η παρουσία θερμικής μάζας συμβάλλει στη διατήρηση της θερμικής άνεσης, λόγω της απορρόφησης μεγάλης ποσότητας θερμότητας χωρίς να επιβαρύνει τους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις είναι ήπιες με μεγάλη χρονική υστέρηση συμβάλλει στην αποφυγή της χρήσης κλιματιστικών.

Ένα σημαντικό στοιχείο που πρέπει να διαθέτει το κτίριο, είναι η ικανότητά του να παγιδεύει τη θερμότητα του κτιρίου που συλλέγεται από τον ήλιο, στο εσωτερικό του κτιρίου και να μην διασκορπίζεται προς τα έξω. Το ποσό θερμότητας που διασπείρεται στο εξωτερικό περιβάλλον καθορίζεται από τις θερμικές απώλειες του κτιρίου το χειμώνα. Για το καλοκαίρι, οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι ψηλότερες από τις εσωτερικές, το κτίριο απορροφά θερμότητα, η οποία εισέρχεται στο χώρο με κίνδυνο υπερθέρμανσης. Αυτό οφείλεται στην εναλλαγή των εποχών, η οποία αντιμετωπίζεται με την τοποθέτηση μόνωσης στην εξωτερική πλευρά του κτιρίου. Με αυτό τον τρόπο περιορίζονται οι θερμικές απώλειες και παγιδεύεται μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας. Η θερμομόνωση προστατεύει το κτιριακό κέλυφος μειώνοντας το ενδεχόμενο υπερθέρμανσης, επιπλέον, προσφέρει συνθήκες θερμικής άνεσης.

Όλα τα κτίρια έχουν θερμικές απώλειες, οι οποίες προκύπτουν μέσω νυχτερινής ακτινοβολίας της θερμότητας από το κέλυφος στην ατμόσφαιρα. Με μεταφορά της θερμότητας μέσω της κίνησης του αέρα ή μέσω των αρμών των κουφωμάτων και από τα ανοιχτά παράθυρα, αλλά και με αγωγή της θερμότητας από το κέλυφος στο εξωτερικό περιβάλλον.

Οι θερμικές απώλειες εξαρτώνται από το λόγο της συνολικής εξωτερικής επιφάνειας προς τον όγκο του κτιρίου, από την προστασία των εκτεθειμένων πλευρών του κτιρίου στους ψυχρούς ανέμους με τη χρήση βλάστησης ή με χειρισμούς στο κτιριακό κέλυφος και τέλος από τη μείωση των εκτεθειμένων πλευρών του κτιρίου προς το βορρά, καλύπτοντας τμήμα ή ολόκληρη τη βορινή πλευρά με χώμα αν η κλίση του εδάφους το επιτρέπει.

Τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών είναι η κατάλληλη θερμομόνωση των συμπαγών στοιχείων του κελύφους, μειώνοντας έτσι το συντελεστή θερμοπερατότητας και η τοποθέτηση διπλών τζαμιών σε ανοίγματα που βρίσκονται στο βορρά, στη δύση και στην ανατολή. Τέλος η ύπαρξη κινητής θερμομόνωσης στα ανοίγματα, όπως πατζούρια ή άλλα είδη εξώφυλλων τα οποία μπορεί να διαθέτουν θερμομονωμένες εσωτερικά περσίδες. Προτιμάται η θερμομόνωση του κελύφους να γίνεται εξωτερικά και να εξασφαλίζεται η παγίδευση της αποθηκευμένης ηλιακής θερμότητας.

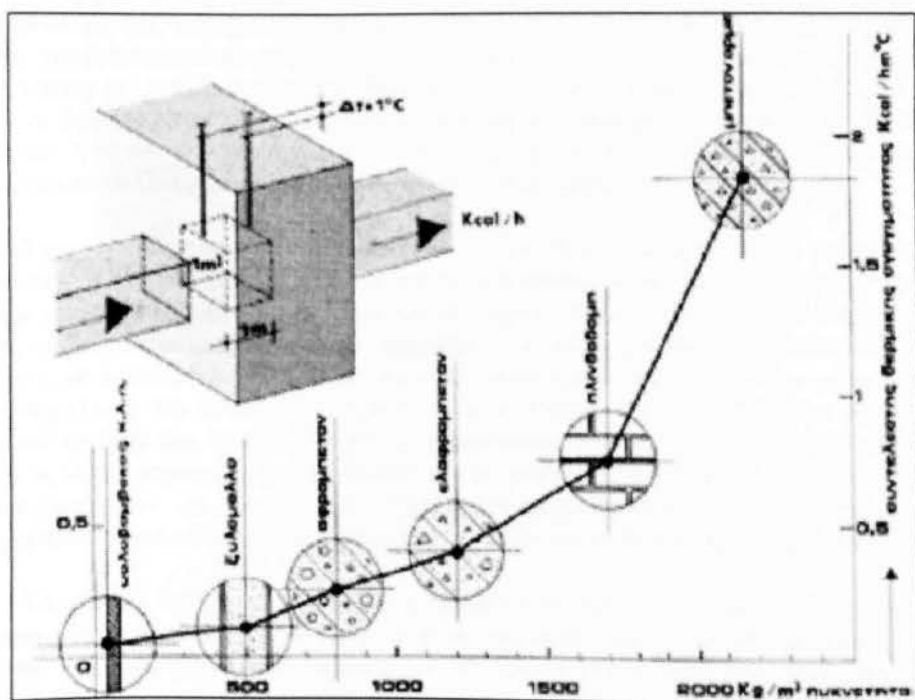
Οι θερμικές απώλειες που οφείλονται στη μεταφορά ζεστού αέρα από το κτίριο προς το εξωτερικό, μέσω των αρμών των κουφωμάτων, αποτελεί σημαντική ποσότητα θερμότητας που χάνεται. Η μεταφορά αυτή προκαλείται λόγω της διαφορετικής πίεσης μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού αέρα, λόγω διαφοράς θερμότητας αλλά και λόγω της πίεσης του ανέμου προς τα ανοίγματα. Η ανανέωση όμως του αέρα είναι ταυτόχρονα σημαντική όμως καθώς απομακρύνονται οι τοξικές ουσίες, οι οσμές, παρέχεται οξυγόνο για την αναπνοή του ανθρώπου κλπ. Η εναλλαγή του αέρα πρέπει να ελέγχεται ώστε οι θερμικές απώλειες να είναι μειωμένες και να εξασφαλίζεται η θερμική άνεση. Οι μειωμένες θερμικές απώλειες εξασφαλίζονται με την τοποθέτηση βλάστησης για την προστασία από τους ψυχρούς ανέμους, με την μείωση του μεγέθους των ανοιγμάτων που βρίσκονται στο βορρά και με την καλή στεγάνωση των αρμών των κουφωμάτων.



Είναι γνωστό ότι η ηλιακή θερμότητα αποθηκεύεται στη θερμική μάζα της κατοικίας. Η θερμομόνωση όταν είναι εξωτερική προστατεύει τη θερμική μάζα και τόσο ο βαθμός θερμομόνωσης όσο και η ποσότητα θερμικής μάζας εξαρτώνται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Σε ζεστά και ξηρά κλίματα, η θερμική μάζα είναι εξαιρετικά σημαντική καθώς απορροφά τις έντονες εξωτερικές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις ανάμεσα σε μέρα και νύχτα. Ενώ σε ψυχρά κλίματα η θερμομόνωση είναι αυτή που παίζει σημαντικότερο ρόλο και πρέπει να είναι μεγαλύτερη από ότι στα ζεστά κλίματα, διότι η θερμοκρασία σχεδιασμού αποκλίνει περισσότερο σε σχέση με τις εξωτερικές θερμοκρασίες. Για το κλίμα της Ελλάδας, τόσο η θερμομόνωση, όσο και η θερμική μάζα, αποτελούν ισοδύναμους παράγοντες αποτελεσματικής λειτουργίας του κτιρίου. Η θερμική προστασία είναι σημαντική για τη βόρεια όψη του κτιρίου και μεγάλη θερμική μάζα απαιτείται στη δυτική πλευρά, η οποία επιβαρύνεται με μεγάλα ποσά θερμότητας τη θερινή περίοδο.

### 1.1.11. Θερμομόνωση

Ένα από τα βασικά στοιχεία που πρέπει να έχει ένα παθητικό ηλιακό σπίτι για να λειτουργεί σωστά, είναι η κατάλληλη θερμομόνωση. Η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας για τους τοίχους πρέπει να είναι μικρότερη από  $0,30 \text{ W/m}^2$  ενώ για την οροφή πρέπει να είναι μικρότερη από  $0,15 \text{ W/m}^2$  και για τα παράθυρα όχι μεγαλύτερη από  $3,5 \text{ W/m}^2$ . Η θερμοχωρητικότητα της τοιχοποιίας πρέπει να είναι περίπου ίση με  $0,80 \text{ W/m}^2$ . Τα θερμομονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται στα παθητικά ηλιακά σπίτια είναι παρόμοια με αυτά των συμβατικών κατοικιών αλλά πιο πυκνά.



Απεικόνιση μεταβολής του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας συναρτήσει της πυκνότητας του υλικού

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή του κτιρίου, η εργασία που θα χρειαστεί αλλά και η λεπτομέρεια και η προσεκτικότητα, εμπεριέχουν μια μακροπρόθεσμη επίδραση στη φυσική λειτουργία του κτιρίου καθώς και στην υγεία των χρηστών, στην ασφάλειά τους αλλά και στους λογαριασμούς που πληρώνουν. Το πρότυπο θερμομόνωσης, έχει μια σημαντική επίδραση στη θερμική επίδοση, το σχεδιασμό και τη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης αλλά και στις ανάγκες για καύσιμα και στην άνεση των χρηστών.

Η επιλογή των υλικών, θα έχει επιδράσεις στην υγεία των νοίκων αλλά και στην ποιότητα του αέρα. Η ποιότητα στη λεπτομέρεια και στην εργασία, αποτελεί βασικό όργανο που συμβάλει στην αποτελεσματικότητα της θερμομόνωσης και στην ελαχιστοποίηση των θερμογέφυρων και των ρίσκων της συγκέντρωσης. Η θερμοχωρητική ικανότητα της κτιριακής κατασκευής έχει μια αντοχή στη θερμική άνεση και τις ανάγκες σε καύσιμα.

Η εφαρμογή θερμομόνωσης στα εξωτερικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό κάθε ενεργειακά χαμηλής στρατηγικής. Συχνές αναθεωρήσεις στους κτιριακούς κανονισμούς σε σχέση με τις ελάχιστες απαιτήσεις για θερμομόνωση υπογραμμίζουν τη σημασία και τα οφέλη που προκύπτουν από την επιτυχή εφαρμογή της σε αρκετά αρχιτεκτονικά σχέδια.

Η σημασία του σχεδιασμού των παραθύρων σε σχέση με τη θερμομόνωση είναι πολύ σημαντική και αυτά τα δύο στοιχεία συνδέονται άμεσα. Γενικά ένα μεγάλο μέρος του κτιριακού κελύφους καλύπτεται από παράθυρα και γυάλινες επιφάνειες. Πλέον τα μονά τζάμια αντικαθίστανται με διπλά. Ειδικά για τα παθητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται μεγάλες γυάλινες επιφάνειες που βελτιώνουν και αυξάνουν τα ηλιακά κέρδη. Αυτό είναι σύνηθες στα ψυχρά και ήπια κλίματα και ισχύει για όλη τη διάρκεια του χρόνου όχι όμως και για τα θερμά κλίματα. Όμως, οι γυάλινες επιφάνειες προκαλούν προβλήματα, δεν υπάρχει θερμική άνεση ενώ υπάρχει ανάγκη σε σκιασμό η οποία επιδρά στην εισροή του φυσικού φωτισμού. Οι λύσεις σε αυτά τα προβλήματα είναι η χρήση προηγμένης τεχνολογίας τζαμιών ή με ειδικό φυσικό ή τεχνητό σκιασμό, ανάλογα με τις ανάγκες του κτιρίου.

Τα τζάμια προηγμένης τεχνολογίας, αποτελούνται από γυαλί ή πλαστικό τα οποία είναι επαλειμμένα με μια ευρεία ποικιλία ειδικά επιλεγμένων προϊόντων. Η επάλειψη γίνεται με μείγματα που βρίσκονται σε μορφή ατμών που ψεκάζονται στο ζεστό γυαλί ή μπορεί να γίνει με κενή επάλειψη με λεπτά στρώματα πάνω στη γυάλινη επιφάνεια. Η μετατροπή του γυαλιού, μπορεί να δημιουργήσει ένα υλικό με τις καλύτερες επιθυμητές ιδιότητες. Η ποιότητα του γυαλιού και η αντίδρασή του ανάλογα τη θέση που βρίσκεται, εξετάζονται σε εγκαταστάσεις δοκιμών σύμφωνα με τις εθνικές και τις διεθνείς προδιαγραφές.

Στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία σε διπλά τζάμια με χαμηλές εκπομπές, επίσης υπάρχει ποικιλία σε διπλά-τριπλά τζάμια με polycarbonate, με ικανότητα διάχυσης φωτός αλλά και θερμομονωτικά τζάμια, ήπια θερμομονωτικά τζάμια, «ντυμένα» τζάμια κλπ. Επιπλέον υπάρχει μεγάλος αριθμός κανονικών και ειδικών παραθύρων, τα οποία χρησιμοποιούν ειδικά τζάμια για τη χρήση τους σε βιοκλιματικές κατοικίες. Αυτά τα ειδικά τζάμια καλούνται και οπτικά σκίαστρα, διότι μεταβάλλουν την ανακλαστικότητά τους ως αντίδραση στην προσπίπτουσα θερμότητα από την ηλιακή ακτινοβολία, το φωτισμό και το ηλεκτρισμό. Επίσης τα αρχιτεκτονικά οφέλη από τη χρήση τους είναι τεράστια: ηλιακή θέρμανση και φωτισμός χωρίς πρόκληση υπερθέρμανσης ή θάμβωσης-σύμφωνα με τον τρόπο σχεδιασμού της παθητικής ηλιακής κατοικίας, τα θερμοχωρητικά υλικά αλλάζουν το χρώμα τους ανάλογα με το βαθμό θερμότητας που δέχονται.

Τα ρευστά θερμοχρωμικά υλικά χρησιμοποιούν τζελ ή ρευστές ουσίες όπου το κύριο συστατικό τους αντιδρά άμεσα στο φυσικό φωτισμό όπως τα περισσότερα βιολογικά πολυμερή. Τα ηλεκτροχρωμικά υλικά αλλάζουν χρώμα αντιδρώντας στο ηλεκτρικό πεδίο που δέχονται. Πολλά οργανικά και ανόργανα ρευστά ή στερεά χρησιμοποιούνται ως μέσο, στριμωγμένα ανάμεσα σε ανοδικά και καθοδικά στρώματα.

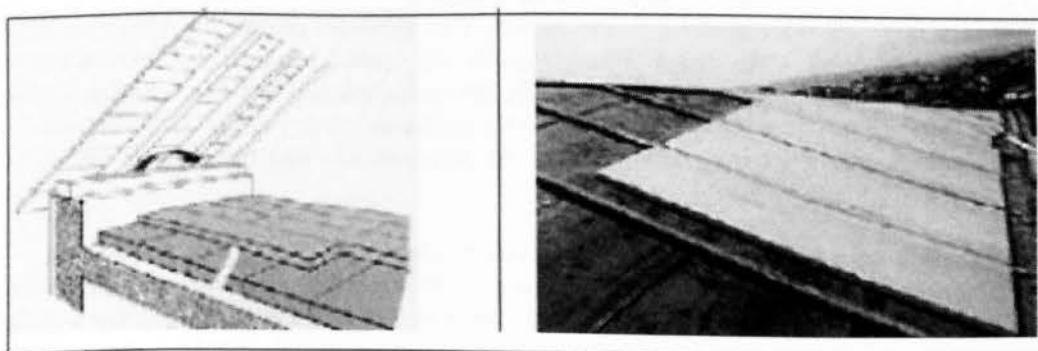
Όσον αφορά στη νυχτερινή θερμομόνωση, είναι απαραίτητη στα παράθυρα ώστε να διατηρείται η ενέργεια στο εσωτερικό της κατοικίας. Η μόνωση των παραθύρων αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τα παθητικά ηλιακά σπίτια. Αρκετά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται, δεν μειώνουν απλά το ποσοστό θερμότητας που χάνεται από το τζάμι. Τα πλεονεκτήματα που υπάρχουν είναι η μείωση του θορύβου, ο έλεγχος του εισερχόμενου φυσικού φωτισμού, η προστασία από τις καιρικές συνθήκες αλλά και η ιδιωτικότητα/ απομόνωση. Στα νεόδμητα κτίρια, τα θερμομονωμένα σκίαστρα ή πατζούρια αντικαθιστούν τα συμβατικά σκίαστρα ή κουρτίνες, τα οποία δεν είναι μονωμένα, εφόσον ο πρωταρχικός στόχος της κινητής νυχτερινής θερμομόνωσης είναι η μείωση της θερμότητας που μεταφέρεται. Οι κύριοι

παράγοντες υπολογισμού, όταν επιλέγουμε τη νυχτερινή θερμομόνωση των υαλοστασίων είναι: πόσο καλά θερμομονώνει και πως φαίνεται αισθητικά, πόσο εύχρηστο είναι και αν αποθηκεύεται εύκολα, πόσος είναι ο χρόνος ζωής του και τι συντήρηση απαιτεί, καθώς και ποια είναι τα πιθανά προβλήματα που θα προκύψουν.

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για τη νυχτερινή θερμομόνωση, των υαλοστασίων, εξαρτώνται από το μέρος που βρίσκονται τα παράθυρα. Τα εξωτερικά σκίαστρα και τα πατζούρια, προστατεύουν από τις καιρικές συνθήκες, τις μεγάλες γυάλινες επιφάνειες. Δεν επεμβαίνουν αισθητικά ή φυσικά στο εσωτερικό του κτιρίου αλλά επιδρούν στην εξωτερική εμφάνιση του κτιρίου καθώς εκτίθενται στις καιρικές συνθήκες κι έτσι πρέπει να έχουν τραχιά/ γερή κατασκευή. Τα περισσότερα εξωτερικά σκίαστρα μπορούμε να τα χειριστούμε από το εσωτερικό της κατοικίας. Αυτό αποτελεί πλεονέκτημα καθώς δεν χρειάζεται ο χρήστης να βγει έξω από την οικία του για να ανοίξει ή να κλείσει τα πατζούρια. Τα εξωτερικά κάθετα σκίαστρα με ρολά, κατασκευάζονται από ξύλο, αλουμίνιο, PVC κ.α. κάθε ρόλο κατασκευάζεται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του κάθε ανοίγματος. Οι μονώσεις μεταξύ των τζαμιών δεν απαιτούν χώρο γύρω από το τζάμι στο εσωτερικό του ή στο εξωτερικό του, για την αποθήκευση της θερμότητας που αποθηκεύεται όταν τα σκίαστρα δεν χρησιμοποιούνται. Τα σκίαστρα επηρεάζουν ελάχιστα την εμφάνιση του κτιρίου αισθητικά, όταν αυτά είναι ανοιχτά. Οι μονάδες παραθύρων, οι οποίες διαθέτουν διπλά τζάμια, με μικροσκοπικά βενετικά στόρια μεταξύ των γυάλινων επιφανειών είναι διαθέσιμα στην αγορά. Επιπλέον, υπάρχουν μονάδες που μεταξύ των γυάλινων επιφανειών υπάρχουν μικροί κόκκοι πολυστερίνης ως μονωτικό υλικό.

Τα εσωτερικά σκίαστρα και πατζούρια, αποτελούν τα συνηθέστερα μονωτικά των παραθύρων. Η αγορά διαθέτει μεγάλη συλλογή από αυτά ώστε να ταιριάζουν με τον εσωτερικό χώρο. Τα εσωτερικά γυάλινα πάνελ καλής ποιότητας, δεν χρειάζονται συντήρηση και διαρκούν μια ζωή. Αυτά τα πάνελ είναι διαθέσιμα σε γυαλί, σε άκαμπτα μονά και διπλά τζάμια αλλά και σε μη άκαμπτες λεπτές μεμβράνες. Ένα πρόβλημα των εσωτερικών μονωτικών υλικών είναι η πιθανότητα διαφυγής της συγκεντρωμένης υγρασίας μέσω ή γύρω από το μονωτικό υλικό.

Τα ιδανικά νυχτερινά μονωτικά υλικά πρέπει να έχουν χαμηλό κόστος και η τιμή τους να συμπεριλαμβάνει όλες τις απαραίτητες ενδείξεις και πληροφορίες για την πλήρη εγκατάσταση του συστήματος, καθώς και απλές οδηγίες ώστε καθένας να μπορεί να τα τοποθετήσει μόνος του. Τα υλικά πρέπει να έχουν ένα εσωτερικό «νεφελώδες εμπόδιο» και καλή περιμετρική στεγανότητα, να έχουν μεγάλο προσδόκιμο ζωής, να μην είναι εύφλεκτα ούτε τοξικά. Το συνολικό σχέδιο πρέπει να επιτρέπει τον εύκολο χειρισμό, την διασφάλιση ότι το σύστημα που θα χρησιμοποιηθεί να μπορεί εύκολα να ανοιχθεί σε περίπτωση ανάγκης.



*Σχηματική παρουσίαση μόνωσης Πραγματική παρουσίαση μόνωσης κάτω από στέγη πάνω από πλάκα σκυροδέματος*

Γενικά το πεδίο δράσης που αφορά στη θερμομόνωση, αυξάνεται ως λειτουργία των παρακείμενων:

- Της επιθυμίας μεγιστοποίησης της αυτονομίας από τις συμβατικές πηγές καυσίμων
- Των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος, λαμβάνοντας υπόψη την επιπλέον μόνωση όταν οι εξωτερικές συνθήκες που επικρατούν είναι σοβαρές και οι απαιτήσεις του εσωτερικού σχεδιασμού είναι αυξημένες.

- Του εκτεθειμένου κτιριακού κελύφους, διότι τα σπίτια που είναι ενωμένα με μεσοτοιχία είναι πιο μονωμένα και προστατευμένα από τις κατοικίες που δεν εφάπτονται με άλλες.
- Των εμποδίων της τοποθεσίας καθώς και άλλες ανάγκες για ηλιακή πρόσβαση, επιλέγοντας μικρότερα παράθυρα ή περισσότερη θερμομόνωση για αδιαφανή στοιχεία.

Αν στις παραπάνω περιπτώσεις, υιοθετηθούν επίπεδα θερμομόνωσης υψηλότερα από τις ελάχιστες ενδείξεις των κανονισμών, μπορεί να αποφέρουν σημαντικά ενεργειακά οφέλη με σχετικά μικρό επιπλέον κόστος, στο συνολικό κεφάλαιο.

Η επιλογή ενός συγκεκριμένου μονωτικού υλικού και η πυκνότητά του, δεν αποτελούν από μόνα τους επαρκή στοιχεία για να διαβεβαιώσουν την καλή λειτουργία του συστήματος ή την αποφυγή τεχνικών ρίσκων. Στην πράξη, η λειτουργικότητα του συστήματος μπορεί να εξασφαλιστεί με προσοχή στη λεπτομέρεια και στην εργασία. Γενικά συστήνεται, ο έλεγχος της ανάγκης και της συνέχειας των νεφελωδών φραγμών, η εξασφάλιση επαρκούς εξαερισμού στις αέριες κοιλότητες και στις στέγες προς αποφυγή της συμπύκνωσης της υγρασίας, της θερμότητας κλπ., η φροντίδα στα ανώφλια, στις κολώνες, στα περβάζια και στις ενώσεις των τοίχων με το πάτωμα και την στέγη ώστε να μειωθούν οι θερμικές γέφυρες και την εξασφάλιση της συνέχειας και της ακεραιότητας των μονωτικών υλικών τόσο ανάμεσα όσο και μέσα στα στοιχεία του κτιριακού κελύφους.

Η επιλογή των μονωτικών υλικών πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, θα πρέπει να σέβονται την υγεία των ενοίκων και να είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Θα πρέπει οπωσδήποτε να αποφεύγονται υλικά που παράχθηκαν με τη χρήση χλωροφθορανθράκων ή υδροχλωροφθορανθράκων.

Τα πιθανά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν από τεχνικά ρίσκα είναι η συγκέντρωση υγρασίας σε μη θερμαινόμενους χώρους και σε κοιλότητες ή κενούς χώρους, λόγω της εξάτμισης του νερού από τους θερμαινόμενους χώρους. Αυτό μπορεί να προβλεφθεί με τον εξαερισμό, με τη μόνωση μεταξύ θερμαινόμενων και μη χώρων όταν αφορά μη θερμαινόμενους χώρους, ενώ για τις κενές κοιλότητες προβλέπεται με τον εξαερισμό τους προς τα έξω, με την απόσπαση από την πηγή και με την πρόβλεψη ή τον έλεγχο του εξατμιστικού φραγμού.

Οι θερμογέφυρες αποτελούν ένα ακόμη πρόβλημα και σχηματίζονται γύρω από τις πόρτες και τα παράθυρα αλλά και στις ενώσεις μεταξύ των τοίχων, του πατώματος και της οροφής. Το αίτιο που προκαλεί αυτό το φαινόμενο είναι κενά στην μόνωση ή όταν γίνεται η μόνωση με πυκνά υλικά. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί με την διατήρηση της συνέχειας της μόνωσης και την αποφυγή χρήσης πυκνών υλικών στις κοιλότητες. Για τις πόρτες και τα παράθυρα αυτή η κατάσταση αποφεύγεται με την προσθήκη μόνωσης γύρω από αυτά αλλά και με την τοποθέτηση πλαισίου στο βάθος του ανοίγματος. Η φωτιά είναι ένα ακόμη πρόβλημα που προκαλείται από την υπερθέρμανση των καλωδίων που περνούν μέσα από τη θερμομόνωση και αποφεύγεται με την χρήση καλωδίων μεγαλύτερης θερμοχωρητικότητας, την αποφυγή εύφλεκτων θερμομονωτικών υλικών καθώς και με την τοποθέτηση των καλωδίων πάνω από τη μόνωση.

Τέλος η ψύξη των δεξαμενών αποτελεί ένα ακόμη πρόβλημα των μονώσεων που προκαλείται λόγω του κρύου αέρα και της χαμηλής ροής θερμότητας από τις σωληνώσεις της θερμομόνωσης της σοφίτας. Αυτό παρατηρείται στις σοφίτες και σε όλους τους μη θερμαινόμενους χώρους. Ο τρόπος αποφυγής αυτού του φαινομένου είναι η θερμομόνωση των δεξαμενών νερού αλλά και των σωληνώσεων.

Εκτός όμως από τη θερμομόνωση των παραθύρων, η θερμομόνωση των τοίχων είναι εξίσου σημαντική. Σε ένα χώρο που θερμαίνεται έχει την τάση να ακτινοβολεί προς τον ψυχρότερο χώρο που τον περιβάλλει θερμότητα, η οποία διαφεύγει από τις ατέλειες στην κατασκευή του κτιρίου και οι οποίες θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με την κατάλληλη μόνωση ανάλογα την περίπτωση. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να μην εμποδίζεται ο επαρκής αερισμός της κατοικίας και να μπορεί να ανανεώνεται συστηματικά και ανεμπόδιστα προς όλους τους χώρους της κατοικίας. Η σωστή θερμομόνωση, σε συνδυασμό με ένα ικανοποιητικό

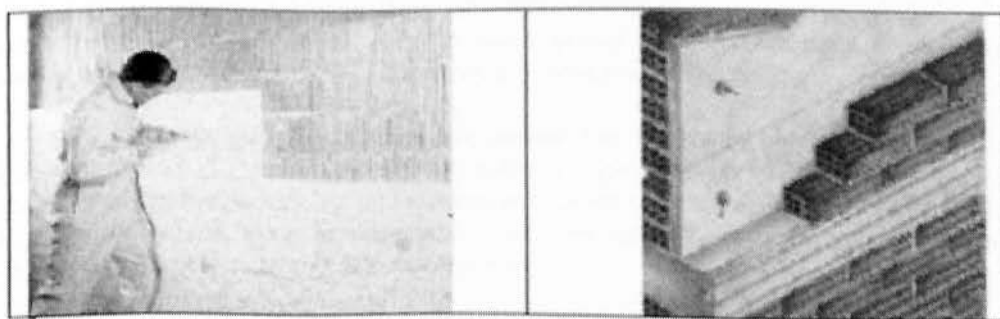


Όμως αυτή η μέθοδος εμφανίζει και κάποια μειονεκτήματα, αυτά είναι ο περιορισμός του εσωτερικού χώρου, διότι ο χώρος παρά το γεγονός ότι θερμαίνεται γρήγορα, ψύχεται αντίστοιχα γρήγορα, και μένει ανεκμετάλλευτη η θερμοχωρητικότητα του εξωτερικού τοίχου. Επίσης αυτή η μέθοδος δεν λύνει το πρόβλημα των θερμογέφυρων, τα δομικά στοιχεία κινδυνεύουν από τις συστολές και τις διαστολές που προκαλούν οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις με άμεση επίπτωση, την πρόκληση ρηγματώσεων και την εισροή βρόχινου νερού. Τέλος, η εσωτερική μόνωση δημιουργεί άλλο ένα πρόβλημα σχετικά με την τακτοποίηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.

Όσον αφορά στην εξωτερική θερμομόνωση, το μονωτικό τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος του τοίχου. Τα πλεονεκτήματα αυτού του τρόπου μόνωσης είναι το γεγονός ότι ο χώρος έχει την ικανότητα διατήρησης της θέρμανσης αφότου διακοπεί η λειτουργία της θέρμανσης κι αυτό οφείλεται στη θερμοχωρητικότητα των τοίχων. Οι νότιοι χώροι των κτιρίων διατηρούν τη θερμότητα του ηλιακού κέρδους που αποθηκεύεται στους μεγάλο βάρους εσωτερικούς τοίχους. Επίσης, δεν μειώνεται ο ωφέλιμος κατοικήσιμος χώρος, οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων προστατεύονται από τις συστολές και τις διαστολές, εξασφαλίζεται η κάλυψη των θερμογέφυρων στα δοκάρια, στις κολόνες και στις πλάκες σκυροδέματος. Τέλος, δεν εμποδίζεται η ομαλή λειτουργία των εσωτερικών χώρων κατά τη διάρκεια κατασκευής της εσωτερικής θερμομόνωσης.

Τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι το γεγονός ότι είναι ακριβή σε σχέση με την θερμομόνωση της εσωτερικής πλευράς του τοίχου, η εφαρμογή της εξωτερικής θερμομόνωσης δεν είναι εύκολη στην περίπτωση που οι τοίχοι διαθέτουν πολλές αρχιτεκτονικές προεξοχές αλλά κι όταν οι εξωτερικές όψεις των κτιρίων εμφανίζουν έντονη μορφολογία. Επιπλέον, απαιτείται ειδική προστασία των υλικών και των στρώσεων από τις καιρικές συνθήκες.

Στη θερμομόνωση με τη χρήση ειδικών τούβλων, ο τοίχος χτίζεται με ειδικά θερμομονωτικά τούβλα που με το σχήμα, τις διαστάσεις, τον τρόπο κατασκευής τους κλπ. θα πρέπει να εξασφαλίζουν τιμές για τον συντελεστή θερμοπερατότητας στα πλαίσια που επιβάλλει ο κανονισμός θερμομόνωσης. Αν χρειαστεί να αυξηθεί αυτός ο συντελεστής, προστίθεται μονωτικό υλικό που μπορεί να είναι ενσωματωμένο στο θερμομονωτικό τούβλο. Παρά το γεγονός ότι ο συγκεκριμένος τρόπος θερμομόνωσης παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα, αυτό θα γίνει εφόσον εξασφαλιστεί η σωστή κατασκευή των επιχρισμάτων με την κατάλληλη στενότητα, ώστε στη μάζα των θερμομονωτικών τούβλων, να μην εισέρχεται υγρασία.



*Πραγματική παρουσίαση τοίχου*

*Σχηματική παρουσίαση μόνωσης θερμομόνωσης σε κατακόρυφο τοίχο*

Στη θερμομόνωση του πυρήνα μεταξύ δύο τοίχων, το μονωτικό υλικό τοποθετείται ανάμεσα σε δύο δρομικούς τοίχους, έτσι επιτυγχάνεται θερμομόνωση αλλά είναι άγνωστο κατά πόσο υπάρχει προστασία από τη στατική αντοχή του συστήματος στον αντισεισμικό κανονισμό. Αυτή η τεχνική μπορεί να βελτιωθεί ακόμη κι αν σχηματισθούν θερμογέφυρες από την κατασκευή των σενάζ (λωρίδα οπλισμένου σκυροδέματος που τοποθετείται στο μέσο περίπου της τοιχοποιίας, για ενίσχυση).

Οι ιδιότητες των μονωτικών υλικών είναι ο συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών, η μηχανική τους αντοχή, η σταθερότητα στις διαστάσεις, η αντίσταση στη φωτιά και το ειδικό βάρος.

Όσον αφορά στο συντελεστή αντίστασης στη διάχυση υδρατμών, τα θερμομονωτικά υλικά πρέπει να μένουν στεγνά, κάτι που επιτυγχάνεται ανάλογα με το βαθμό αντίστασης του κάθε υλικού στην διάχυση των υδρατμών, ο οποίος καθορίζεται από το συντελεστή αντίστασης στη διάχυση υδρατμών  $\mu$ . Αυτός ο συντελεστής μας δίνει πληροφορίες σχετικά με την αντίσταση στη διάχυση ενός στρώματος του υλικού σε σχέση με το στρώμα αέρα ίσου πάχους. Όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής τόσο το καλύτερο, διότι όσο μικρότερος είναι τόσο πιο ευαίσθητο είναι το υλικό στην υγρασία. Τέλος ο συντελεστής αυτός είναι ένα σχετικό και αδιάστατο μέγεθος.

Ένα σύστημα θερμομόνωσης που θα κατασκευαστεί, χρειάζεται επαρκή μηχανική αντοχή. Τα υλικά που διαθέτουν μεγάλη μηχανική αντοχή, χρησιμοποιούνται ως αυτοφερόμενα, ενώ αυτά με μικρότερη μηχανική αντοχή μπορούν να μπουν σε φέρον πλέγμα κι αυτά με ακόμα μικρότερη χρησιμοποιούνται ως υλικά πλήρωσης. Η αντοχή όπως και η συμπίεση είναι πολύ σημαντικές στη θερμομόνωση των δαπέδων. Σε πολλές περιπτώσεις, είναι αναγκαία η γνώση των ενδιάμεσων παραμορφώσεων μέχρι τη θραύση από μερικές φορτίσεις που προκαλούν καταπονήσεις σε φέροντα στοιχεία ή επενδύσεις. Επίσης κάποιες φορές χρειάζονται πληροφορίες για την αντοχή των υλικών σε κάμψη ή εφελκυσμό. Αυτή η γνώση είναι απαραίτητη στις εσωτερικές θερμομονώσεις ορόφων που διαθέτουν μεγάλα ανοίγματα, αλλά και σε αυτοφερόμενες κατασκευές που καταπονούνται από τις καιρικές συνθήκες.

Η σταθερότητα των διαστάσεων των θερμομονωτικών πλακών που κατασκευάζονται με θερμικές διεργασίες έχουν την ικανότητα διαφοροποίησής τους στη φάση της ψύξης που όμως έχει ως αποτέλεσμα την επιδείνωση της κατάστασής τους λόγω της γήρανσης. Αυτό αποφεύγεται με τεχνική έναντι στη γήρανση κατά την παραγωγική διαδικασία για να σταθεροποιηθούν οι διαστάσεις. Στην περίπτωση που υπάρχουν μεγάλες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις υπάρχει γραμμική συρρίκνωση σε όλα τα στερεά μονωτικά υλικά. Κάποια μονωτικά υλικά διαθέτουν υψηλό συντελεστή διαστολής που θα πρέπει ο κατασκευαστής να το λάβει υπόψη κατά την τοποθέτηση. Είναι εξίσου σημαντικό να γίνεται έλεγχος στις ανοχές των διαστάσεων αλλά και στην συμπεριφορά τους.

Στις μέρες μας προτιμάται να χρησιμοποιούνται θερμομονωτικά υλικά τα οποία δεν είναι εύφλεκτα, παρά το αυξημένο κόστος τους. Η συμπεριφορά τους στη φωτιά έχει άμεσες οικονομικές επιπτώσεις. Την καλύτερη συμπεριφορά στη φωτιά, έχουν τα ινώδη υλικά, ο περλίτης και το αφρώδες γυαλί. Το ειδικό βάρος των θερμομονωτικών υλικών, αποτελεί βασική τους ιδιότητα διότι ακόμη και το ελαφρύτερο υλικό μπορεί να έχει χειρότερες θερμομονωτικές ιδιότητες από κάποιο βαρύτερο καθώς αυτό έχει πυκνότερες κυψέλες.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στη μόνωση των παθητικών ηλιακών κατοικιών πρέπει να είναι οικολογικά. Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένα υλικό για να καλείται οικολογικό είναι να είναι ανακυκλώσιμο, να μην καταναλώνει μεγάλα ποσά ενέργειας κατά την παραγωγή του, να είναι φιλικό προς το περιβάλλον και να μην περιέχει τοξικούς-καρκινογόνους ρύπους, επικίνδυνους για την υγεία των ανθρώπων.

Τα βασικά θερμομονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται κατά τη μόνωση των κατοικιών είναι η εξηλασμένη πολυστερίνη, η πολουρεθάνη, ο υαλοβάμβακας, ο πετροβάμβακας, ο περλίτης, το Heraklith και ο διογκωμένος φελλός.

Η εξηλασμένη πολυστερίνη προέρχεται από υδρογονάνθρακες, μια μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, όπου καταναλώνεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας κατά την παραγωγή της, η οποία κυμαίνεται από 450-850 kWh/m<sup>3</sup>, μολύνει το περιβάλλον καθώς εκλύονται τοξικά πτητικά αέρια στο περιβάλλον όπως χλωροφθοράνθρακες, πεντάνιο κ.α., δεν είναι ανακυκλώσιμο το υλικό και έχει επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου καθώς παράγεται styρένιο. Τέλος, δημιουργεί ισχυρά ηλεκτροστατικά πεδία και το κτίριο δεν έχει καμία δυνατότητα διαπνοής.

Η πολουρεθάνη, δεν παράγεται από υλικά ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, κατά την παραγωγή της καταναλώνονται 1000-1200 kWh/m<sup>3</sup>, δεν ανακυκλώνεται, το κτίριο δεν έχει

δυνατότητα διαπνοής, εκλύει κατά τη χρήση της υδροχλωροφθοράνθρακες, ίσο-κυανάτες που απελευθερώνουν στο περιβάλλον αμίνες άκρως επικίνδυνες για τον άνθρωπο, σε περίπτωση πυρκαγιάς παράγεται κυάνιο το οποίο είναι ιδιαίτερος τοξικό.

Ο υαλοβάμβακας και ο πετροβάμβακας, αν και είναι μη ανανεώσιμα, προέρχονται από υλικά που υπάρχουν σε αφθονία στη φύση. Κατά την παραγωγή τους καταναλώνουν 150-250 kWh/m<sup>3</sup>, η κύρια μόλυνση που προκαλούν είναι κατά την παραγωγή, η έκλυση διοξειδίου του άνθρακα. Όσον αφορά στην υγεία του ανθρώπου αποτελεί ένα από τα καρκινογόνα υλικά και είναι καλό να αποφεύγεται η χρήση του.

Ο περλίτης, είναι προϊόν ηφαιστειακής προέλευσης, αποτελείται από μη ανανεώσιμες πηγές που όμως βρίσκεται σε αφθονία στη φύση, μπορεί να ανακυκλωθεί κατά ένα μέρος και δεν εκλύει τοξικά αέρια τόσο κατά την παραγωγή του όσο και σε περίπτωση πυρκαγιάς. Είναι ένα καλό θερμομονωτικό υλικό και κατά την παραγωγή του καταναλώνει περίπου 230 kWh/m<sup>3</sup> ενέργεια.

Το Heraklith, αποτελεί ένα αποδεκτό οικολογικά προϊόν, είναι ανανεώσιμο όσον αφορά στο ξυλόμαλλο και λιγότερο όσον αφορά στον μαγνησίτη, κατά την παραγωγή του απαιτεί λιγότερη ενέργεια σε σχέση με τα άλλα μονωτικά υλικά. Ένα άλλο χαρακτηριστικό του είναι το γεγονός ότι μπορεί να ανακυκλωθεί εύκολα, δεν είναι εύφλεκτο, δεν εκλύει τοξικές ουσίες και δεν προκαλεί προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου. Όμως παρουσιάζει μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα λόγω του τσιμέντου και είναι αναγκαία η σωστή γείωση του οπλισμένου σκυροδέματος. Παρά το γεγονός ότι στην Ευρώπη υπάρχουν τρία είδη τέτοιων υλικών όπως το Heraklith, το Ecolith και το Fibralith, στην Ελλάδα υπάρχει μόνο το Heraklith.

Τέλος, ο διογκωμένος φελλός, αποτελείται από ανανεώσιμες πηγές, είναι πλήρως ανακυκλώσιμο υλικό, η ενέργεια που καταναλώνει κατά την παράγωγή του είναι πολύ χαμηλή 80-90 kWh/m<sup>3</sup>, είναι απόλυτα φιλικό και υγιεινό, εφόσον οι κατασκευάστριες εταιρίες δεν χρησιμοποιούν συνθετικές κόλλες. Το κύριο μειονέκτημά του είναι το κόστος του το οποίο είναι αρκετά υψηλό καθώς στην Ελλάδα δεν υπάρχουν φυτείες τέτοιων φυτών κι έτσι η Ευρώπη προμηθεύεται αυτό το υλικό από την Πορτογαλία, η οποία είναι η κύρια παραγωγός Quercus- βελανιδιών.

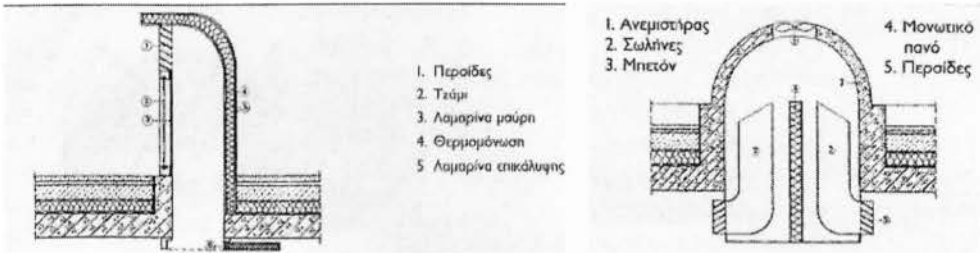
Στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες στην αγορά υπάρχουν αρκετά οικολογικά μονωτικά υλικά τα οποία δεν βρίσκονται ακόμα στη χώρα μας, ούτε παράγονται παρά το γεγονός ότι στην Ελλάδα υπάρχει το λινάρι, το βαμβάκι και ο άργιλος. Αυτά είναι το λιναρόμαλλο, το ρολό από ίνες κοκκοφοίνικα, η τζίβα σε φύλλα και λωρίδες, ο διογκωμένος άργιλος και το μονωτικό υλικό από τα υπολείμματα του βαμβακιού. Αντίθετα στη χώρα μας συνεχίζεται η χρήση υλικών πλούσιων σε αμίαντο και φορμαλδεϋδη κατά την κατασκευή κτιρίων, παρά το γεγονός ότι έχει απαγορευθεί η χρήση τους.

Όσον αφορά στη λειτουργία του κτιρίου ως συλλέκτης και αποθήκη ψύξης, λόγω της αντίστροφης κατάστασης που ισχύει στις θερμοκρασίες το καλοκαίρι, σε αντίθεση με το χειμώνα οι θερμοκρασίες διατηρούνται σε υψηλότερα επίπεδα στο εξωτερικό περιβάλλον κι έτσι το κτίριο απορροφά μεγαλύτερα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας δημιουργώντας συνθήκες υπερθέρμανσης στο εσωτερικό της κατοικίας.

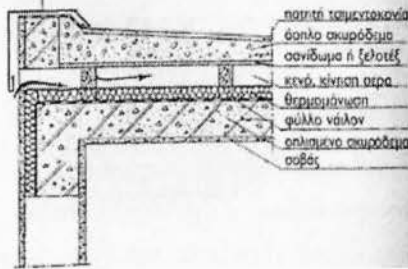
Γι' αυτό το λόγο πρέπει να ληφθούν μέτρα για την αποφυγή των επιβαρύνσεων του κτιρίου και τη λειτουργία του ως φυσικού συλλέκτη δροσισμού με την προστασία του κτιρίου από τον ήλιο με τη σκίαση των ανοιγμάτων, αποκλείοντας την ανεπιθύμητη ηλιακή ενέργεια στο εσωτερικό του κτιρίου, με την εξασφάλιση ικανής ποσότητας φυσικού δροσισμού, κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας, στο εσωτερικό της κατοικίας, ώστε να απομακρύνεται το επιπλέον θερμικό φορτίο, που απορροφάται από τα υλικά κατασκευής τη μέρα. Με την εξασφάλιση θερμικής αδράνειας στην κατασκευή και με τη χρήση υλικών υψηλής θερμοχωρητικότητας. Επίσης, με την βαφή των εξωτερικών επιφανειών με ανοιχτά χρώματα, ώστε να μειώνεται η απορροφούμενη θερμότητα κατέλος με την φυσική ψύξη μέσω της εξάτμισης όταν το κλίμα είναι ζεστό και ξηρό.



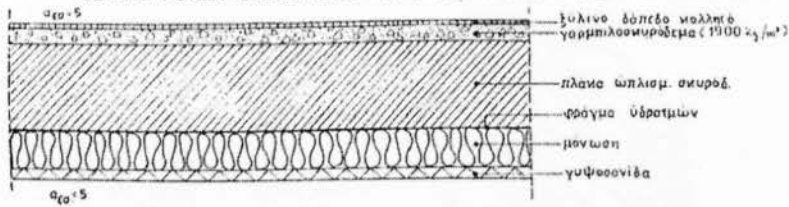
Ακολουθούν κάποιες φωτογραφίες με τύπους μονώσεων στα διάφορα μέρη ενός κτιρίου.



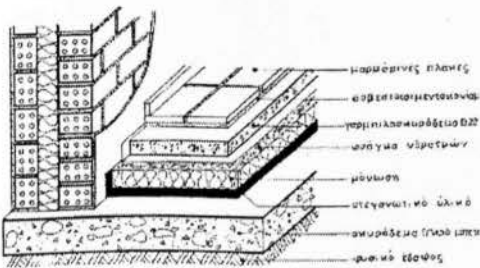
Στραντζαριστή λαμαρίνα βαμμένη άσπρη



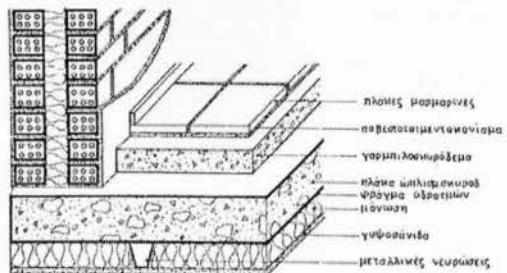
ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΚΛΕΙΣΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΧΩΡΟ.



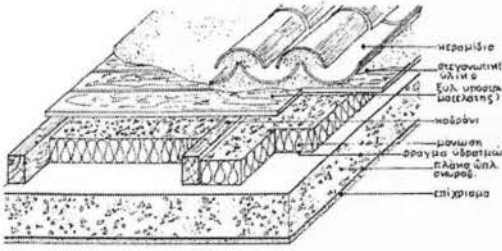
ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΦΕΙΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.



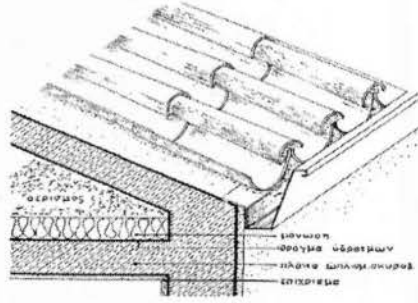
ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΡΙΛΟΤΙΣ



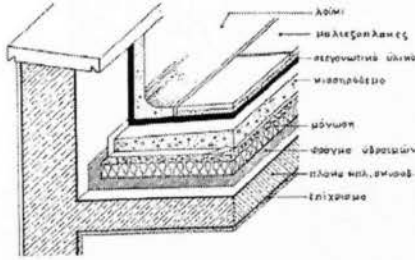
ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΗΣ



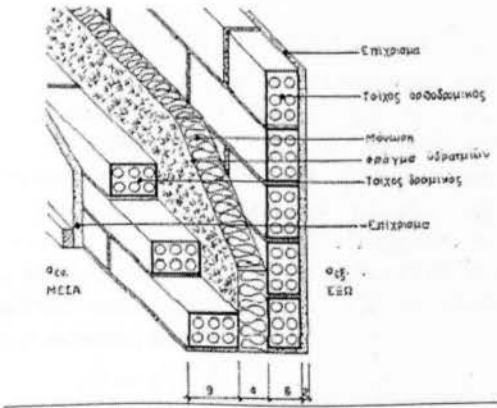
ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΗΣ



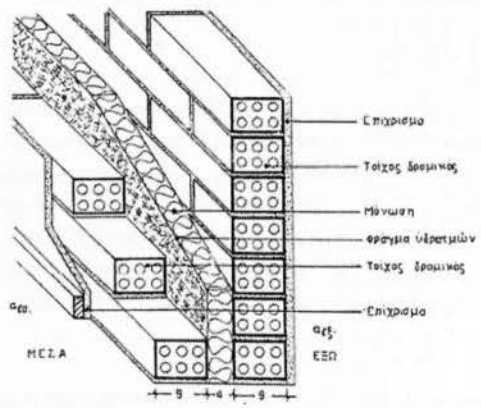
ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΔΩΜΑΤΟΣ



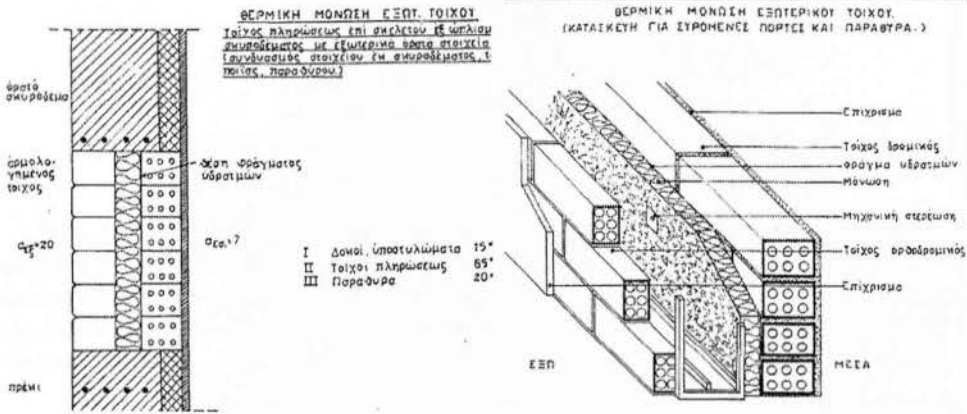
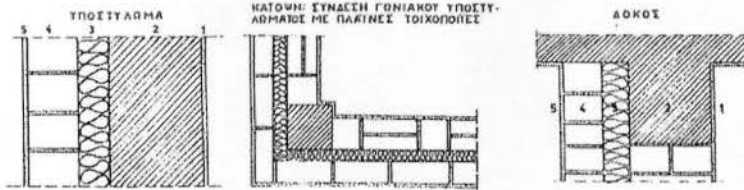
ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΕΣΤΕΡΙΚΟΥ ΤΟΙΧΟΥ



ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΕΣΤΕΡΙΚΟΥ ΤΟΙΧΟΥ



ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΥΠΟΣΤΥΛΙΑΤΟΣ ΚΑΙ ΔΟΚΟΥ

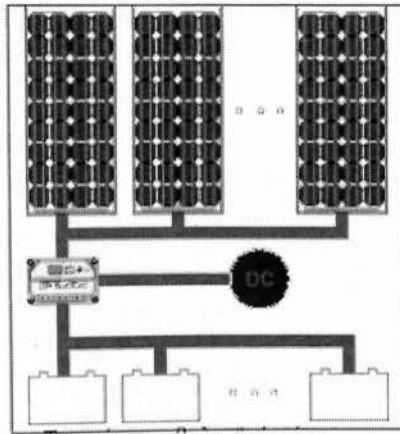


1.1.12. Ηλιακή Ενέργεια

Είναι η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο και αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται τη θερμική και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου, με τη χρήση μηχανικών μέσων για τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή της. Η Ελλάδα, χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια, προσφέρεται για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η μέση ημερήσια ενέργεια που δίνεται από τον ήλιο στην Ελλάδα είναι 4,6 kWh/m<sup>2</sup>. Η επιφάνεια των εγκαταστημένων συλλεκτών στη χώρα μας ανέρχεται περίπου σε 2.000.000 m<sup>2</sup>. Η τιμή αυτή αποτελεί ποσοστό 50% περίπου, της επιφάνειας συλλεκτών εγκατεστημένων σε ολόκληρη την Ευρώπη. Οι συλλέκτες αυτοί, κυρίως αφορούν σε μικρά οικιακά συστήματα και όχι σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής.

Η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τόσο σε απομακρυσμένες όσο και σε κατοικημένες περιοχές, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον, κάνει ελκυστική τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται βασικά από:

- το Φ/Β πλαίσιο (είδος ηλιακού συλλέκτη)
- το σύστημα αποθήκευσης της ενέργειας (μπαταρίες)
- τα ηλεκτρονικά συστήματα που ελέγχουν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει η Φ/Β συστοιχία.



Τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα

Μία τυπική συστοιχία αποτελείται από ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια, ηλεκτρικά συνδεδεμένα μεταξύ τους. Όταν τα Φ/Β πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, τότε αυτά μετατρέπουν ένα 10% περίπου της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Επιπλέον, η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται αθόρυβα, αξιόπιστα και δίχως καμιά επιβάρυνση για το περιβάλλον.

Τα Φ/Β πλαίσια αποτελούνται από κατάλληλα επεξεργασμένους δίσκους πυριτίου, (ηλιακά στοιχεία = solar cells) που βρίσκονται ερμητικά σφραγισμένοι μέσα σε πλαστική ύλη για να προστατεύονται από τις καιρικές συνθήκες (π.χ. υγρασία). Η μπροστινή όψη του πλαισίου προστατεύεται από ανθεκτικό γυαλί. Η κατασκευή αυτή, που δεν ξεπερνά σε πάχος τα 4 με 5 mm, τοποθετείται συνήθως σε πλαίσιο αλουμινίου, όπως στους υαλοπίνακες των κτιρίων. Τα εσωτερικά είναι διασυνδεδεμένα εν σειρά και παραλλήλω ανάλογα με την εφαρμογή.

Στις περισσότερες εφαρμογές, πολλά πλεονεκτήματα παρέχει το σύστημα σταθερής κλίσης των Φ/Β, με κατεύθυνση προς το νότο και φυσικά με την προϋπόθεση ότι η προσαρμογή γίνεται κάτω από την κατάλληλη γωνία ροής. Τα πλεονεκτήματα είναι τα εξής:

- Εύκολο και ολιγοδάπανο μοντάρισμα με το μικρότερο κόστος.
- Καλή μηχανική σταθερότητα της εγκατάστασης ακόμα και κάτω από ισχυρούς ανέμους.
- Ποικιλία δυνατοτήτων για μια αισθητικά ικανοποιητική ενσωμάτωση στις υφιστάμενες κτιριακές δομές.

Από την άλλη πλευρά, η απόδοση των Φ/Β μεταβλητής κλίσης μπορεί να βελτιωθεί με την κατάλληλη κατεύθυνση τους προς τον ήλιο και μάλιστα παρατηρείται μεγαλύτερη βελτίωση όσο μεγαλύτερο είναι το εύρος της ευθείας ακτινοβολίας στο σύνολο της ακτινοβολίας. Τεχνικά η συνεχής στροφή προς τον ήλιο απαιτεί μια σταθερή κατασκευή με κίνηση και ρύθμιση της κατεύθυνσης.

Αυτό βέβαια συνδέεται πάντα με μεγαλύτερο κόστος σε σχέση με το σταθερό μοντάρισμα, αλλά και με την κατανάλωση πρόσθετου ρεύματος. Η διεξαγωγή με δύο άξονες λειτουργεί με δύο προωστήρες, ώστε να προσαρμοστεί και η κατεύθυνση (δηλ. η περιστροφή γύρω από κάθετο άξονα) και η κλίση (ροπή γύρω από οριζόντιο άξονα) των Φ/Β στη θέση του ήλιου και να φέρει την καλύτερη δυνατή απόδοση. Αντίθετα, στην μονοαξονική διεξαγωγή χρησιμοποιείται ένας κυρτός, πολικός (δηλ. κατευθυνόμενος προς το βορρά) άξονας με έναν μόνο προωστήρα. Αυτού του είδους η διεξαγωγή έχει μικρότερη απόδοση σε ενέργεια, σε σχέση με τη διεξαγωγή των δύο αξόνων. Η ηλιακή ακτινοβολία πάνω στην ηλιακή γεννήτρια ενισχύεται, κατά κύριο λόγο και με έναν καθρέφτη, δηλαδή μέσω της συγκέντρωσης του ηλιακού φωτός. Βέβαια η χρήση ανακλαστήρων έχει νόημα μόνο στην κινούμενη εγκατάσταση. Η μορφή αυτή δεν μπόρεσε να επικρατήσει στην χώρα μας γιατί:

- Η συγκέντρωση του ηλιακού φωτός αξίζει μόνο υπό συνθήκες κινούμενου μονταρίσματος και υψηλού μέρους ευθείας ακτινοβολίας.

- Οι φωτοκυψέλες θερμαίνονται έντονα μέσω της συγκέντρωσης της ακτινοβολίας, έτσι ώστε όταν ο βαθμός συγκέντρωσης είναι μεγαλύτερος του 2, χωρίς ενεργή ψύξη σε κυψέλες από Siliconium, προξενούνται ζημιές στις κυψέλες.
- Η παραγωγή καθρεφτών είναι φθηνότερη από ό,τι η παραγωγή Φ/Β, αλλά δε φέρνουν τόσο μεγάλη πρόσθετη απόδοση. Επίσης, εκτός αυτού, απαιτούν πολύ χώρο στο μοντάρισμα όταν είναι σε κινούμενη εγκατάσταση.

Η ενσωμάτωση των Φ/Β πλαισίων στα κτίρια μπορεί να έχει πολλαπλά οφέλη. Εκτός από την παραγωγή ηλεκτρισμού τα Φ/Β πλαίσια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως δομικά στοιχεία για την κάλυψη της οροφής, για την επένδυση της πρόσοψης ή και ως σκίαστρα. Το νέο αυτό στοιχείο στην αρχιτεκτονική, θα μπορούσε να οδηγήσει σε πρωτότυπες λύσεις για την εμφάνιση των κτιρίων.

Για την κατάλληλη τοποθέτηση ενός ηλιακού συστήματος, υπολογίζεται πρώτα το μέγεθος της γεννήτριας ρεύματος, ανάλογα με την υφιστάμενη ανάγκη για ενέργεια σε κάθε περίπτωση. Το ηλιακό σύστημα θα πρέπει να προμηθεύει ενέργεια σε επαρκή ποσότητα, ώστε να καλύπτει το ρεύμα που καταναλώνουν στη διάρκεια της ημέρας λάμπες, συσκευές, καθώς επίσης και την ενέργεια που καταναλώνει η ίδια η εγκατάσταση.

### 1.1.13. Ανοίγματα στο κτηριακό κέλυφος

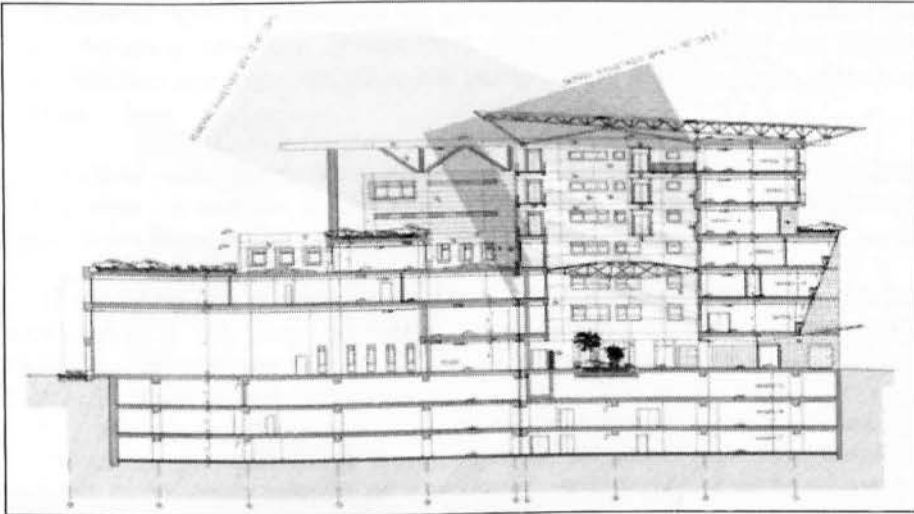
Όσον αφορά στο μέγεθος των ανοιγμάτων, σε συνδυασμό με τον προσανατολισμό αποτελούν βασικό παράγοντα στη λειτουργία του κτιρίου ως ηλιακός συλλέκτης. Στα ανοίγματα το βασικό υλικό που χρησιμοποιείται είναι το γυαλί το οποίο δεν είναι ιδιαίτερα θερμομονωτικό υλικό κι έτσι υπάρχουν μεγάλες θερμικές απώλειες από τα υαλοστάσια. Όμως, τα υαλοστάσια ευθύνονται για τις θερμικές απολαβές εφόσον υπάρχει κι ο κατάλληλος προσανατολισμός, προς το νότο με ανοχή  $\pm 30^{\circ}$  ανατολικότερα ή δυτικότερα του νότου. Έτσι προτείνονται μεγάλα ανοίγματα στο νότο με μονό ή διπλό τζάμι, τα παράθυρα μεσαίων διαστάσεων προτιμώνται στην ανατολή και τη δύση, ενώ τα μικρότερα παράθυρα στη βόρεια όψη με διπλά τζάμια. Όμως αυτά μπορεί να αλλάξουν αν υπάρχει θέα στο βορρά. Όσον αφορά στο θερμικό ισοζύγιο των νοτίων ανοιγμάτων αν υπάρχουν διπλά τζάμια, τα ηλιακά κέρδη είναι μεγαλύτερα από τις θερμικές απώλειες και αυτό έχει αποτέλεσμα τη δημιουργία θετικού ισοζυγίου κατά 23% τη χειμερινή περίοδο. Αν υπάρχουν διπλά τζάμια και πατζούρια τότε το θετικό ισοζύγιο θα είναι ακόμη μεγαλύτερο κατά 56% σε σχέση με τις θερμικές απώλειες. Τέλος για να μπορεί το νότιο άνοιγμα να λειτουργεί ως ηλιακός συλλέκτης θα πρέπει να υπάρχουν διπλά τζάμια, εξώφυλλα μονωμένα και σωστή τοποθέτηση των κουφωμάτων. Η σωστή χωροθέτηση του κτιρίου στο οικοπέδο, θα συμβάλλει στην λειτουργία του κτιρίου ως ηλιακός συλλέκτης.

Για να έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα προτείνεται η χωροθέτησή του προς το νότο, για να εξασφαλίζεται επαρκής ηλιασμός. Τα στοιχεία τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι οι ώρες και οι μήνες ηλιασμού με τη χρήση των ηλιακών χαρτών, οι οποίοι είναι σχεδιασμένοι κατά τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχουν πλήρη εικόνα της θέσης του ήλιου. Αυτό μας δείχνει την καταλληλότερη θέση για την τοποθέτηση του κτιρίου. Έτσι βάσει του τοπογραφικού αλλά και των όρων δόμησης της περιοχής, μπορεί να προσδιοριστεί η γωνία ύψους των εμποδίων του οικοπέδου που υπάρχουν σε αυτό.

Τα βήματα που ακολουθούνται για να γίνουν οι σωστοί υπολογισμοί και να βγουν τα κατάλληλα αποτελέσματα είναι τα εξής:

- προσανατολίζεται το οικοπέδο ή το κτίριο στον ηλιακό χάρτη, αν είναι νότιο ταυτίζεται η γωνία αζιμουθίου του οικοπέδου με την γωνία  $0^{\circ}$  του χάρτη που αντιστοιχεί στον ηλιακό νότο, αν είναι ανατολικό ταυτίζεται σε γωνία  $90^{\circ}$  στα αριστερά του νότου, αν είναι δυτικό σε γωνία  $90^{\circ}$  δεξιά του νότου.
- αν το οικοπέδο ή το κτίριο έχει διαφορετικό προσανατολισμό τότε χαράσσεται η κάθετη στην οικοδομική γραμμή του οικοπέδου και υπολογίζεται η απόκλιση από το νότο, έπειτα αυτό σημειώνεται στον ηλιακό χάρτη.
- στη συνέχεια προσδιορίζονται τα αζιμούθια των απέναντι εμποδίων, υψώνοντας κάθετες ως προς τα οριζόντια, και τα σημεία τομής που προκύπτουν αντιστοιχούν στη γωνία ύψους των εμποδίων με τις κάθετες που υψώθηκαν, ορίζοντας τα απέναντι εμπόδια.

- ακολουθείται για κάθε εμπόδιο η ίδια διαδικασία με αποτέλεσμα την δημιουργία πολλών σημείων τομής, τα οποία σχηματίζουν μια τεθλασμένη γραμμή που καθορίζει τη σκιά του περιβάλλοντος χώρου στο οικόπεδο ή το κτίριο που μελετάται.
- σε περίπτωση που τα απέναντι κτίρια είναι ισούψη, η τεθλασμένη καμπύλη θα είναι καμπύλη και θα προσδιορίζεται με το μετρητή σκιάς, στον οποίο απεικονίζονται οι γωνίες ύψους των απέναντι εμποδίων.



*Πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας σε πρόσοψη κτιρίου*

Όσον αφορά στη διάρθρωση των εσωτερικών χώρων, αυτό αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα σε σχέση με την προσαρμογή του κτιρίου στο κλίμα της περιοχής. Η βορινή όψη είναι η ψυχρότερη και σκοτεινότερη, καθώς δέχεται ήλιο μόνο λίγες ώρες την ημέρα το καλοκαίρι. Η ανατολική και η δυτική όψη δέχονται ίση ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας, όμως η δυτική είναι πιο επιβαρημένη καθώς τη θερινή περίοδο δέχεται επιπρόσθετα ηλιακά κέρδη και θερμότητα κατά τη δύση του ηλίου. Η νότια όψη, δέχεται μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα σε σχέση με το καλοκαίρι κι αποτελεί την πιο ευχάριστη και φωτεινή πλευρά του κτιρίου. Για το κλίμα της Ελλάδας, η καταλληλότερη οργάνωση των χώρων βασίζεται στην τοποθέτηση των χώρων που χρησιμοποιούνται περισσότερο στο νότο. Στο βορρά τοποθετούνται αποθηκευτικοί χώροι, σκάλες κλπ. οι οποίοι λειτουργούν και ως χώροι ανάσχεσης της θερμότητας και προστατεύουν τους βασικούς χώρους της κατοικίας από την ψυχρή επιφάνεια. Αυτοί οι χώροι μετριάζουν τις εξωτερικές μεταβολές στον εσωτερικό χώρο, συμβάλλοντας στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη βελτίωση του μικροκλίματος. Ένα ακόμη είδος χώρων ανάσχεσης είναι οι βεράντες, τα θερμοκήπια κλπ. τα οποία τοποθετούνται στη νότια πλευρά του κτιρίου αυξάνοντας το θερμικό ισοζύγιο λόγω της δεσμευμένης ηλιακής ενέργειας.

Εφόσον το κτίριο λειτουργεί ως ηλιακός συλλέκτης, η θερμότητα που δέχεται μπορεί να αποθηκευτεί ώστε να αποδοθεί στον εσωτερικό χώρο τη νύχτα. Ο αποτελεσματικότερος τρόπος αποθήκευσης της θερμότητας επιτυγχάνεται με την κατασκευή του κτιρίου ως αποθήκη θερμότητας, σε αυτό συμβάλλουν οι οροφές, οι τοιχοποιίες και τα δάπεδα. Τα δομικά υλικά απορροφούν και αποθηκεύουν τη θερμότητα σε διαφορετικό βαθμό και ποσότητα, ανάλογα με την πυκνότητα της μάζας αλλά και το συντελεστή ειδικής θερμότητας. Τα βαριά υλικά όπως το μπετόν, η πέτρα, τα τούβλα έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα κι επομένως μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα.

Η διαδικασία αποθήκευσης της ηλιακής θερμότητας γίνεται άμεσα από το δάπεδο και τους τοίχους, όπου προσπίπτει ο ήλιος ή με την κίνηση του αέρα, που θερμαίνεται γρηγορότερα από κάθε άλλο υλικό και με την κίνησή του μεταφέρει τη θερμότητα στα συμπαγή υλικά. Όσο μεγαλύτερη η μάζα της κατασκευής που αποθηκεύει θερμότητα τόσο η θερμοκρασία του χώρου παραμένει σταθερή αρκετές ώρες, χωρίς να χρειάζεται βοηθητική θέρμανση ή να προκαλείται υπερθέρμανση και δυσφορία.

Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε μια γυάλινη επιφάνεια, ανακλάται κατά ένα μέρος προς τα έξω, ένα άλλο μέρος της απορροφάται από το γυαλί και ανακλάται προς το εσωτερικό και προς το εξωτερικό του κτιρίου. Η ηλιακή ενέργεια που διέρχεται από το γυάλινο άνοιγμα μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, το μεγαλύτερο μέρος της αποθηκεύεται στο δάπεδο ενώ το υπόλοιπο ανακλάται από το δάπεδο προς τον εσωτερικό τοίχο και τα δομικά στοιχεία και μέρος αυτής αποθηκεύεται στον τοίχο. Ένα μέρος της ανακλώμενης θερμικής ενέργειας θερμαίνει τον εσωτερικό αέρα, ένα τμήμα της αποθηκευμένης θερμότητας στον τοίχο μεταφέρεται προς το εσωτερικό της κατοικίας ενώ ένα άλλο μέρος χάνεται προς τα έξω υπό μορφή θερμικών απωλειών. Η θερμότητα που είναι αποθηκευμένη στο δάπεδο και την τοιχοποιία διεισδύει στο χώρο και τέλος ένα μέρος από τα θερμικά κέρδη χάνεται μέσω των υαλοπινάκων.

Τα κύρια χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το κτίριο για να λειτουργεί ως αποθήκη θερμότητας, είναι να διαθέτει δομικά υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας τα οποία θα είναι καταναμημένα ισομερώς σε όλο το κτίριο.

Η περιοδική ροή θερμότητας είναι ένας επαναλαμβανόμενος κύκλος με διαφορετική ένταση στη διάρκεια του έτους που δείχνει τη διαδικασία αποθήκευσης και επαναπόδοσης της θερμότητας και οφείλεται στη συνεχή ροή θερμότητας από το θερμότερο στο ψυχρότερο περιβάλλον. Τα χαρακτηριστικά μεγέθη αυτής στο κτίριο είναι η χρονική υστέρηση αλλά και ο συντελεστής μείωσης της θερμοκρασίας, τα οποία προσδιορίζουν τη μάζα των υλικών και των δομικών στοιχείων της κατασκευής διότι ρυθμίζουν την ποσότητα της θερμότητας που αποθηκεύεται σε συμπαγή στοιχεία με αποτέλεσμα να καθορίζουν τα επίπεδα της θερμικής άνεσης. Αυτό που επιδιώκεται μέσω της κατάλληλης επιλογής υλικών, είναι η μείωση των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων αλλά και η επαρκής χρονική υστέρηση.

Η χρονική υστέρηση δείχνει το χρόνο που μεσολαβεί ανάμεσα στην εμφάνιση αιχμής της εξωτερικής και της εσωτερικής θερμοκρασίας, η οποία εκφράζεται σε ώρες κι εξαρτάται από την θερμοχωρητικότητα των υλικών κατασκευής αλλά και την θερμική αδράνεια του κτιρίου.

Ο συντελεστής μείωσης δείχνει το λόγο του μέγιστου εύρους της εσωτερικής θερμοκρασίας προς τον λόγο μέγιστου εύρους της εξωτερικής θερμοκρασίας. Ο λόγος αυτός αυξάνεται με την αύξηση της θερμομόνωσης του κελύφους και μειώνεται με την αύξηση της θερμικής αδράνειας. Τα υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα έχουν μικρή θερμική αγωγιμότητα, άρα δεν είναι θερμομονωτικά.

## 1.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΕΣ

Η εναρμόνιση της Οδηγίας 2002/91/EK στην ελληνική νομοθεσία πραγματοποιήθηκε με το Ν.3661, ο οποίος μεταξύ άλλων προβλέπει την έκδοση του σχετικού κανονισμού. Η ανωτέρω οδηγία προβλέπει:

- τη βελτίωση ενεργειακής απόδοσης κτιρίων,
- την ορθολογικότερη χρήση ενέργειας,
- την αξιοποίηση των ΑΠΕ,
- τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων,
- τη χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον, δηλαδή υλικών που δεν είναι ενεργοβόρα και δεν εκπέμπουν τοξικές ουσίες στον κύκλο της ζωής τους.

Ο κανονισμός με τη σειρά του προχωρά στον τρόπο, με τον οποίο θα γίνει στην πράξη η εφαρμογή της συγκεκριμένης οδηγίας, με τον καθορισμό των ακόλουθων κύριων σημείων:

- της μεθόδου υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων,
- των ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση,
- του τύπου και του περιεχομένου της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων,
- των αρμόδιων για την εκπόνησή της προσώπων,
- της διαδικασίας και της συχνότητας της διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, των εγκαταστάσεων θέρμανσης και των συστημάτων κλιματισμού,

- του τύπου και του περιεχομένου του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης
- της διαδικασίας έκδοσής του, καθώς και
- του ύψους της δαπάνης έκδοσής του και του τρόπου υπολογισμού της.

Αυτό που πρέπει να διευκρινισθεί είναι ότι τα κτίρια καταρχήν διαχωρίζονται σε νέα και σε υφιστάμενα και θα πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης που θα ορίζονται στον κανονισμό.

Η διαφοροποίηση για τα νέα κτίρια έχει να κάνει με την ειδική πρόβλεψη σε όσα εξ αυτών είναι άνω των χιλίων (1.000) τ.μ. για εκπόνηση ειδικής μελέτης. Η μελέτη αυτή περιλαμβάνει την τεχνική, περιβαλλοντική και οικονομική σκοπιμότητα εγκατάστασης τουλάχιστον ενός εκ των εναλλακτικών συστημάτων παροχής ενέργειας, όπως αποκεντρωμένων συστημάτων παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας. Μια τέτοια μελέτη εκπονείται και υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία πριν την έναρξη της ανέγερσης.

Οι ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις δεν περιορίζονται μόνο στη θερμομόνωση των κτιρίων, όπως ισχύει σήμερα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης, αλλά επεκτείνονται και σε θέματα ηλιοπροστασίας και εγκαταστάσεων θέρμανσης-ψύξης-κλιματισμού-αερισμού και φωτισμού.

Τα νέα ή ανακαινιζόμενα κτίρια, θα πρέπει να διαθέτουν:

- επαρκή σκίαση των ανοιγμάτων,
- αυξημένο πάχος θερμομόνωσης του κελύφους,
- μόνωση των εγκαταστάσεων και σωληνώσεων ψύξης-θέρμανσης,
- λέβητες και κλιματιστικά υψηλής ενεργειακής απόδοσης,
- λαμπτήρες μικρής κατανάλωσης,
- σύστημα ενεργειακής διαχείρισης.

Αντίστοιχα, στα υφιστάμενα κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των χιλίων (1.000) τ.μ. που υφίστανται ριζική ανακαίνιση, η ενεργειακή απόδοσή τους αναβαθμίζεται, στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό, ώστε να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, όπως αυτές καθορίζονται στον Κανονισμό.

Είτε σε νέο είτε σε υφιστάμενο μόλις ολοκληρωθεί η κατασκευή ή η ριζική ανακαίνιση, ο ιδιοκτήτης υποχρεούται να ζητήσει την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου θα ισχύει, κατά ανώτατο όριο, για δέκα (10) έτη. Εάν στο κτίριο γίνει ριζική ανακαίνιση ή προσθήκη σε έκταση που επηρεάζει την ενεργειακή απόδοσή του, η ισχύς του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου λήγει κατά το χρόνο ολοκλήρωσης της ανακαίνισης ή της προσθήκης, πριν παρέλθει το διάστημα των δέκα (10) ετών. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τιμές αναφοράς, όπως ισχύουσες νομικές απαιτήσεις και κριτήρια συγκριτικής αξιολόγησης, ώστε να επιτρέπει στους καταναλωτές να συγκρίνουν και να αξιολογούν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Το πιστοποιητικό συνοδεύεται από συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, σε σχέση με το κόστος που μπορεί αυτή να συνεπάγεται.

Η πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και η επιθεώρηση των λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού διεξάγονται από ειδικευμένους και για το σκοπό αυτόν διαπιστευμένους ενεργειακούς επιθεωρητές.

### 1.2.1. Μελέτη ενεργειακής απόδοσης

Για την εξασφάλιση εξοικονόμησης ενέργειας σε νέα και υφιστάμενα κτίρια απαιτείται η εφαρμογή των αρχών του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων. Ο έλεγχος και η αξιολόγηση της απόδοσης του ενεργειακού σχεδιασμού επιτυγχάνεται με τη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης, η οποία εκπονείται κατά την αρχική φάση της μελέτης του κτιρίου και



συνδέεται άμεσα με την αρχιτεκτονική μελέτη και τη μελέτη των Η/Μ εγκαταστάσεων, διασφαλίζοντας έτσι την ορθότητα και τη συμβατότητα των μελετών, τη μείωση των πιθανοτήτων αστοχίας της κατασκευής και τη βελτιωμένη ενεργειακή και περιβαλλοντική απόδοση. Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης θα πρέπει να συνάδει με τον επιδιωκόμενο, από το Νόμο, στόχο για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Συγκεκριμένα η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης:

- εκπονείται τόσο για νέα, όσο και για υφιστάμενα ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια άνω των 1.000 τμ. (Ν. 3661, άρθρο. 4, άρθρο 5) του οικιακού και του τριτογενή τομέα,
- αντικαθιστά την υφιστάμενη Μελέτη Θερμομόνωσης (άρθρο 13, Ν. 3661) και θα συμπεριλαμβάνεται στο φάκελο που υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία για την έκδοση οικοδομικής άδειας. Ο έλεγχος, η έγκριση και η παρακολούθηση της εφαρμογής της μελέτης ενεργειακής απόδοσης θα γίνεται σύμφωνα με τα ισχύοντα για την έκδοση οικοδομικών αδειών,
- δεν αναιρεί τις σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις εκπονούμενες μελέτες αλλά αποτελεί πρόσθετη μελέτη επί των μελετών: Αρχιτεκτονικής, Διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου, Θέρμανσης, Ψύξης, Ζεστού νερού Χρήσης και Τεχνητού Φωτισμού.

Στη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης πρέπει να τεκμηριώνεται ότι το κτίριο ικανοποιεί τις υποχρεωτικές απαιτήσεις (όρια κατανάλωσης ενέργειας), ώστε να κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Β, όπως ορίζονται στον Κανονισμό.

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης πραγματοποιείται:

- α) για το κτιριακό κέλυφος
- β) για τις Η/Μ εγκαταστάσεις.

Ο ενεργειακός σχεδιασμός του κτιριακού κελύφους θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη:

- τη θέση και τον προσανατολισμό του κτιρίου,
- τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες,
- τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών του στοιχείων,
- την αεροστεγανότητα,
- το φυσικό αερισμό και εξαερισμό,
- τα παθητικά ηλιακά συστήματα και
- την ηλιακή προστασία,
- τις επιδιωκόμενες εσωτερικές κλιματικές συνθήκες.

Ο ενεργειακός σχεδιασμός των Η/Μ εγκαταστάσεων αφορά:

- στα συστήματα Θέρμανσης και Ψύξης, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού κελύφους (με τις μέσες ελάχιστες και μέσες μέγιστες ωριαίες τιμές θερμοκρασίας εξωτερικού περιβάλλοντος της περιοχής, για το σύστημα θέρμανσης και ψύξης αντίστοιχα),
- στο σύστημα παραγωγής ΖΝΧ
- στο σύστημα τεχνητού φωτισμού.

Πέραν των ανωτέρω υποχρεωτικών μελετών και παραμέτρων που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, μπορούν να συνυπολογίζονται, κατά περίπτωση, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, άλλα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και ηλεκτροπαραγωγής που βασίζονται σε ΑΠΕ, τα συστήματα ΣΗΘ, τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση, τηλεψύξη) καθώς και η συμβολή του φυσικού φωτισμού.

### 1.2.2. Υπολογισμός ενεργειακής απόδοσης

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, που θα χρησιμοποιείται στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, η οποία θα συμπεριλαμβάνεται στο φάκελο, που υποβάλλεται στην Πολεοδομική Υπηρεσία για την έκδοση της οικοδομικής άδειας, προτείνεται η απλή μέθοδος ωριαίου βήματος (ISO13790:2008 E). Για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου, χρησιμοποιούνται οι μέσες ωριαίες τιμές των κλιματικών δεδομένων της περιοχής.

Για τη διαστασιολόγηση των Η/Μ εγκαταστάσεων κλιματισμού χρησιμοποιούνται οι μέσες ελάχιστες και οι μέσες μέγιστες ωριαίες τιμές της θερμοκρασίας εξωτερικού περιβάλλοντος της περιοχής για το σύστημα θέρμανσης και ψύξης, αντίστοιχα. Απαιτούμενα στοιχεία για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης (συντελεστές, πρότυπα, οριακές τιμές, κλιματικά δεδομένα κ.ά.) θα παρέχονται από τον κανονισμό.

Για τον υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων κτιρίων σε θέρμανση και ψύξη απαιτούνται τα εξής δεδομένα:

- Γνώση των χαρακτηριστικών του κτιρίου (γεωμετρία, προσανατολισμός, δομικά υλικά, στοιχεία επιφανειών).
- Καθορισμός θέσης, προσανατολισμού και εξωτερικής σκίασης του κτιρίου.
- Γνώση μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής και εκτίμηση εξωτερικών συνθηκών σχεδιασμού.
- Επιλογή εσωτερικών συνθηκών σχεδιασμού (θερμοκρασία, ρυθμός ανανέωσης αέρα).
- Γνώση της λειτουργίας των χώρων.
- Υπολογισμός των διάφορων συνιστωσών των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη των χώρων, δηλαδή των θερμικών απωλειών λόγω μεταφοράς θερμότητας από τις επιφάνειες των στοιχείων (εξωτερικοί τοίχοι, οροφή, δάπεδο, παράθυρα) και των θερμικών απωλειών χώρων λόγω μηχανικά ελεγχόμενου αερισμού και φυσικού αερισμού ή διείσδυσης αέρα (μη ελεγχόμενου αερισμού).

### 1.2.3. Απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης

Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστών θερμικής διαπερατότητας για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες:

Τοιχοποιία UT (W/m<sup>2</sup>K)

A κλιματική ζώνη  $\leq 0,7$

B κλιματική ζώνη  $\leq 0,6$

Γ κλιματική ζώνη  $\leq 0,5$

Δ κλιματική ζώνη  $\leq 0,4$

Οροφή UO (W/m<sup>2</sup>K)

A κλιματική ζώνη  $\leq 0,5$

B κλιματική ζώνη  $\leq 0,5$

Γ κλιματική ζώνη  $\leq 0,4$

Δ κλιματική ζώνη  $\leq 0,35$

Δάπεδο UΔ (W/m<sup>2</sup>K)

A κλιματική ζώνη  $\leq 2,0$

Β κλιματική ζώνη  $\leq 1,5$

Γ κλιματική ζώνη  $\leq 0,7$

Δ κλιματική ζώνη  $\leq 0,5$

Ανοίγματα UYA (W/m<sup>2</sup>K)

Α κλιματική ζώνη UYA  $\leq 3,8$

Β κλιματική ζώνη UYA  $\leq 3,2$

Γ κλιματική ζώνη UYA  $\leq 2,8$

Δ κλιματική ζώνη UYA  $\leq 2,8$

Προκειμένου να ορισθούν τα όρια των ενεργειακών κατηγοριών (σε απόλυτες τιμές) ανά χρήση κτιρίου και ανά κλιματική ζώνη, συλλέχθηκαν στοιχεία από υπάρχουσες ενεργειακές μελέτες, επιθεωρήσεις και καταγραφές, από τις οποίες προέκυψε ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού αποθέματος (Rs) της χώρας, ανά χρήση κτιρίων και κλιματική ζώνη. Ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κανονισμού (R<sub>f</sub>) λήφθηκε ως το 75% του Rs.

#### 1.2.4. Ενεργειακή επιθεώρηση

Προκειμένου να ελεγχθεί εάν τα νέα ή τα υφιστάμενα ανακαινιζόμενα κτίρια πληρούν τις απαιτήσεις, πρέπει να αξιολογηθεί η ενεργειακή τους απόδοση, να γίνει η κατάταξή τους σε ενεργειακές κατηγορίες και να πιστοποιηθούν. Για το λόγο αυτό, απαιτείται ενεργειακή επιθεώρηση, η οποία θα πραγματοποιείται μετά την αποπεράτωση των εργασιών.

Η Ενεργειακή Επιθεώρηση διενεργείται από κατάλληλα άτομα, που έχουν εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις σε θέματα Κτιριακών Εγκαταστάσεων (Κελύφους και συστημάτων Η/Μ). Δικαίωμα διενέργειας Ενεργειακής Επιθεώρησης έχουν όσοι είναι εγγεγραμμένοι στα Μητρώα Ενεργειακών Επιθεωρητών του ΥΠ.ΑΝ. Ο αριθμός των Ενεργειακών Επιθεωρητών και ο χρόνος που απαιτείται για μια Επιθεώρηση εξαρτάται από το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του κτιρίου ή της εγκατάστασης. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, απαιτείται η βοήθεια και συνεργασία του Ιδιοκτήτη, του Διαχειριστή του κτιρίου ή του προσωπικού της επιχείρησης που ασχολείται με τη συντήρηση και τη λειτουργία του κτιρίου και των συστημάτων Θέρμανσης, Ψύξης, Φωτισμού και Ζεστού Νερού Χρήσης. Προκειμένου να αποκτήσει καλύτερη γνώση του κτιρίου και των ενεργοβόρων συστημάτων, ο Επιθεωρητής (ή η ομάδα των Επιθεωρητών) πρέπει να συλλέξει πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτιρίου και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού/συστημάτων. Οι αποδόσεις τους πρέπει να προσδιοριστούν με τον έλεγχο των αρχείων συντήρησης και λειτουργίας, με επιτόπια επιθεώρηση και με τη διεξαγωγή μετρήσεων. Στη συνέχεια ο Επιθεωρητής προσδιορίζει τα πεδία που μπορούν να βελτιωθούν, συντάσσει έκθεση Ενεργειακής Επιθεώρησης με τα αποτελέσματα της επιθεώρησης και προτάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Η έκθεση αποτελείται από το συμπληρωμένο έντυπο καταγραφής στοιχείων, περιλαμβανομένων των συστάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος. Ειδικότερα για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων, πέραν της έκθεσης Ενεργειακής Επιθεώρησης, ο επιθεωρητής εκδίδει Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης του κτιρίου, στο οποίο το κτίριο εντάσσεται σε ενεργειακή κατηγορία.

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης παραδίδεται στον Ιδιοκτήτη/Διαχειριστή του κτιρίου, ενώ καταχωρείται παράλληλα στην ηλεκτρονική Βάση Δεδομένων των Ενεργειακών Επιθεωρήσεων του ΥΠ.ΑΝ, με επισυναπτόμενο το συμπληρωμένο έντυπο της ενεργειακής επιθεώρησης, για λόγους τήρησης αρχείου αλλά και δυνατότητας ελέγχου της ποιότητας των ενεργειακών επιθεωρήσεων.

Η έκθεση επιθεώρησης λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης καθώς επίσης και η έκθεση επιθεώρησης εγκαταστάσεων κλιματισμού, παραδίδονται στον Ιδιοκτήτη / Διαχειριστή του κτιρίου, ενώ καταχωρούνται παράλληλα στην ηλεκτρονική Βάση Δεδομένων των Ενεργειακών Επιθεωρήσεων του ΥΠ.ΑΝ.

Η έκθεση επιθεώρησης συστημάτων τεχνητού φωτισμού αποτελεί τμήμα της έκθεσης επιθεώρησης κτιρίου. Εφ' όσον πρόκειται για Ενεργειακή Επιθεώρηση νέου κτιρίου ή κτιρίου που υφίσταται ριζική ανακαίνιση (απαιτείται έκδοση πολεοδομικής άδειας), το κτίριο θα πρέπει υποχρεωτικά να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής αποδοτικότητας (σύμφωνα με το Νόμο 3661), οι οποίες αντιστοιχούν στην Κατηγορία Ενεργειακής Απόδοσης Β του Πιστοποιητικού. Σε περίπτωση που το κτίριο δεν ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις, τότε ο Ενεργειακός Επιθεωρητής θα εκδώσει Πιστοποιητικό, στο οποίο θα συμπεριλάβει διαπιστώσεις / υποδείξεις βελτίωσης, οι οποίες θα εξασφαλίζουν τις απαιτήσεις της κατηγορίας Β και τις οποίες ο ιδιοκτήτης υποχρεούται να εφαρμόσει εντός χρονικού διαστήματος 1 έτους. Μετά την εφαρμογή, θα επαναληφθεί η Ενεργειακή Επιθεώρηση και θα εκδοθεί νέο Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης. Εφ' όσον ο ιδιοκτήτης δεν έχει εφαρμόσει μέτρα βελτίωσης, τότε το κτίριο εμπίπτει στις διατάξεις του νόμου περί αυθαιρέτων.

Όταν διενεργείται ενεργειακή επιθεώρηση στο σύνολο του κτιρίου, αλλά στο κτίριο περιλαμβάνονται περισσότερες της μίας χρήσεων, τότε εκδίδονται πιστοποιητικά για κάθε χρήση.

### 1.2.5. Μητρώο ενεργειακών επιθεωρητών

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, το μητρώο είναι «ανοικτό» σε όλες τις κατηγορίες επιστημόνων. Πρακτικά όλοι ανεξαρτήτως απόφοιτοι ΑΕΙ και ΤΕΙ μπορούν να αποκτήσουν εκείνη την τεχνητή επάρκεια προκειμένου να λειτουργήσουν ως ενεργειακοί επιθεωρητές. Προφανώς όλοι οι ανωτέρω δε διαθέτουν το επιστημονικό υπόβαθρο να διενεργούν ενεργειακές επιθεωρήσεις.

Οπότε, ως πρώτο και κύριο γενικό συμπέρασμα είναι ότι για να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο αντικειμενικότητας, αξιοπιστίας και τεχνικής κατάρτισης το κράτος οφείλει να εξασφαλίσει το κατάλληλο ρεαλιστικό σύστημα αναγνώρισης προσόντων, πιστοποίησης ή/και διαπίστευσης για τους ενεργειακούς επιθεωρητές.

Συγκεκριμένα, σε πιο ειδικό επίπεδο πρέπει να διευκρινισθούν με λεπτομέρειες:

- Ποια θα είναι με σαφήνεια τα αθροιστικά και εναλλακτικά κριτήρια προκειμένου ο ενδιαφερόμενος να έχει δικαίωμα ένταξης στο μητρώο;
- Ποιος είναι ακριβώς ο τρόπος ικανοποιητικής τεκμηρίωσης της εμπειρίας πάνω στο αντικείμενο;
- Με ποιο τρόπο θα εκδίδονται οι διαφοροποιημένες άδειες Α' και Β' τάξης;
- Ποια θα είναι η διαδικασία που θα ακολουθείται σε κτίρια μικρότερα των 1.000 τ.μ.;
- Ποιος ακριβώς θα είναι ο «ικανός» αριθμός επιθεωρήσεων προκειμένου να γίνει η μεταπήδηση από επιθεωρητή Α' τάξης σε Β' τάξης;

Επιπλέον, όσον αφορά στο σχέδιο προεδρικού διατάγματος για τη θεσμοθέτηση του σώματος ενεργειακών επιθεωρητών παρατίθενται οι παρακάτω παρατηρήσεις:

- Δεν προσδιορίζεται τρόπος απόδειξης εμπειρίας για ελεύθερους επαγγελματίες διπλωματούχους μηχανικούς. Ενδεικτικά, προτείνεται ως τρόπος απόδειξης εμπειρίας αυτός που χρησιμοποιείται από το ΑΣΕΠ, δηλαδή η εμπειρία να υπολογίζεται από την ημερομηνία απόκτησης αδειας ασκήσεως επαγγέλματος του ΤΕΕ με ταυτόχρονη κάλυψη ασφαλιστικών εισφορών. Τυχόν εξειδικευμένη εμπειρία αποδεικνύεται με φορολογικά παραστατικά (π.χ. Δελτία Παροχής Υπηρεσιών, συμβάσεις) και υπεύθυνη δήλωση του επιτηδευματία.
- Θεωρείται παράλογο προπτυχιακές σπουδές σε ενεργειακό αντικείμενο και μεταπτυχιακές σπουδές σε ενεργειακό αντικείμενο να έχουν την ίδια αξία με πρόγραμμα κατάρτισης εγκεκριμένο από το ΤΕΕ.

- Προτείνεται η απαλλαγή της κατηγορίας διπλωματούχων μηχανικών που ταυτόχρονα είναι κάτοχοι μεταπτυχιακών σπουδών σε ενεργειακό αντικείμενο από την υποχρέωση παρακολούθησης εκπαιδευτικού προγράμματος και συμμετοχή σε εξετάσεις.
- Ως προς το μέγιστο αριθμό ενεργειακών επιθεωρήσεων ανά μήνα ενός επιθεωρητή, οι 20 ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων και οι 30 επιθεωρήσεις λεβητοστασιών και κλιματιστικών εγκαταστάσεων (δηλαδή συνολικά 50 ενεργειακές επιθεωρήσεις) σε 22 εργάσιμες ημέρες παραπέμπουν στον σχηματισμό μεγάλων γραφείων με την απαίτηση μόνο μιας άδειας επιθεωρητή, με αποτέλεσμα στην πράξη οι επιθεωρήσεις να διεξάγονται από μη επιθεωρητές και απλά να υπογράφονται από τον κάτοχο της άδειας.
- Σημαντικό πρόβλημα εντοπίζεται στη μεταβατική διάταξη 18 μηνών, κατά την οποία θα δοθούν προσωρινές άδειες στις κατηγορίες 1α και 1β με μοναδικό κριτήριο 10ετή εμπειρία και στη συνέχεια θα πρέπει οι παραπάνω «προσωρινοί» επιθεωρητές να αποδείξουν τις γνώσεις τους δίνοντας εξετάσεις.

Με την παραπάνω διάταξη δημιουργούνται πολλά προβλήματα και ερωτηματικά:

- Απαιτείται παρακολούθηση εκπαιδευτικού προγράμματος και συμμετοχή σε εξετάσεις για όλες τις κατηγορίες επιθεωρητών με βάση τη λογική της εκπαίδευσης τους, τίθεται το ερώτημα πώς είναι δυνατόν για τους πρώτους 18 μήνες να διεξάγουν ενεργειακές επιθεωρήσεις επιθεωρητές χωρίς εκπαίδευση.
- Θα προκύψει, επίσης, πρόβλημα όταν κάποιοι από τους «προσωρινούς» επιθεωρητές πιθανώς αποτύχουν στις μελλοντικές εξετάσεις του εκπαιδευτικού προγράμματος. Στην περίπτωση αυτή τίθεται ερώτημα περί της εγκυρότητας των ενεργειακών επιθεωρήσεων που έχουν ήδη διεξάγει (και πιθανώς έχουν ήδη λάβει αμοιβή).
- Δημιουργούνται δύο κατηγορίες επιθεωρητών, καθώς δεν υπάρχουν κοινά κριτήρια επί της ουσίας.
- Θα δημιουργηθεί στρέβλωση της αγοράς, διότι ουσιαστικά τους πρώτους 18 μήνες, κατά τους οποίους ο φόρτος εργασίας και η ζήτηση για ενεργειακούς επιθεωρητές θα είναι αυξημένη, αυτές θα διεξάγονται από επιθεωρητές με διαφορετικά προσόντα απ' ό,τι καθορίζονται στα κριτήρια επιλογής του διατάγματος. Όπως είναι κατανοητό, οι πρώτοι 18 μήνες είναι κρίσιμοι για τη διαμόρφωση της αγοράς από κάποιους επαγγελματίες με προφανή δυσμενή αποτελέσματα για τον καταναλωτή.
- Ο καθορισμός 10ετους εμπειρίας είναι αυθαίρετος. Επίσης, δεν λαμβάνει υπ' όψη πιθανές μεταπτυχιακές σπουδές επιστημόνων στον ενεργειακό τομέα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1. ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΑ

Ως θερμογέφυρα ορίζεται το τμήμα εκείνο του περιβλήματος του κτιρίου, στο οποίο η θερμική του αντίσταση εμφανίζεται μειωμένη συγκριτικά με τη θερμική αντίσταση στο υπόλοιπο κέλυφος και κατά συνέπεια στη θέση εκείνη η θερμική ροή είναι αυξημένη.

Γι' αυτό το λόγο και οι θερμογέφυρες θεωρούνται ως τα "ασθενή" σημεία του κτιριακού κελύφους και λειτουργούν επιβαρυντικά στη θερμική του προστασία. Επιρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου και επιφέρουν μείωση της αίσθησης της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του χώρου, ενώ ευνοούν την εκδήλωση του φαινομένου της συμπύκνωσης των υδρατμών και την ανάπτυξη μυκήτων μούχλας και διαφόρων μικροοργανισμών στην επιφάνεια των δομικών στοιχείων.

Τη δημιουργία μιας θερμογέφυρας μπορεί να προκαλέσουν κατασκευαστικές αδυναμίες, κακοτεχνίες, αστοχίες, αμέλεια και παραλείψεις, άγνοια ή ακόμη και φθορές, οφειλόμενες στο πέρασμα του χρόνου. Σε όλες τις περιπτώσεις κοινή συνισταμένη αναδεικνύεται η μειωμένη θερμομονωτική προστασία στη θέση εκείνη.

Σε γενικές γραμμές, η εμφάνιση μιας θερμογέφυρας μπορεί να οφείλεται:

- Σε κατασκευαστικούς λόγους που καθιστούν δυσχερή ή πρακτικά αδύνατη την πλήρη θερμομονωτική προστασία της κατασκευής.
- Στη μεταβολή του πάχους των υλικών μεταξύ δύο γειτονικών θέσεων.
- Στην αλλαγή της σύνθεσης των υλικών (χρήση στο περίβλημα του κτιρίου υλικών με διαφορετική θερμική αγωγιμότητα) ή της διαδοχής των στρώσεων ενός φαινομενικά ενιαίου δομικού στοιχείου (π.χ. σημείο συναρμογής στοιχείου του φέροντος οργανισμού και τοιχοποιίας πλήρωσης).
- Στη διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης σε κάποια θέση του εξωτερικού περιβλήματος.
- Στη συνάντηση δύο κάθετων μεταξύ τους δομικών στοιχείων, των οποίων η πλήρης θερμομονωτική προστασία είναι δυσχερής ή πρακτικά ανέφικτη.
- Στην απουσία θερμομονωτικής στρώσης ή στη μείωση του πάχους της.
- Στη διαφορά μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών, όπως συμβαίνει σε διέδρες ή τρίεδρες εξωτερικές γωνίες, στο εμβαδό της εξωτερικής επιφάνειας των οποίων αντιστοιχεί πολύ μικρότερο εμβαδό εσωτερικής επιφάνειας.

Είναι σκόπιμο οι θέσεις των θερμογεφυρών να προσδιορίζονται εξ αρχής σε ένα κτίριο, δηλαδή από το στάδιο της κατασκευής του, έτσι ώστε να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για την κατά το δυνατόν αποφυγή ή περιορισμό των επιπτώσεών τους.

Η εκ των υστέρων αντιμετώπισή τους συχνά είναι δυσχερής και απαιτεί πιο σύνθετες οικοδομικές εργασίες που αποθαρρύνουν την εφαρμογή τους. Άλλοτε πάλι λανθασμένη εκτίμηση του αιτίου πρόκλησης των φθορών ή λανθασμένη προσέγγιση του προβλήματος οδηγεί σε εσφαλμένες λύσεις που όχι μόνο δεν αντιμετωπίζουν την κατάσταση, αλλά αντίθετα, την επιδεινώνουν.

Γενική κατεύθυνση για την αποφυγή εμφάνισης θερμογεφυρών σε μια κατασκευή αποτελεί η πλήρης θερμική προστασία της. Ωστόσο, πρακτικά δεν είναι εφικτή η κατασκευή ενός συμβατικού κτιρίου χωρίς τη δημιουργία θερμογεφυρών. Και αυτό όχι κατ' ανάγκη επειδή δεν θα έχει εκπονηθεί η απαραίτητη μελέτη θερμικής προστασίας ή επειδή αυτή δεν θα έχει εφαρμοσθεί πλήρως, αλλά επειδή κάποιο σημείο ή τμήμα ενός δομικού στοιχείου λόγω της θέσης του ή του κατασκευαστικού σχήματος του περιβλήματος θα παρουσιάζει υψηλότερες θερμικές απώλειες, τις οποίες ένας συμβατικός τρόπος δόμησης δεν μπορεί να αντιμετωπίσει.

## 2.2. ΤΟ ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Στον μέχρι πρόσφατα ισχύοντα κανονισμό θερμομόνωσης δεν γινόταν μνεία για την εκδήλωση των θερμογεφυρών και προφανώς ούτε για την αντιμετώπισή τους. Ο κανονισμός είχε μια γενική θεώρηση που έδινε βάση αφενός στα επιμέρους δομικά στοιχεία και αφετέρου στο σύνολο της κατασκευής, χωρίς να εξετάζει τις οριακές θέσεις των δομικών στοιχείων, όπου και κατ' αυσίαν εκδηλώνονται οι θερμογέφυρες.

Στο ευρωπαϊκό και αντίστοιχο ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 10211-1 και στο νεότερό του EN ISO 10211-2 προσδιορίζεται ο τρόπος υπολογισμού των αυξημένων θερμικών ροών στις θέσεις των θερμογεφυρών (γραμμικών και σημειακών) και ο συνυπολογισμός τους στο σύνολο των θερμικών απωλειών ενός κτιρίου.

Επίσης στο νέο Κανονισμό για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) που εκδόθηκε στη βάση των απαιτήσεων του νέου νόμου 3661/08 για τη λήψη «μέτρων για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων» υπάρχει ειδική αναφορά στον εντοπισμό των θερμογεφυρών σε μια κτιριακή κατασκευή με παράθεση σειράς ενδεικτικών θέσεων εμφάνισης θερμογεφυρών και πρακτικών κατασκευαστικών λύσεων αντιμετώπισής τους. Στον κανονισμό δίνεται η δυνατότητα υπολογισμού της επαύξησης των θερμικών απωλειών λόγω θερμογεφυρών στο σύνολο του περιβλήματος του κτιρίου, δεν αναπτύσσεται όμως μεθοδολογία υπολογισμού της επιμέρους απαιτούμενης αυξημένης θερμομονωτικής προστασίας στη θέση κάθε θερμογέφυρας.

## 2.3. Η ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΜΟΝΟΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΡΟΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Κατά παραδοχή η ροή θερμότητας δεν μελετάται ως ένα τρισδιάστατο μέγεθος αλλά ως ένα μονοδιάστατο, με διεύθυνση κάθετη προς την επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου και η ροή αυτή στη μονάδα επιφάνειας αποδίδεται με την απλουστευμένη σχέση:

$$q = k \cdot \Delta\theta$$

όπου  $q$  [ $W/m^2$ ] = η υπολογιζόμενη μονοδιάστη ροή θερμότητας στη μονάδα του χρόνου και στη

μονάδα επιφάνειας,

$k$  [ $W/(m^2K)$ ] = ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,

$\Delta\theta$  [ $K$ ] = η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα μεταξύ των δύο όψεων του δομικού στοιχείου.

Ομοίως κατ' απλουστευτική παραδοχή το φαινόμενο εξετάζεται σε στάσιμη κατάσταση και ανεξάρτητη από το χρόνο, το θερμοκρασιακό πεδίο θεωρείται σταθερό και η θερμοκρασιακή ροή ενεπηρέαστη από εξωγενείς παράγοντες. Τέλος, τα υλικά που διαμορφώνουν τις διαδοχικές στρώσεις του κάθε δομικού στοιχείου θεωρούνται ομογενή και ισότροπα και ως ευρισκόμενα σε τέλεια μεταξύ τους θερμική επαφή.

Βεβαίως, η παραπάνω θεωρητική βάση απέχει από την πραγματικότητα, καθώς καμία από τις παραδοχές δεν ανταποκρίνεται σε πραγματική κατάσταση. Ωστόσο, για την κλίμακα μιας κτιριακής κατασκευής οι αποκλίσεις της υπολογιστικής μελέτης ελάχιστα διαφοροποιούνται από το πραγματικό αποτέλεσμα και γι' αυτό δεν έχουν ιδιαίτερη αξία. Όμως σε μικρότερη κλίμακα, για τη μελέτη ενός επιμέρους δομικού στοιχείου –και κυρίως στις οριακές του θέσεις– το υπολογιστικό αποτέλεσμα μπορεί να δίνει τιμές ακόμη και πολλαπλάσιες ή υποπολλαπλάσιες του πραγματικού.

Έτσι για παράδειγμα, σε μια εξωτερική επίπεδη δομική επιφάνεια που παρουσιάζει συνεχή ομοιογένεια στη δομή της (ίδια υλικά και σειρά στρώσεων) η πλευρική μετάδοση της θερμότητας, σε διεύθυνση διάφορη της κάθετης προς το δομικό στοιχείο δεν επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα, καθώς οι επιδράσεις των θερμικών ροών σε δύο γειτονικά σημεία αλληλοαναιρούνται. Στα όρια, όμως, της επιφάνειας ή σε ενδιάμεσες θέσεις, στις οποίες διαταράσσεται η ομοιογένειά της (π.χ. στη θέση συνάντησης ενός κουφώματος ή στη θέση του περιδέσμου ενίσχυσης μιας τοιχοποιίας) οι πλευρικές ροές θερμότητας είναι σημαντικές,

υπολογιστικά δεν αλληλοαναιρούνται από τις ροές στις γειτονικές περιοχές, επηρεάζουν τη συμπεριφορά του δομικού στοιχείου και είναι σκόπιμο να λαμβάνονται υπόψη.

Μάλιστα, αυτή η θερμοκρασιακή διαταραχή δεν παρουσιάζεται με απόλυτη μεταβολή της τιμής της θερμοκρασίας στη θέση της θερμογέφυρας, όπως ενδεχομένως θα περίμενε κανείς, αλλά παρουσιάζεται σταδιακά μεταβαίνουσα από τη μια κατάσταση στην άλλη, δηλαδή από τη θέση με την επαρκή θερμική προστασία στη θέση της θερμογέφυρας με την ανεπαρκή θερμική προστασία. Το ίδιο συμβαίνει βεβαίως και με τη διαχεόμενη θερμότητα που εμφανίζει μια βαθμιαία μεταβολή από την θερμικά προστατευμένη θέση στη απροστάτευτη θέση της θερμογέφυρας. Και αυτό επειδή ταυτόχρονα με την κάθετη προς την επιφάνεια του δομικού στοιχείου μετάδοση της θερμότητας εκδηλώνεται και πλευρική μετάδοση με κατεύθυνση από την περιοχή με την υψηλότερη θερμοκρασία προς την περιοχή με τη χαμηλότερη.

#### 2.4. Η ΘΕΡΜΟΓΡΑΦΗΣΗ

Καθώς το σύνολο των παραγόντων που υπεισέρχονται και επηρεάζουν τις διάφορες εναλλαγές θερμότητας είναι μεγάλο, καθίσταται ιδιαίτερα σύνθετη, αν όχι ανέφικτη, η δημιουργία ενός απλού υπολογιστικού μοντέλου που θα αντιμετωπίζει πραγματικές και όχι θεωρητικές καταστάσεις. Επιπλέον, το πλήθος των "ιδιαίτερων" αυτών περιοχών που παρουσιάζουν στο τελικό αποτέλεσμα απόκλιση από την υπολογιστική μεθοδολογία και που εν δυνάμει θα μπορούσαν λόγω αυξημένων θερμικών απωλειών να λειτουργήσουν ως θερμικές γέφυρες στο σύνολο του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου, είναι σημαντικά μεγάλο.

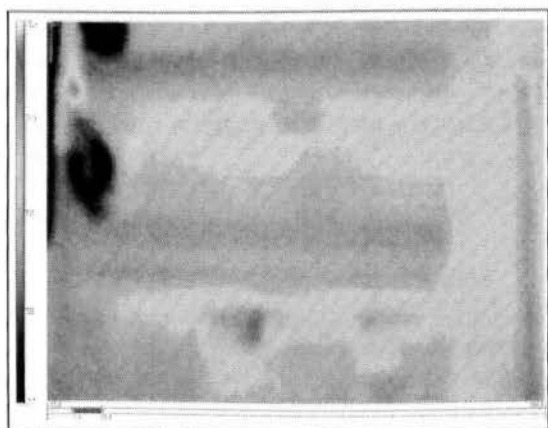
Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο ασφαλέστερος τρόπος προσδιορισμού των θερμικών ροών αποδεικνύεται ο μετρητικός, με την καταγραφή των πραγματικών τιμών των μεγεθών ή τουλάχιστον ο εργαστηριακός με προσομοιωτικές μεθόδους.

Την εικόνα αυτή, της σταδιακής διαφοροποίησης της ενεργειακής συμπεριφοράς στις θέσεις των θερμογεφυρών, ενώ δεν μπορούν να αποδώσουν οι απλουστευμένοι μαθηματικοί υπολογισμοί, μπορεί να την αποδώσει η θερμοφωτογράφιση (ή θερμογράφιση).

Πρόκειται για μια μέθοδο, με την οποία αποτυπώνονται "φωτογραφικά" οι ροές θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου. Η φωτογραφική αποτύπωση επιτυγχάνεται με τη **θερμοκάμερα**, ένα μηχάνημα με ευαίσθητο αισθητήρα που ανιχνεύει την εκπεμπόμενη υπέρυθρη ακτινοβολία από μια επιφάνεια. Την καταγράφει και την μετατρέπει σε ηλεκτρικό σήμα και, ανάλογα με την ένταση του σήματος, την αποδίδει με χρώμα στην οθόνη ή την εκτυπώνει στο χαρτί ("θερμογράφημα" ή "θερμοφωτογράφημα").

Έτσι, έχοντας ορίσει στη θερμοκάμερα με ένα ευρύ φάσμα χρωμάτων τις διαβαθμίσεις της καταγραφόμενης θερμικής ακτινοβολίας που εκπέμπει το σώμα, περιγράφεται η μορφή του με διαφορετικά χρώματα, ανάλογα με την εκπεμπόμενη θερμική ακτινοβολία από το κάθε σημείο της επιφάνειάς του. Η κλίμακα των χρωμάτων αποδίδεται συνήθως με βαθύ κόκκινο στη θερμότερη περιοχή και με ιώδες (μοβ) χρώμα στην ψυχρότερη, έχοντας ενδιάμεσα όλο το εύρος της χρωματικής κλίμακας.





*Απόδοση με θερμοφωτογράφιση των θερμικών απωλειών της όψης ενός πολυώροφου κτιρίου*

Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εξεταζόμενου σώματος και του περιβάλλοντός του, τόσο μεγαλύτερες είναι οι εκπεμπόμενες ροές θερμότητας και άρα τόσο πιο ευκρινείς οι χρωματικές διαφοροποιήσεις στο θερμογράφημα της θερμοκάμερας. Για το λόγο αυτό οι θερμοφωτογραφήσεις είναι περισσότερο αποτελεσματικές, όταν διεξάγονται σε ψυχρή περίοδο και κατά τη διάρκεια της νύκτας.

Με τη θερμοφωτογράφιση είναι δυνατόν να επισημανθούν και να καταγραφούν οι ατέλειες, τα κατασκευαστικά λάθη και οι αβλεψίες σε μια κατασκευή, όταν αυτές σχετίζονται με τη θερμική της συμπεριφορά. Μπορούν να καταγραφούν οι παντός τύπου θερμογέφυρες και γενικώς οι θέσεις ή οι ευρύτερες περιοχές μειωμένης θερμομονωτικής προστασίας. Μπορούν επίσης να επισημανθούν προβλήματα υγρασίας που δεν είναι άμεσα ορατά ή ακόμη δεν έχουν εκδηλωθεί στις εξωτερικές επιφάνειες των δομικών στοιχείων, δεδομένου ότι στο προσβεβλημένο τμήμα ο εγκλωβισμένος αέρας στους πόρους του δομικού στοιχείου θα έχει παραχωρήσει τη θέση του στο νερό, το οποίο παρουσιάζει περίπου 24 φορές μεγαλύτερη θερμική αγωγιμότητα από αυτήν του αέρα και άρα μεγαλύτερες ροές θερμότητας στην προσβεβλημένη περιοχή.

## **2.5. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ**

Στη θέση μιας θερμογέφυρας το δομικό στοιχείο εμφανίζει μειωμένη θερμική προστασία με αποτέλεσμα την αύξηση των ροών θερμότητας που διέρχονται από τη θέση αυτή και την εμφάνιση μιας διαφορετικής κατανομής των θερμοκρασιών στο εσωτερικό του δομικού στοιχείου, συγκριτικά πάντα με τις θέσεις που δεν αποτελούν θερμογέφυρες. Αυτός είναι και ο λόγος που η εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία του δομικού στοιχείου στη θέση της θερμογέφυρας εμφανίζεται χαμηλότερη. Επηρεάζει, επομένως, το αίσθημα της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό ενός χώρου, καθώς η επιφανειακή θερμοκρασία μαζί με τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία του αέρα και την ταχύτητα κίνησής του στο εσωτερικό του χώρου είναι παράγοντες αποφασιστικής σημασίας στις ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ ανθρώπινου σώματος και περιβάλλοντος.

Χαμηλές επιφανειακές θερμοκρασίες των δομικών στοιχείων μπορούν να δημιουργήσουν το αίσθημα της δυσφορίας σε ένα χώρο κατοικίας ή εργασίας, ανατρέποντας τη θερμική ισορροπία του ανθρώπινου σώματος.

Είναι, ωστόσο, σαφές ότι η επίδραση αυτή συναρτάται απόλυτα από την επιφάνεια στην οποία εκτείνεται η θερμογέφυρα. Όσο μικρότερης έκτασης είναι αυτή, τόσο μικρότερη είναι η επίδραση και αντιστοίχως όσο περισσότερο εκτείνεται, τόσο μεγαλύτερη επίδραση έχει. Έτσι για παράδειγμα, η έλλειψη θερμικής προστασίας στον περίδεσμο ενίσχυσης (σενάζ) μιας περιμετρικής τοιχοποιίας δεν πρόκειται να επηρεάσει τη διαμόρφωση του εσωκλίματος στο εσωτερικό του χώρου και θα γίνεται αντιληπτή μόνον κατά την επαφή του

ανθρώπινου σώματος με την επιφάνεια του τοίχου. Αντίθετα, η έλλειψη θερμικής προστασίας ενός τοιχίου ή ενός υποστρώματος γίνεται εύκολα αντιληπτή και επηρεάζει το αίσθημα της ευεξίας όσο το ανθρώπινο σώμα βρίσκεται πλησιέστερα προς αυτή την επιφάνεια. Αισθάνεται κανείς τότε σαν να δέχεται την "εκπομπή ψύχους" από το μη μονωμένο δομικό στοιχείο. Αυτή η αίσθηση οφείλεται στις μεγαλύτερες ροές θερμότητας που παρουσιάζονται στη θέση εκείνη.

## 2.6. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΡΟΣΟΥ

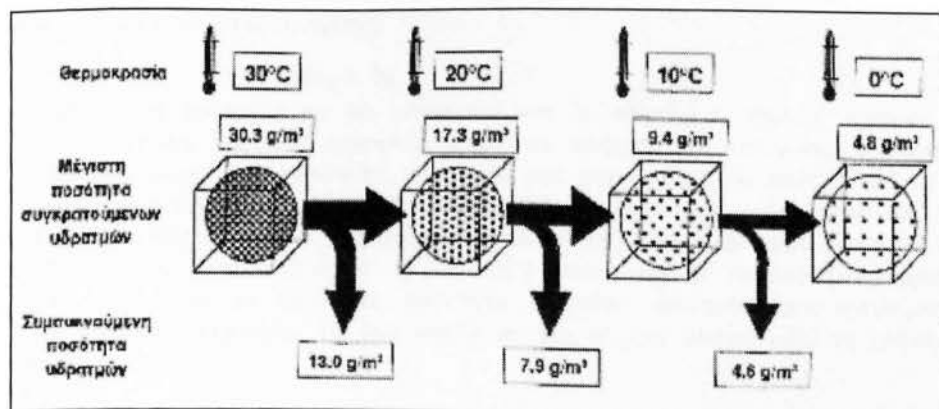
### 2.6.1. Η σχετική υγρασία του αέρα

Σημαντική είναι η επίδραση των θερμογεφυρών στην πρόκληση δρόσου, δηλαδή στην εμφάνιση υγρασίας λόγω συμπύκνωσης των υδρατμών της ατμόσφαιρας επάνω στην επιφάνεια των δομικών στοιχείων. Η συμπύκνωση εκδηλώνεται στις θέσεις εκείνες, στις οποίες η επιφανειακή θερμοκρασία είναι χαμηλότερη λόγω μεγαλύτερων θερμικών απωλειών. Και αυτό οφείλεται στην αδυναμία του αέρα να συγκρατήσει σε χαμηλότερες θερμοκρασίες την ποσότητα των υδρατμών που περιέχονται στη μάζα του.

Όπως είναι γνωστό ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει στη μάζα του υδρατμούς που όμως δεν είναι ορατοί και γι' αυτό δεν γίνονται αντιληπτοί. Η ποσότητα αυτή των συγκρατούμενων υδρατμών εξαρτάται από την πίεση και από τη θερμοκρασία του αέρα. Από τους δύο παράγοντες η επίδραση του πρώτου θεωρείται αμελητέα και γι' αυτό συνήθως δεν λαμβάνεται υπόψη. Η επίδραση του δευτέρου όμως είναι σημαντική. Με την άνοδο της θερμοκρασίας αυξάνεται και η ικανότητα του αέρα να συγκρατεί υδρατμούς, ενώ με την πτώση της θερμοκρασίας η ικανότητα του αυτή μειώνεται.

Αυτή η περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς μπορεί να μετρηθεί σε τιμές απόλυτες και σχετικές.

- Στην πρώτη περίπτωση ορίζεται ως η ποσότητα των υδρατμών που εμπεριέχεται στη μονάδα όγκου του αέρα για μια συγκεκριμένη τιμή θερμοκρασίας. Καλείται απόλυτη υγρασία και εκφράζεται συνήθως σε  $\text{g}/\text{m}^3$ .
- Στη δεύτερη ορίζεται ως ο λόγος της ποσότητας των υδρατμών που εμπεριέχεται στον αέρα σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία προς τη μέγιστη ποσότητα υδρατμών που μπορεί να συγκρατηθεί στον ίδιο όγκο αέρα και στην ίδια θερμοκρασία. Καλείται σχετική υγρασία και εκφράζεται ως ποσότητα επί τοις εκατό (%).



Η περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη θερμοκρασία. Με την άνοδο της θερμοκρασίας αυξάνεται και η δυνατότητα του αέρα να συγκρατήσει περισσότερους υδρατμούς, ενώ με την πτώση της θερμοκρασίας η δυνατότητα αυτή μειώνεται.

Στη μαθηματική της έκφραση, επομένως, η σχετική υγρασία,  $\varphi$ , ορίζεται από τη σχέση:

$$\varphi = \frac{C}{C_s} \times 100 \quad [\%]$$

όπου:  $C$  = η συγκέντρωση των μορίων υδρατμού που περιέχονται στον αέρα σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία,

$C_s$  = η συγκέντρωση των μορίων σε κατάσταση κορεσμού στον ίδιο όγκο αέρα και στην ίδια θερμοκρασία.

Η μέγιστη ποσότητα υδρατμών που συγκρατείται από τον αέρα καλείται **ποσότητα κορεσμού** και η αντίστοιχη κάθε φορά θερμοκρασία του αέρα **θερμοκρασία κορεσμού** ( $\theta_s$ ). Συνήθως ο αέρας δεν βρίσκεται σε κατάσταση κορεσμού και η περιεχόμενη ποσότητα υδρατμών είναι μικρότερη της μέγιστης δυνάμενης να συγκρατηθεί.

Όταν οι υδρατμοί που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα φθάσουν σε κατάσταση κορεσμού και επομένως η σχετική υγρασία είναι  $\varphi = 100\%$ , τότε οι επιπλέον υδρατμοί δεν μπορούν πλέον να συγκρατηθούν, συμπυκνώνονται και επικάθονται επάνω στις επιφάνειες των δομικών στοιχείων υπόμορφη σταγονιδίων. Η συμπυκνούμενη αυτή ποσότητα υγρασίας είναι η **δρόσος**, ενώ η θερμοκρασία κατά την οποία εκδηλώνεται το φαινόμενο καλείται **σημείο δρόσου ή θερμοκρασία δρόσου** και ταυτίζεται με τη θερμοκρασία κορεσμού.

### 2.6.2. Προϋποθέσεις για το σχηματισμό συμπύκνωσης

Ο αέρας που έρχεται σε επαφή με μια ψυχρή επιφάνεια χάνει μέρος της θερμότητάς του και ψύχεται. Με την πτώση της θερμοκρασίας του μειώνεται και η δυνάμενη να συγκρατηθεί ποσότητα υδρατμών ( $C_s$ ). Συνεπώς, η τιμή της σχετικής του υγρασίας αυξάνεται, χωρίς ωστόσο να προστίθενται στον όγκο του επιπλέον υδρατμοί, χωρίς δηλαδή να μεταβάλλεται η απόλυτη τιμή της περιεχόμενης υγρασίας του.

Αν ο αέρας ψυχθεί τόσο, ώστε η θερμοκρασία του να πέσει κάτω από το σημείο δρόσου, τότε παρατηρείται επιφανειακή συμπύκνωση (δρόσος). Επομένως, για να μη σχηματισθεί συμπύκνωση στις επιφάνειες των δομικών στοιχείων ενός χώρου, πρέπει οι επιφανειακές τους θερμοκρασίες ( $\theta_{ie}$ ) να είναι υψηλότερες της θερμοκρασίας δρόσου του αέρα για τη δεδομένη τιμή θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του χώρου ( $\theta_s$ ).

Πρέπει, δηλαδή, να ισχύει η σχέση:

$$\theta_{ie} > \theta_s$$

Συμπύκνωση όμως μπορεί να εκδηλωθεί και αν αυξηθεί η σχετική υγρασία του χώρου όχι με πτώση της θερμοκρασίας, αλλά με αύξηση της υγρασίας, δηλαδή με αύξηση των εμπεριεχόμενης ποσότητας υδρατμών στο χώρο, όπως για παράδειγμα με την αναπνοή, καθώς ο εκπνεόμενος αέρας περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα υδρατμών από τον εισπνεόμενο. Ομοίως, επιπλέον υδρατμοί παράγονται με το βρασμό νερού στο χώρο μιας κουζίνας. Εξατμίζεται τότε το νερό από το μαγειρικό σκεύος και οι παραγόμενοι υδρατμοί εμπλουτίζουν τον αέρα με πρόσθετη ποσότητα υγρασίας (υδρατμών), που ανεβάζουν το επίπεδο της σχετικής υγρασίας. Το ίδιο συμβαίνει και σε ένα μπάνιο κατά τη χρήση του ζεστού νερού.

Με δύο τρόπους, επομένως, μπορεί να σχηματισθεί συμπύκνωση:

- Με πτώση της θερμοκρασίας του αέρα και άρα μείωση της δυνάμενης να συγκρατηθεί ποσότητας υδρατμών.
- Με αύξηση της περιεχόμενης ποσότητας υδρατμών για την ίδια τιμή θερμοκρασίας του αέρα.

### 2.6.3. Απλοποιητικός έλεγχος για το σχηματισμό συμπύκνωσης

Η θερμοκρασία δρόσου μπορεί να βρεθεί είτε με απευθείας μέτρηση (εργαστηριακός τρόπος) είτε με υπολογισμό (μαθηματικός τρόπος), λαμβάνοντας υπόψη την κατά απλοποιητικό παραδοχή μονοδιαστατη μετάδοση της θερμότητας μέσα από ένα δομικό στοιχείο, όταν είναι γνωστά τα μεγέθη της θερμοκρασίας του αέρα, της σχετικής υγρασίας (ή της θερμοκρασίας του υγρού θερμομέτρου) και της ατμοσφαιρικής πίεσης.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται συγκεντρωμένες οι τιμές θερμοκρασίας δρόσου για διαφορετικές τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του αέρα ενός χώρου. Οι τιμές του πίνακα είναι αυτές που δέχεται ο γερμανικός κανονισμός θερμομόνωσης. Για την επαλήθευση της σχέσης ( $\theta_{ie} > \theta_s$ ) αρκεί, επομένως, ο προσδιορισμός της τιμής  $\theta_{ie}$ .

Σε μια πρώτη προσέγγιση ο υπολογισμός της επιφανειακής θερμοκρασίας μπορεί να γίνει:

θεωρώντας –όπως παραπάνω αναλύθηκε– ως γραμμική την πτώση της θερμοκρασίας σ' ένα δομικό στοιχείο σε σχέση με τις θερμικές αντιστάσεις των διαδοχικών του στρώσεων.

Κατά απλοποιητική παραδοχή τότε θεωρείται ότι:

- τα υλικά είναι ομογενή και ισότροπα και βρίσκονται μεταξύ τους σε τέλεια θερμική επαφή,
- η θερμική ροή είναι μονοδιάστατη, η μετάδοση της θερμότητας γίνεται κατά διεύθυνση κάθετη προς την εξεταζόμενη επιφάνεια και μέσα στο δομικό στοιχείο δεν παρατηρούνται απώλειες ούτε δεσμεύσεις από άλλες πηγές θερμότητας,
- το δομικό στοιχείο εξετάζεται σε στάσιμη κατάσταση, δηλαδή η θερμική ροή είναι ανεξάρτητη από το χρόνο και το θερμοκρασιακό πεδίο διατηρείται σταθερό,
- οι ιδιότητες των υλικών είναι ανεξάρτητες από τη θερμοκρασία και επομένως η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ παραμένει σταθερή και
- η θερμική ροή δεν επηρεάζεται από στιγμιαίες επιδράσεις του περιβάλλοντος επί του δομικού στοιχείου (άνεμο, βροχή, ηλιασμό κ.τ.λ.).

Θερμ. αέρα θ <sub>i</sub>	max υδρ.	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΔΡΟΣΟΥ (επιφανειακή θερμοκρασία) θ <sub>is</sub> (°C)														
		°C	g/m <sup>3</sup>	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%
10	9.4	-6.0	-4.2	-2.6	-1.2	0.1	1.4	2.6	3.7	4.8	5.8	6.7	7.6	8.4	9.2	
11	10.0	-5.2	-3.4	-1.8	-0.4	1.0	2.3	3.5	4.7	5.8	6.7	7.7	8.6	9.4	10.2	
12	10.7	-4.5	-2.6	-1.0	0.4	1.9	3.2	4.5	5.7	6.7	7.7	8.7	9.6	10.4	11.2	
13	11.3	-3.7	-1.9	-0.1	1.3	2.8	4.2	5.5	6.6	7.7	8.7	9.6	10.5	11.4	12.2	
14	12.1	-2.9	-1.0	0.6	2.3	3.7	5.1	6.4	7.5	8.6	9.6	10.6	11.5	12.4	13.2	
15	12.9	-2.2	-0.3	1.5	3.2	4.7	6.1	7.3	8.5	9.6	10.6	11.6	12.5	13.4	14.2	
16	13.8	-1.4	0.5	2.4	4.1	5.6	7.0	8.2	9.4	10.5	11.6	12.6	13.5	14.4	15.2	
17	14.6	-0.6	1.4	3.3	5.0	6.5	7.9	9.2	10.4	11.5	12.5	13.5	14.5	15.3	16.2	
18	15.4	0.2	2.3	4.2	5.9	7.4	8.8	10.1	11.3	12.5	13.5	14.5	15.4	16.3	17.2	
19	16.3	1.0	3.2	5.1	6.8	8.3	9.8	11.1	12.3	13.4	14.5	15.5	16.4	17.3	18.2	
20	17.3	1.9	4.1	6.0	7.7	9.3	10.7	12.0	13.2	14.4	15.4	16.4	17.4	18.3	19.2	
21	18.4	2.8	5.0	6.9	8.6	10.2	11.6	12.9	14.2	15.3	16.4	17.4	18.4	19.3	20.2	
22	19.4	3.6	5.9	7.8	9.5	11.1	12.5	13.9	15.1	16.3	17.4	18.4	19.4	20.3	21.2	
23	20.6	4.5	6.7	8.7	10.4	12.0	13.5	14.8	16.1	17.2	18.3	19.4	20.3	21.3	22.2	
24	21.8	5.4	7.6	9.6	11.3	12.9	14.4	15.8	17.0	18.2	19.3	20.3	21.3	22.3	23.1	
25	23.1	6.2	8.5	10.5	12.2	13.9	15.3	16.7	18.0	19.1	20.3	21.3	22.3	23.2	24.1	
26	24.4	7.1	9.4	11.4	13.2	14.8	16.3	17.6	18.9	20.1	21.2	22.3	23.3	24.2	25.1	
27	25.8	8.0	10.2	12.2	14.1	15.7	17.2	18.6	19.9	21.1	22.2	23.2	24.3	25.2	26.1	
28	27.2	8.8	11.1	13.1	15.0	16.6	18.1	19.5	20.8	22.0	23.2	24.2	25.2	26.2	27.1	
29	28.7	9.7	12.0	14.0	15.9	17.5	19.0	20.4	21.7	23.0	24.1	25.2	26.2	27.2	28.1	
30	30.3	10.5	12.9	14.9	16.8	18.4	20.0	21.4	22.7	23.9	25.1	26.2	27.2	28.2	29.1	

Η μέγιστη επιφανειακή θερμοκρασία, για την οποία σχηματίζεται συμπύκνωση στις περιβάλλουσες επιφάνειες ενός χώρου και η μέγιστη ποσότητα υδρατμών που μπορεί να συγκρατηθεί στη μονάδα όγκου του αέρα.

Τότε από το παρακάτω σχήμα προκύπτει η σχέση:

$$\frac{\theta_i - \theta_a}{\frac{1}{k}} = \frac{\theta_i - \theta_{ie}}{\frac{1}{\alpha_i}} \Rightarrow \theta_{ie} = \theta_i - \frac{k}{\alpha_i} \cdot (\theta_i - \theta_a) \quad [^{\circ}\text{C}]$$

όπου: θ<sub>i</sub> [°C]= η θερμοκρασία του αέρα του εσωτερικού χώρου

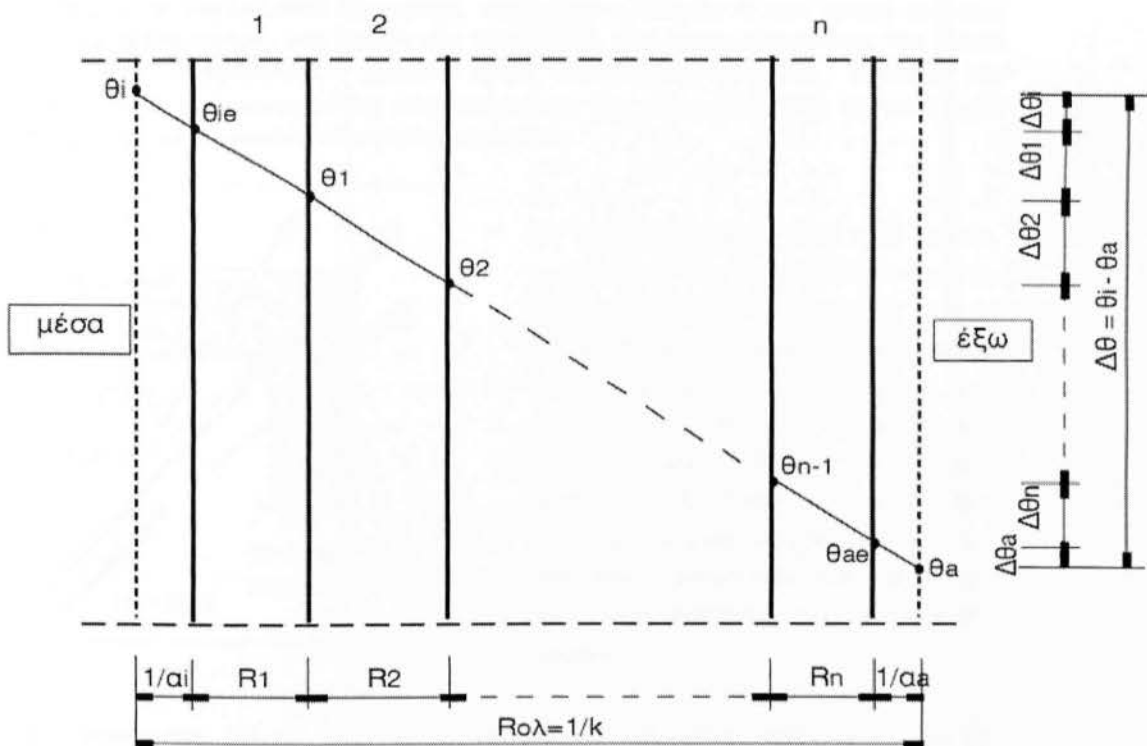
θ<sub>a</sub> [°C]= η θερμοκρασία του αέρα του εξωτερικού χώρου

θ<sub>s</sub> [°C]= η θερμοκρασία δρόσου

α<sub>i</sub> [W/(m<sup>2</sup> K)]= ο συντελεστής θερμικής μετάβασης εσωτερικά

k [W/(m<sup>2</sup> K)]= ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου

Για τον υπολογισμό της επιφανειακής θερμοκρασίας αρκεί επομένως να είναι γνωστά τα μεγέθη της εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας και του συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου.



Η κατανομή των θερμοκρασιών στις διαδοχικές στρώσεις ενός δομικού στοιχείου με άξονα τετμημένων τις θερμικές αντιστάσεις διευκολύνει τον προσδιορισμό της επιφανειακής θερμοκρασίας γραμμικά.

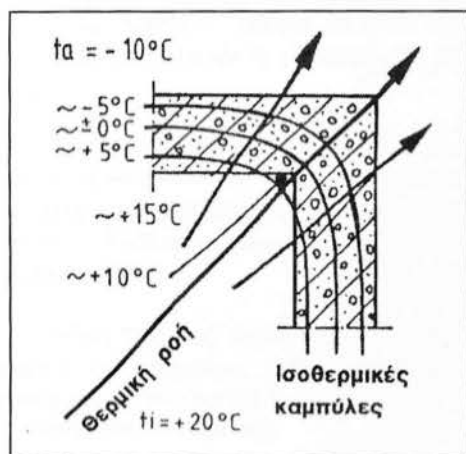
Ωστόσο, τονίζεται και πάλι emphatically ότι η ευρισκόμενη με τον τρόπο αυτό επιφανειακή θερμοκρασία ενώ σε μια οποιαδήποτε θέση του δομικού στοιχείου προσεγγίζει την πραγματικότητα και είναι αποδεκτή, στη θέση της θερμογέφυρας είναι πλασματική, διότι η ροή θερμότητας κατ' απλοποιητική παραδοχή λογίζεται μονοδιάστατη και κάθετη στην επιφάνεια του δομικού στοιχείου. Κάτι που στην πραγματικότητα δεν ισχύει. Καταγραφικές μετρήσεις και υπολογισμοί που έχουν γίνει σε θέσεις θερμογεφυρών έχουν δείξει ότι η θερμοκρασία είναι σημαντικά χαμηλότερη και, αν κάποιος ήθελε να προστατεύσει το σημείο της θερμογέφυρας με ισοδύναμη αξίας θερμομονωτική στρώση, θα έπρεπε να τοποθετήσει διπλάσιου ή και τριπλάσιου πάχους θερμομονωτικό υλικό, ανάλογα με τη θέση και τη μορφή της θερμογέφυρας.

#### 2.6.4. Η εκδήλωση του φαινομένου

Η υγρασία συμπύκνωσης εμφανίζεται συνήθως στο εσωτερικό των κτιρίων κατά τη χειμερινή περίοδο και όταν η εξωτερική θερμοκρασία πέφτει σε χαμηλά επίπεδα ή όταν κατά τη διάρκεια της νύχτας η κεντρική θέρμανση παύει να λειτουργεί, η εσωτερική θερμοκρασία μειώνεται και η σχετική υγρασία αυξάνεται. Οι υδρατμοί που επικάθονται υπό υγρή φάση ως σταγονίδια στις ψυχρές επιφάνειες των δομικών στοιχείων απορροφώνται από αυτά και εμποτίζουν τη μάζα τους.

Στις θέσεις των θερμογεφυρών το φαινόμενο εκδηλώνεται επάνω στα δομικά στοιχεία με περιορισμένες ή εκτεταταμένες ζώνες μικρών σταγονιδίων (ανάλογα με την έκταση της θερμογέφυρας). Συνήθως εκδηλώνεται στις σχηματιζόμενες διέδρες ή τρίεδρες γωνίες

που σχηματίζουν οι περιμετρικοί εξωτερικοί τοίχοι με το δάπεδο ή την οροφή το οποίο φέρεται στο παρακάτω σχήμα, στις ποδιές των παραθύρων, στις θέσεις συναρμογής του τοίχου με τις κάσες των κουφωμάτων, επάνω στους υαλοπίνακες και στα πλαίσια των κουφωμάτων (ιδίως των κουφωμάτων αλουμινίου που δεν είναι μονωμένα) και γενικώς σε κάθε θέση που μπορεί να αποτελεί ισχυρή θερμογέφυρα.



Οι ισοθερμικές καμπύλες στα σημεία συνάντησης των κατακορύφων με τα οριζόντια δομικά στοιχεία είναι μετατοπισμένες προς το εσωτερικό της κατασκευής, επειδή λόγω της μεγαλύτερης εξωτερικής επιφάνειας οι απώλειες θερμότητας είναι αυξημένες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι γωνίες να είναι ψυχρότερες από τις υπόλοιπες επιφάνειες και επομένως πιο ευπρόσβλητες στο σχηματισμό δρόσου.

Η υγρασία άλλοτε έχει τη μορφή απλού νοτίσματος (όταν είναι ελαφράς μορφής) και τότε γίνεται αντιληπτή διά της αφής και άλλοτε έχει τη μορφή επιφανειακών φαιών στιγμάτων και –σε πιο προχωρημένη κατάσταση– τη μορφή σταγονιδίων που μπορεί να εξελιχθούν σε μικρή ποσότητα επιφανειακό ρέον ύδωρ (π.χ. στα μεταλλικά μη μονωμένα πλαίσια και στους υαλοπίνακες των κουφωμάτων ή σε τοίχους βαμμένους με λαδομπογιές).

Σε εντονότερη μορφή η συμπύκνωση παρατηρείται στους ιδιαίτερα υγρούς χώρους ή σε χώρους με έντονη παραγωγή υδρατμών, όπως σε λουτρά, κουζίνες, πλυντήρια κ.τ.λ.

Γενικώς πάντως οι μικρές θερμογέφυρες προκαλούν κατά κανόνα και περιορισμένης έκτασης φθορές, που συνήθως μπορούν να αποκατασταθούν με ευκολία και χωρίς ιδιαίτερα υψηλή δαπάνη, ενώ οι μεγαλύτερες θερμογέφυρες ορισμένες φορές μπορεί να προκαλέσουν εκτεταμένες φθορές, για την αποκατάσταση των οποίων απαιτούνται πολυέξοδες οικοδομικές εργασίες. Στις γωνίες κυρίως, αλλά σε μικρότερη έκταση και σε άλλα σημεία των τοίχων και της οροφής, παρατηρούνται φουσκώματα και αποφλοιώσεις των επιχρισμάτων, σχηματίζεται μούχλα ή εμφανίζονται μύκητες και άλλοι μικροοργανισμοί.

### 2.6.5. Χαρακτηριστικά στοιχεία αναγνώρισης

Πολλές φορές γίνεται σύγχυση μεταξύ της υγρασίας που οφείλεται στη δρόσο και στην υγρασία που οφείλεται σε άλλα αίτια (υγρασία εδάφους, βροχής, οφειλόμενη σε φθορές των σωληνώσεων ύδρευσης, αποχέτευσης κ.τ.λ.). Για το λόγο αυτό θα πρέπει κανείς να έχει υπόψη του τα βασικά χαρακτηριστικά διάκρισής της. Διακρίνεται από τις άλλες μορφές υγρασίας από τον τρόπο εμφάνισης:

- Είναι κατά κανόνα παροδικό και περιοδικό φαινόμενο.
- Σε τοίχους κατασκευασμένους από τα ίδια υλικά εκτείνεται σε όλη την επιφάνειά τους, ενώ σε τοίχους από διαφορετικά υλικά (π.χ. πλίνθους και πέτρες) προσβάλλει κατ' αρχήν τις θέσεις με τα βαρύτερα και πλέον συμπαγή υλικά (πέτρες, σκυρόδεμα κ.τ.λ.) ή τις θέσεις με τα ψυχρότερα υλικά (υαλοπίνακες παραθύρων) και δυσκολότερα τις θέσεις, στις οποίες βρίσκονται ελαφρά υλικά (πλίνθοι, κονιάματα, κισσηροδέματα κ.τ.λ.).
- Η προσβολή δεν προχωρεί σε βάθος στο δομικό στοιχείο, αλλά παραμένει επιφανειακή σε αντίθεση με άλλες μορφές υγρασίας.

- Είναι φαινόμενο του εσωτερικού χώρου, γι' αυτό και εμφανίζεται στη εσωτερική επιφάνεια του δομικού στοιχείου.

Πάντως η υγρασία συμπύκνωσης εμφανίζεται στις κατασκευές άλλοτε ως ένα μεμονωμένο φαινόμενο και άλλοτε σε συνδυασμό με άλλες μορφές υγρασίας. Στη δεύτερη περίπτωση της συνδυασμένης εμφάνισης δύο ή περισσότερων μορφών υγρασίας τα αίτια της καθεμιάς μπορεί να είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, μπορεί όμως να είναι και αλληλένδετα και πιθανόν η εξάλειψη της μιας μορφής υγρασίας να επιφέρει την εξάλειψη και της άλλης.

Έτσι, δεν είναι σπάνιες οι περιπτώσεις που η υγρασία εδάφους, εξατμιζόμενη από τα δομικά στοιχεία προς τον εσωτερικό χώρο, εμπλουτίζει τον αέρα με υδρατμούς, οι οποίοι στη συνέχεια επικάθονται λόγω συμπύκνωσης στις ψυχρές επιφάνειες των δομικών στοιχείων. Εξάλειψη της υγρασίας εδάφους θα εξυγιάνει το χώρο και από την υγρασία συμπύκνωσης.

Αλλά και ένας υγρός από τη βροχή τοίχος μπορεί να προκαλέσει συμπύκνωση στην εσωτερική του επιφάνεια, όταν αυτή ψυχθεί λόγω άντλησης από τον τοίχο της απαιτούμενης ποσότητας θερμότητας για την εξάτμιση του νερού της βροχής (η εξάτμιση είναι ενδόθερμη αντίδραση).

### 2.6.6. Επιπτώσεις

Όποια και αν είναι όμως τα αίτια εμφάνισης της υγρασίας συμπύκνωσης, αλλά και κάθε άλλης μορφής υγρασίας, αυτή δεν παύει να είναι επιβλαβής τόσο για την ίδια την κατασκευή, όσο και για την υγεία των ανθρώπων.

Και αυτό επειδή:

- Προσβάλλει και καταστρέφει τα δομικά υλικά λόγω της απορρόφησής της απ' αυτά.
- Μειώνει τη θερμομονωτική ικανότητα των δομικών στοιχείων λόγω παραμονής της μέσα στους πόρους και στις κυψέλες των θερμομονωτικών υλικών.
- Ευνοεί την ανάπτυξη φυτοφυΐας και την παραμονή μικροοργανισμών μέσα στα υλικά, κυρίως

όταν συνοδεύεται από υψηλή θερμοκρασία.

- Δημιουργεί αίσθημα δυσφορίας στους ανθρώπους που ζούν ή εργάζονται σ' έναν υγρό χώρο.
- Επιδρά δυσμενώς στην υγεία των ανθρώπων, όταν πρόκειται για μακροχρόνια και σταθερή κατάσταση.
- Δημιουργεί αντιαισθητική εικόνα στο χώρο (μούχλα).

Σε όλες τις περιπτώσεις, γενικός κανόνας για να αποφευχθεί η συμπύκνωση, είναι να διατηρείται η επιφανειακή θερμοκρασία των δομικών στοιχείων σε επίπεδα ανώτερα της θερμοκρασίας δρόσου για τις συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας του χώρου.

## 2.7. Η ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ

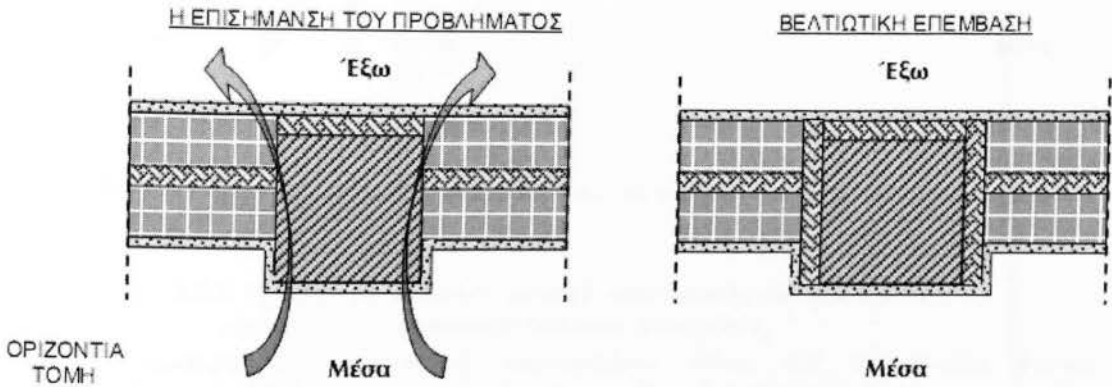
Για την καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος απαραίτητη είναι η εξεύρεση του πραγματικού αίτιου δημιουργίας της υγρασίας και στην προκειμένη περίπτωση ο προσδιορισμός της θερμογέφυρας και στη συνέχεια η εξάλειψή της ή ο περιορισμός της επίδρασής της.

Για το λόγο αυτό δίνονται παρακάτω οι πιο αντιπροσωπευτικοί τύποι θερμογεφυρών και προτείνονται απλές οικοδομικές επεμβάσεις για την εξάλειψη ή τον περιορισμό της επίδρασής τους.



### 2.7.1. Το σημείο σύνδεσης στοιχείων φέροντος οργανισμού και τοιχοποιίας πλήρωσης

Πρόκειται για τις θέσεις, στις οποίες η τοιχοποιία πλήρωσης συναντά τα φέροντα στοιχεία του σκελετού (δοκάρια, υποστυλώματα, τοιχία). Στην περίπτωση αυτή είτε παρατηρείται διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης είτε απουσία θερμομονωτικής στρώσης.



Θερμογέφυρα στο σημείο σύνδεσης φέροντος οργανισμού και τοιχοποιίας πλήρωσης.

Η θερμομονωτική στρώση στα στοιχεία του φέροντος οργανισμού συνήθως είναι τοποθετημένη στην εξωτερική όψη, ενώ στην τοιχοποιία πλήρωσης, που κατά κανόνα είναι δικέλυφη, βρίσκεται στον πυρήνα. Η απόσταση μεταξύ των δύο θερμομονωτικών στρώσεων αποτελεί θερμογέφυρα.

Το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπισθεί, αν τα στοιχεία του φέροντος οργανισμού θερμομονωθούν όχι μόνον από την κύρια όψη αλλά και πλευρικά, ώστε η θερμομονωτική τους στρώση να συναντά τη θερμομονωτική στρώση της τοιχοποιίας.

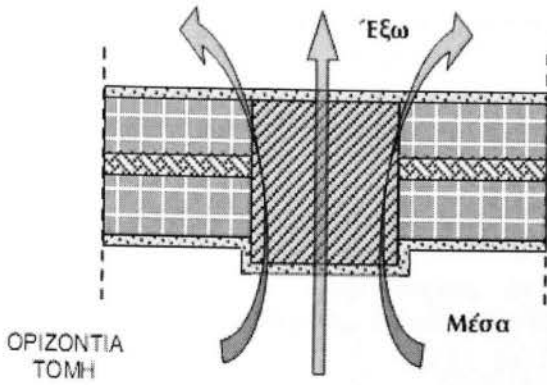
### 2.7.2. Απουσία θερμομόνωσης σε στοιχεία του φέροντος οργανισμού

Αν και η θερμομονωτική προστασία όλων των εξωτερικών στοιχείων του φέροντος οργανισμού είναι απαραίτητη, μερικοί κατασκευαστές δεν τηρούν τις υποχρεώσεις αυτές. Και αυτό δεν συμβαίνει πάντα για λόγους οικονομίας, αλλά προκειμένου να επιτευχθεί η ευθυγράμμιση των εσωτερικών επιφανειών των φερόντων στοιχείων με αυτές της τοιχοποιίας πλήρωσης, ώστε να μη σχηματίζεται το γνωστό αντιαισθητικό "γόγυ" στην επιφάνεια του τοίχου, που χαλάει τη συνέχεια του.

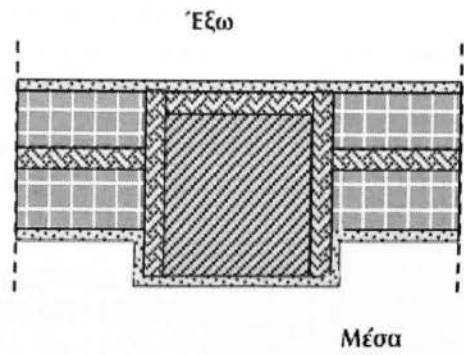
Θα μπορούσε βέβαια αυτό να αποφευχθεί αν διαπλατυνόταν η τοιχοποιία πλήρωσης, αυξάνοντας το πάχος της κατά 5 με 8 cm, ώστε η εσωτερική της επιφάνεια να ευθυγραμμισθεί με αυτήν των δοκαριών και των τοιχίων. Μια τέτοια λύση όμως περιορίζει –έστω και ελάχιστα– τον ωφέλιμο εσωτερικό χώρο. Λειτουργεί όμως η αισθητική και η κακώς νοούμενη οικονομία χώρου σε βάρος της θερμομονωτικής προστασίας και της ποιότητας της κατασκευής.

Το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπισθεί με το αυτονόητο, με τη θερμομονωτική προστασία των στοιχείων του φέροντος οργανισμού.

### Η ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ



### ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ



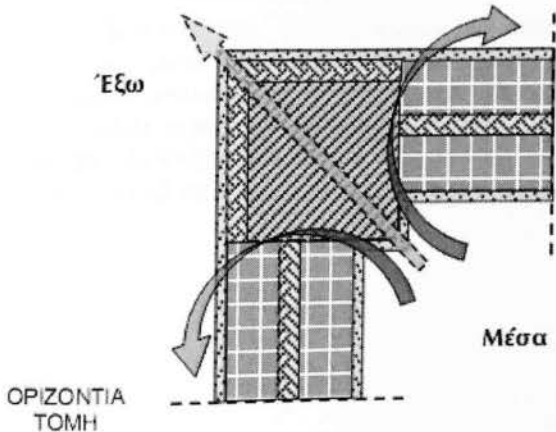
Θερμογέφυρα λόγω απουσίας θερμομόνωσης σε στοιχείο του φέροντος οργανισμού.

### 2.7.3. Η διαφορά εμβαδού μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής επιφάνειας γωνιακών δομικών στοιχείων

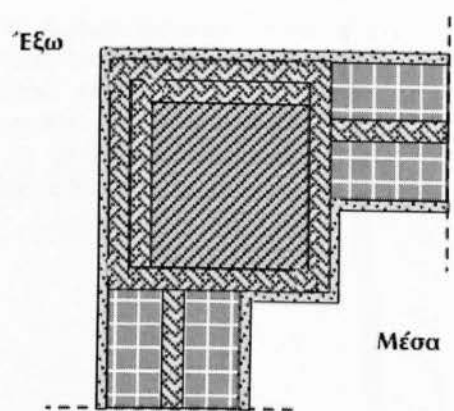
Συμπεριφορά θερμογέφυρας, παρουσιάζουν επίσης και τα γωνιακά δομικά στοιχεία, κυρίως υποστυλώματα, ακόμη και αν είναι θερμομονωμένα και από τις δύο ελεύθερες όψεις τους. Στην περίπτωση αυτή η εσωτερική γωνιακή επιφάνεια είναι πολύ μικρότερη της εξωτερικής αντιδιαμετρικής της και οι αντίστοιχες ροές θερμότητας είναι αυξημένες, προκειμένου να καλυφθούν οι θερμικές απώλειες από τη μεγάλη εξωτερική επιφάνεια.

Βέβαια, η περίπτωση αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως θερμογέφυρα μόνο με την ευρεία έννοια του όρου, καθώς η θερμομονωτική προστασία του δομικού στοιχείου δεν είναι κατ' ανάγκη μειωμένη. Ακόμη και μια ισχυρή αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης, μπορεί να βελτιώσει την κατάσταση, όμως οι απώλειες θερμότητας δεν θα πάνου να είναι αυξημένες.

### Η ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ



### ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ



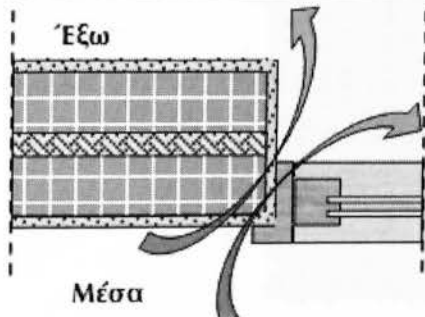
Θερμογέφυρα λόγω διαφοράς εμβαδού μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής επιφάνειας ενός γωνιακού δομικού στοιχείου.

#### 2.7.4. Οι παραστάδες και τα υπέρθυρα των ανοιγμάτων

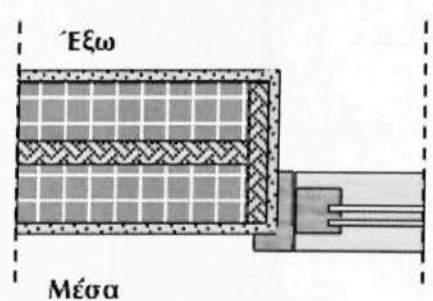
Στις περισσότερες κατασκευές η θερμομονωτική στρώση στις δικέλυφες τοιχοποιίες βρίσκεται στον πυρήνα, και στα φέροντα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος στην εξωτερική τους πλευρά, ενώ τα κουφώματα που συμπληρώνουν τα ανοίγματα συνήθως τοποθετούνται "πρόσωπο" με την εσωτερική επιφάνεια. Αφήνουν έτσι ουσιαστικά τις παραστάδες (λαμπάδες) και τα υπέρθυρα (πρέκια) μέχρι τη θέση του κουφώματος θερμικά απροστάτευτα, δημιουργώντας θερμογέφυρες.

Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης περιμετρικά του ανοίγματος, δηλαδή στις παραστάδες, στα υπέρθυρα και στις ποδιές των παραθύρων.

##### Η ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ



##### ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ



ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ  
ΤΟΜΗ

Θερμογέφυρα στους παραστάδες των κουφωμάτων.

#### 2.7.5. Οι περιδέσμοι ενίσχυσης

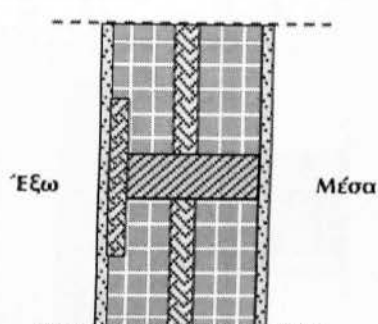
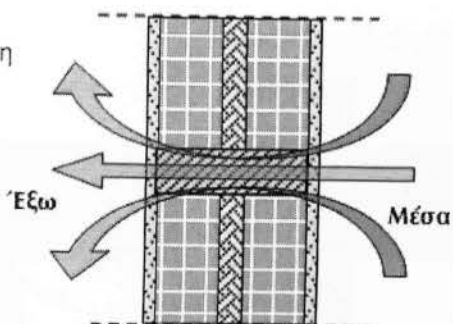
Θερμογέφυρες εμφανίζονται στη θέση των περιδέσμων ενίσχυσης (σενάζ) κατά τρόπο ανάλογο με αυτόν που εκδηλώνονται στις τοιχοποιίες. Είτε δηλαδή στερούνται πλήρως της θερμομονωτικής προστασίας είτε υπάρχει μεν θερμομονωτική στρώση, αλλά αυτή στην εξωτερική θέση που βρίσκεται δεν αποτελεί συνέχεια της θερμομονωτικής στρώσης ανάμεσα στα δύο κελύφη των οπτοπλίνθων.

Οι επιπτώσεις όμως μπορούν να περιορισθούν, αν η θερμομονωτική στρώση δεν περιορισθεί μόνο στο ύψος του περιδέσμου, αλλά επεκταθεί κατά 10 με 20 cm περίπου εκατέρωθεν αυτού προς το μέρος των οπτοπλίνθων. Μπορεί επίσης να κατασκευασθούν διαφορετικοί περιδέσμοι ενίσχυσης σε κάθε κέλυφος και η στρώση της θερμομόνωσης να μη διακοπεί. Μεταξύ τους δε οι τοιχοποιίες να "δεθούν" με μεταλλικά ελάσματα που θα διέρχονται από τη θερμομονωτική στρώση και θα εκτείνονται σε όλο το πάχος του τοίχου.

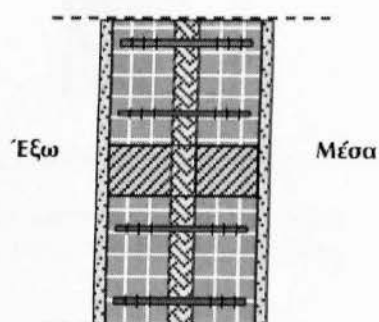
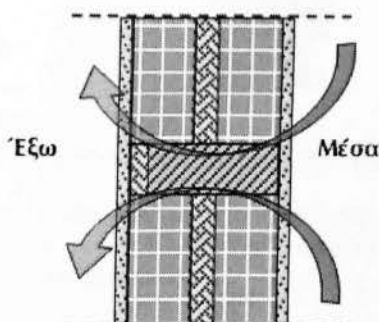
## Η ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

## ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ

Α' ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ  
Χωρίς θερμομόνωση  
στον περίδεσμο  
ενίσχυσης



Β' ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ  
Με θερμομόνωση  
στον περίδεσμο  
ενίσχυσης



ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ  
ΤΟΜΗ

Θερμογέφυρα στον περίδεσμο ενίσχυσης (σενάζ).

### 2.7.6. Οι απολήξεις των εξωτερικών δομικών στοιχείων

Συχνά στις απολήξεις των εξωτερικών δομικών στοιχείων για κατασκευαστικούς λόγους παρεμποδίζεται η πλήρης θερμομονωτική προστασία του κελύφους και διακόπτεται η συνέχεια της θερμομονωτικής στρώσης, δημιουργώντας στις θέσεις αυτές θερμογέφυρα. Χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα αποτελούν τα στηθαία στα δώματα των κτιρίων.

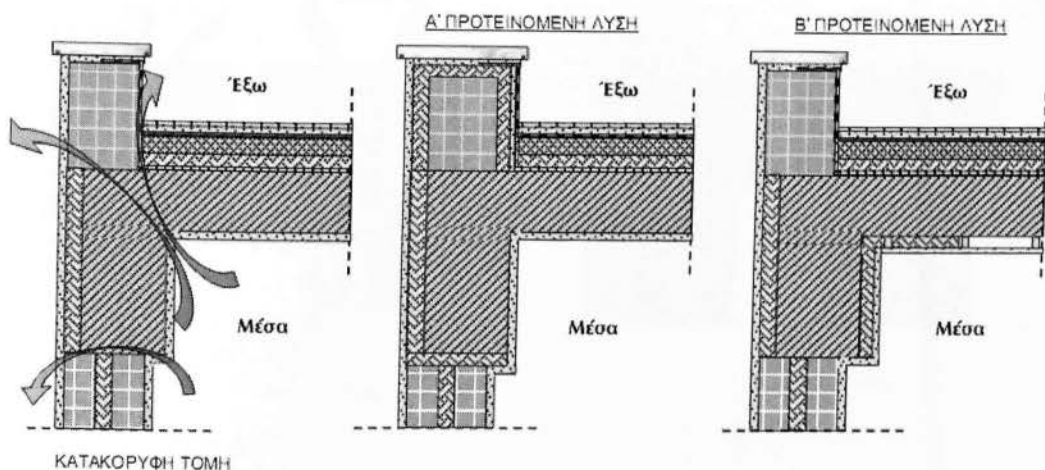
Η θερμογέφυρα αντιμετωπίζεται με δύο τρόπους:

- Με εξωτερική περιμετρική θερμομονωτική προστασία του στηθαίου. Η λύση αυτή εξαλείφει πλήρως τη θερμογέφυρα, όμως πλησιάζει "στα όρια της υπερβολής".
- Με πρόσθετη θερμομόνωση στις εσωτερικές γωνίες στις θέσεις που η κατακόρυφη τοιχοποιία

συναντά την οροφή. Αυτή εκτείνεται κατά μήκος της δοκού στο κάτω μέρος της οροφής σε μια λωρίδα πλάτους περίπου 30 με 40 cm. Η λύση αυτή είναι προτιμότερη τόσο λόγω μειωμένου κόστους, όσο και λόγω ευκολίας της κατασκευής.

### Η ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

### ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

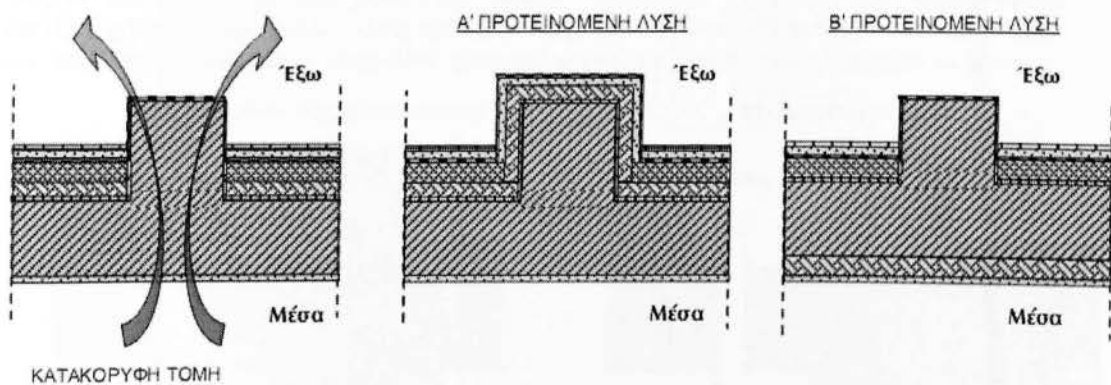


*Θερμογέφυρα στο στηθαίο δώματος με δύο προτεινόμενες βελτιωτικές επεμβάσεις.*

Ίδιο είναι το πρόβλημα και κατ' επέκταση και η αντιμετώπισή του, όταν στο δώμα διαμορφώνονται αντεστραμμένα δοκάρια που προεξέχουν προς τα επάνω ή διπλά στηθαία για τη διαμόρφωση αρμών διαστολής-στοκτίριο.

### Η ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

### ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ



*Θερμογέφυρα σε αντεστραμμένο δοκάρι στο δώμα.*

#### 2.7.7. Οι θέσεις των δοκών στην οροφή υπογείου ή πιλοτής

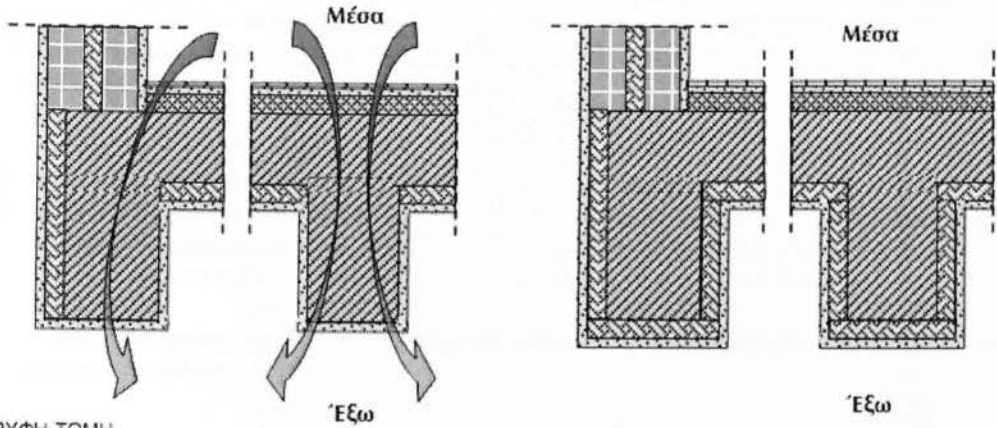
Συμβαίνει, συχνά –από μια κακώς νοούμενη οικονομία και πέρα από τα προβλεπόμενα στη μελέτη θερμομόνωσης– τα δοκάρια στα υπόγεια και στις πιλοτές να παραμένουν θερμικά απροστάτευτα, παρουσιάζοντας έτσι μεγάλες θερμικές απώλειες.

Το πρόβλημα οφείλει να αντιμετωπίζεται από τη φάση της κατασκευής με κατάλληλη περιμετρική θερμομονωτική προστασία των δοκών, δηλαδή με την τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης και από τις τρεις όψεις της δοκού. Μάλιστα, ιδιαίτερα πρόσφορες για μια τέτοια κατασκευή είναι οι πλάκες ξυλλόμαλου, απλές ή τύπου σάντουιτς με ενδιάμεση στρώση αφρώδους υλικού, που μπορούν οι ίδιες να χρησιμεύσουν και ως ξυλότυποι του σκυροδέματος.

Σε υφιστάμενη κατασκευή η θερμομονωτική στρώση μπορεί να τοποθετηθεί εκ των υστέρων περιμετρικά και για λόγους προστασίας να καλυφθεί με γυψοσανίδες ή τσιμεντοσανίδες.

### Η ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

### ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ



ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΤΟΜΗ

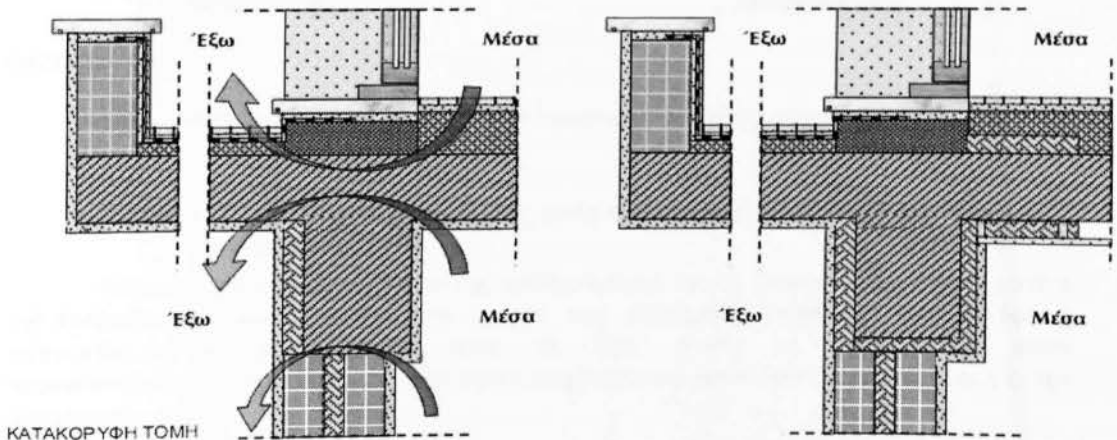
Θερμογέφυρα στα περιμετρικά και ενδιάμεσα δοκάρια του υπογείου και της πιλοτής.

### 2.7.8. Η προέκταση των φερόντων στοιχείων πέραν του κύριου όγκου του κτιρίου

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται κυρίως οι πρόβολοι και τα προστεγιάσματα, που αποτελούν κατασκευαστική προέκταση της διαχωριστικής φέρουσας πλάκας μεταξύ των ορόφων και εκτείνονται έξω από τον κύριο όγκο του κτιρίου. Τη θερμογέφυρα αποτελεί ο ίδιος ο πρόβολος που, προεξέχοντας, διακόπτει τη θερμομονωτική προστασία των κατακόρυφων δομικών στοιχείων τόσο των φερόντων, όσο και των στοιχείων πλήρωσης.

### Η ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

### ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΗ



ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΤΟΜΗ

Θερμογέφυρα στον πρόβολο ως προέκταση της φέρουσας πλάκας.

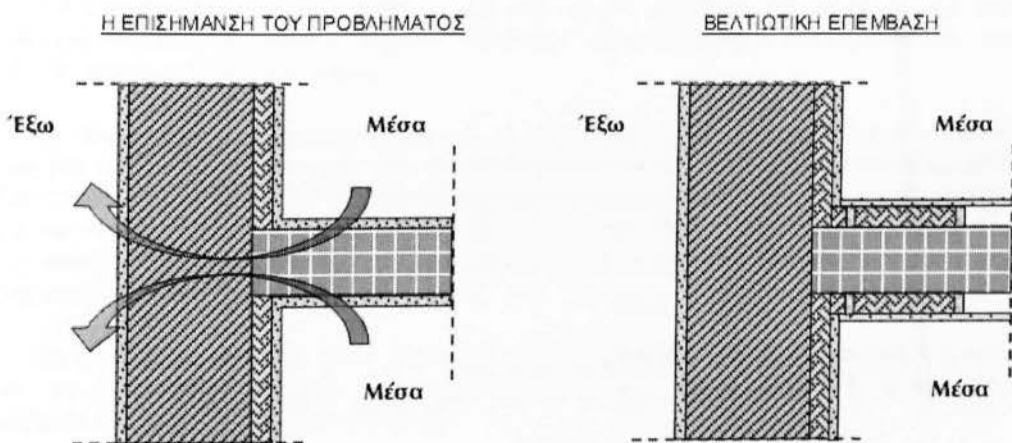
Η θερμομόνωση του προβόλου μπορεί σε θεωρητικό επίπεδο να γίνει περιμετρικά, αλλά μια τέτοια κατασκευή μπορεί μεν να αντιμετωπίζει το πρόβλημα της θερμικής γεφύρωσης, θεωρείται όμως μάλλον υπερβολική. Έτσι, είναι προτιμότερο τόσο το δάπεδο του υπερκείμενου ορόφου, όσο και η οροφή του υποκείμενου να δεχθούν μια ενισχυτική συμπληρωματική θερμομονωτική προστασία κατά μήκος του προβόλου και σε πλάτος προς το εσωτερικό του κτιρίου περίπου 30cm με 50cm (λωρίδα θερμομονωτικής στρώσης). Η λύση αυτή μπορεί να μην εξαλείφει απόλυτα τη θερμογέφυρα, περιορίζει όμως κατά πολύ τη δράση της.

### 2.7.9. Εγκάρσια συναρμογή εξωτερικού κελύφους με εσωτερικό τοίχο

Το πρόβλημα συνήθως παρουσιάζεται όταν το εξωτερικό κέλυφος θερμομονώνεται από την εσωτερική του πλευρά. Τότε η θερμομονωτική στρώση διακόπτεται από εσωτερικές τοιχοποιίες, μεμονωμένα δοκάρια ή τυχόν άλλα δομικά στοιχεία που συνιστούν εγκάρσια το εξωτερικό κέλυφος.

Εννοείται ότι η θερμογέφυρα μπορεί εξαρχής να αποφευχθεί, αν η θερμομονωτική στρώση τοποθετηθεί εξωτερικά ή στον πυρήνα σε δικέλυφη κατασκευή. Σε περίπτωση όμως που κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό, μπορεί να θερμομονωθεί το εγκάρσιο δομικό στοιχείο εκατέρωθεν των όψεών του σε μια κατακόρυφη λωρίδα πλάτους 30cm με 50cm, υπολογιζόμενη από το σημείο συνάντησής του με το εξωτερικό κέλυφος.

Με τον τρόπο αυτό δεν εξαλείφεται απόλυτα η θερμογέφυρα, περιορίζεται όμως στο ελάχιστο η επίδρασή της.



ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΤΟΜΗ

*Θερμογέφυρα σε εγκάρσια συναρμογή εξωτερικού κελύφους με εσωτερικό τοίχο*

### 2.7.10. Οπτόπλινθοι με τις οπές κάθετα στο εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου

Αποτελεί περίπτωση ανάλογη της προηγούμενης με τη διαφορά ότι οι οπτόπλινθοι της εγκάρσιας τοιχοποιίας καταλήγουν μέχρι την εξωτερική επιφάνεια του κελύφους, αφήνοντας τις οπές να "βλέπουν" προς τα έξω. Αυτές οι θέσεις των οπών προφυλάσσονται μόνον από το εξωτερικό επίχρισμα και αποτελούν θερμογέφυρες για την κατασκευή.

Μπορούν να εξαλειφθούν, αν πριν την επίχριση της τοιχοποιίας οι οπές πληρωθούν με αφρώδες θερμομονωτικό υλικό (π.χ. αφρό πολουρεθάνης).

### 2.7.11. Τα σημεία διέλευσης σωληνώσεων

Σωληνώσεις παντός τύπου, καθώς και καμινάδες και αεραγωγοί που διαπερνούν το εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου λειτουργούν ως θερμογέφυρες και αποτελούν ευαίσθητα σημεία στη θερμική προστασία μιας κατασκευής, που δεν είναι δυνατόν πάντοτε να αντιμετωπισθούν.

Η καλύτερη λύση είναι η περιμετρική θερμομονωτική προστασία των αγωγών. Ελαχιστοποιείται έτσι η επίδραση της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος στον αγωγό και περιορίζεται η πτώση της θερμοκρασίας του. Ωστόσο, η ίδια η οπή των αεραγωγών δεν παύει να αποτελεί θερμογέφυρα.

### **2.7.12. Τα σημεία συναρμογής των κουφωμάτων με τις τοιχοποιίες**

Ευαίσθητα σημεία αποτελούν πολύ συχνά τα σημεία συναρμογής των κουφωμάτων με τις τοιχοποιίες. Καθώς κανένας συμβατικός τοίχος επιχρισμένων οπτοπλίνθων στο τελειώμά του δεν σχηματίζει απόλυτη ευθεία, είναι πρακτικά αδύνατη η πλήρης επαφή μεταξύ κάσας του κουφώματος και τοιχοποιίας. Τα κενά που δημιουργούνται κατά την εφαρμογή –άλλοτε ευμεγέθη και άλλοτε σχεδόν αδιόρατα– λειτουργούν πάντα ως θερμογέφυρες.

Η θερμογέφυρα αντιμετωπίζεται με την πλήρη κάλυψη των δημιουργούμενων κενών μεταξύ τοιχοποιίας και κάσας του κουφώματος με αφρό πολυουρεθάνης ή με οποιοδήποτε άλλο θερμομονωτικό υλικό που θα εγχυθεί ενδιάμεσα και θα τα φράξει. Οφείλει κατόπιν να καλυφθεί με αρμοκάλυπτρο προκειμένου να αποφύγει την επίδραση της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας.

### **2.7.13. Τα κουτιά των περιελισσόμενων περσίδων των κουφωμάτων**

Τα επιμήκη κιβώτια στα οποία περιελίσσονται οι περσίδες, τα γνωστά ρολά των εξωστόθυρων και των παραθύρων σχεδόν ποτέ δεν προστατεύονται θερμομονωτικά και αποτελούν σημαντικές θερμογέφυρες.

Η θερμογέφυρα αντιμετωπίζεται με τη θερμομονωτική προστασία του κουτιού, που μπορεί να προβλεφθεί εξαρχής από την κατασκευάστρια εταιρεία ή να πραγματοποιηθεί απευθείας στο έργο. Η θερμομονωτική στρώση θα πρέπει να τοποθετηθεί από την εσωτερική πλευρά και να αγκαλιάσει το κουτί από την επάνω και κάτω επιφάνειά του και όχι εξωτερικά, διότι ο εσωτερικός χώρος του κουτιού επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον μέσω της σχισμής περιέλιξης των περσίδων.

Σε περίπτωση που το κουτί προεξέχει της τοιχοποιίας η θερμομονωτική στρώση μπορεί να τοποθετηθεί μεταξύ του κουτιού και του εσωτερικού κελύφους που σχηματίζουν το πρέκι με τις οπτοπλίνθους.

### **2.7.14. Κατασκευαστικά λάθη**

Θερμογέφυρες μπορεί να προκαλέσουν σε μια κατασκευή η κακοτεχνία, η απροσεξία ή η άγνοια. Στην κατηγορία αυτή μπορεί να υπαχθεί ένα πλήθος περιπτώσεων λόγω διαφορετικών αιτιών, του ίδιου όμως αποτελέσματος.

Έτσι, χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της κακής τοποθέτησης κάποιων θερμομονωτικών πλακών σε μια δικέλυφη τοιχοποιία, κατά τρόπο τέτοιο που δεν επιτρέπει την πλήρη επαφή τους με τα δύο κελύφη (απόκλιση από την κατακόρυφο), αφήνοντας ενδιάμεσα διάκενα.

Κακή επαφή μπορεί να προκληθεί και από απροσεξία κατά την τοποθέτηση της θερμομονωτικής πλάκας, αν παραπέσει μεταξύ αυτής και του κελύφους (οπτοπλινθοδομής) υπόλειμμα συνδετικού κονιάματος ή άλλου υλικού (ξένου σώματος) που θα παρεμποδίζει την πλήρη επαφή και θα κρατά τις δύο στρώσεις σε απόσταση, δημιουργώντας μεταξύ τους κενό.

Ομοίως, θερμογέφυρα μπορεί να προκληθεί σε μια τοιχοποιία λόγω κακής στερέωσης ενός ινώδους θερμομονωτικού υλικού (π.χ. παπλώματος υαλοβάμβακα ή πετροβάμβακα) επάνω στον τοίχο. Αν, για παράδειγμα, ένα πάπλωμα υαλοβάμβακα δεν στερεωθεί με κατάλληλο πλέγμα ή με ειδικά καρφιά (τύπου "Hilti") και απλώς καρφωθεί υπάρχει ο κίνδυνος λόγω βάρους να "κρεμάσει" και να κατακαθίσει στις χαμηλότερες θέσεις, αφήνοντας κενό στο ανώτερο τμήμα της δικέλυφης τοιχοποιίας.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου είναι ο σχεδιασμός ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη το κλίμα κάθε περιοχής, στοχεύει στην εξασφάλιση των απαραίτητων εσωκλιματικών συνθηκών (θερμική και οπτική άνεση, ποιότητα αέρα) με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, αξιοποιώντας τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές (ήλιο, αέρα - άνεμο, νερό, έδαφος).

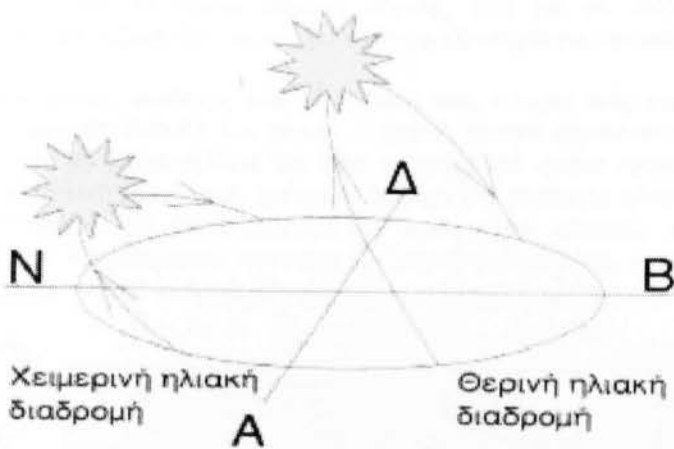
Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, τη ψύξη και το φωτισμό των κτιρίων. Τεχνικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν η θερμική προστασία του κελύφους, τα παθητικά ηλιακά συστήματα, οι τεχνικές και τα συστήματα φυσικού δροσισμού και φυσικού φωτισμού και ορισμένες τεχνικές ορθολογικής χρήσης ενέργειας (θερμικές ζώνες, αποθήκευση θερμότητας στα δομικά στοιχεία του κτιρίου).

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εξαρτάται από το τοπικό κλίμα και βασίζεται στις παρακάτω αρχές:

- Θερμική προστασία των κτιρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.
- Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο.
- Προστασία των κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της σκίασης, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- Απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός, κυρίως με τον φυσικό αερισμό τις νυχτερινές ώρες.
- Βελτίωση-ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα στους χώρους έτσι ώστε οι άνθρωποι να νιώθουν άνετα και ευχάριστα
- Εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού και ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας για φυσικό φωτισμό των κτιρίων, ο οποίος θα πρέπει να εξασφαλίζει επάρκεια και ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.
- Βελτίωση του κλίματος έξω και γύρω από τα κτίρια, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των χώρων γύρω και έξω από τα κτίρια και εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές.

### 3.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ

Ο ενεργειακός σχεδιασμός αποσκοπεί την χειμερινή περίοδο το σχήμα του κτιρίου ή της οικοδομής να εμφανίζει τις μικρότερες θερμικές απώλειες και την μεγαλύτερη πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας ενώ κατά την θερινή περίοδο την μικρότερη επιβάρυνση και την μείωση της θερμικής προσόδου από την αντίστοιχη ηλιακή ακτινοβολία. Για να το πετύχουμε αυτό πρέπει να έχουμε υπόψη ότι η ημερήσια πορεία του ήλιου είναι διαφορετική από χειμώνα σε καλοκαίρι.



Ο ήλιος το χειμώνα βρίσκεται σε πιο χαμηλή γωνία σε αντίθεση με το καλοκαίρι που βρίσκεται πιο ψηλά.

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η νότια πλευρά της κατοικίας να είναι έντονα ηλιασμένη το χειμώνα και αυτό οφείλεται στην χαμηλότερη τροχιά του ήλιου και την καθετή πρόσπτωση της ακτινοβολίας στην πλευρά αυτή. Ενώ αντίθετα το καλοκαίρι δέχεται την λιγότερη θερμότητα παρά τη μεγάλη διάρκεια ηλιασμού της. Οι ανατολικές όπως και οι δυτικές προσόψεις μιας κατοικίας είναι ελάχιστα ηλιασμένες τον χειμώνα ενώ το καλοκαίρι δέχονται το μέγιστο ηλιασμό. Η βόρεια πλευρά ως επί το πλείστο δεν δέχεται ποτέ άμεση ακτινοβολία το χειμώνα, παρά μόνο το καλοκαίρι, νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα.

- Μια νότια πρόσοψη δέχεται τη μέγιστη μέση τιμή ηλιακής ακτινοβολίας- θερμότητας κατανεμημένη στις διάφορες εποχές του έτους, με τον πιο ευνοϊκό τρόπο. Το χειμώνα, η κίνηση του ήλιου σε χαμηλότερη τροχιά έχει σαν αποτέλεσμα καθετότερη πρόσπτωση της ακτινοβολίας στη νότια πρόσοψη και επομένως μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Η νότια όψη δέχεται το μεγαλύτερο ποσό της ηλιακής ενέργειας από οποιαδήποτε διαφορετικά προσανατολισμένη επιφάνεια του κτιρίου. Αντίθετα το καλοκαίρι δέχεται το ελάχιστο σε θερμότητα, παρά τη μεγάλη διάρκεια του ηλιασμού της.
- Με ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό όψεις των κτιρίων δέχονται το μέγιστο του ηλιασμού από το Μάη μέχρι τον Ιούλιο και αντίθετα μικρό ποσό θερμότητας το χειμώνα.
- Οι βορινές προσόψεις ηλιάζονται μόνο το καλοκαίρι, νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα.

Συμπερασματικά ο νότιος προσανατολισμός είναι ο ιδεώδης για τη διάταξη των ανοιγμάτων σε ένα κτίριο. Το σχήμα του κτιρίου για τη βέλτιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας πρέπει να είναι επιμηκυμένο κατά τον άξονα Α-Δ. Μικρή απόκλιση κατά  $20^\circ$  δεν μεταβάλλει ουσιαστικά την απόδοση των νότια προσανατολισμένων ανοιγμάτων.

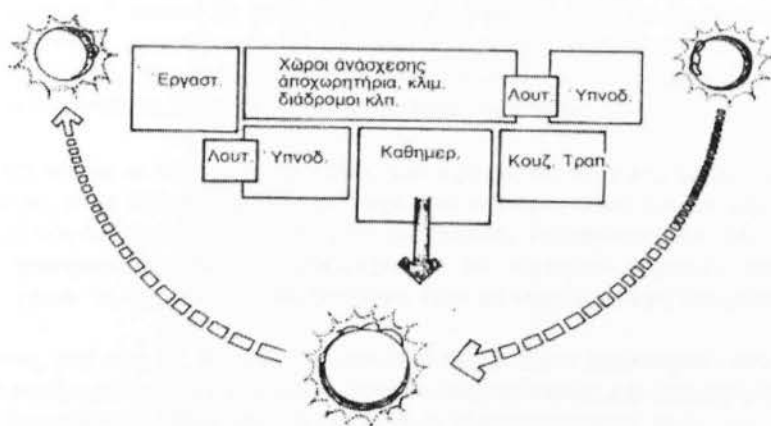
Μονώροφα κτίρια με μικρό βάθος, τοποθετημένα με την κύρια όψη τους στο νότο, ή πολυώροφα με νότια πρόσοψη ή κλιμακωτές διατάξεις κτιρίων για να εκμεταλλεύονται το νότιο προσανατολισμό είναι αρχιτεκτονικές συνθέσεις με σωστό «ενεργειακό» προβληματισμό.

### 3.2.1. Ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών: μορφή και διάταξη των εσωτερικών χώρων

Το σωστότερο από ενεργειακή σκοπιά σχήμα ενός κτιρίου είναι εκείνο που εμφανίζει το χειμώνα τις μικρότερες θερμικές απώλειες και το μεγαλύτερο ηλιακό κέρδος, ενώ το καλοκαίρι τη μικρότερη δυνατή θερμική επιβάρυνση από την ηλιακή ακτινοβολία. Το κλίμα ενός τόπου παίζει καθοριστικό ρόλο στην επιλογή του βέλτιστου σχήματος. Για ένα συγκεκριμένο όγκο, το συμπαγές σχήμα εμφανίζει τις μικρότερες θερμικές απώλειες το χειμώνα. Το κτίριο όμως

τετράγωνης κάτοψης δεν είναι η καλύτερη λύση για όλες τις περιοχές: για τα ψυχρά κλίματα βέλτιστη λύση αποτελούν τα κτίρια κυβικής μορφής, ενώ για τα εύκρατα κλίματα, τα επιμηκυμένα κτίρια στον άξονα Α- Δ και με μεγαλύτερη ελευθερία για την εκλογή της μορφής.

Οι μικροκλιματικές συνθήκες που επικρατούν στις πλευρές ενός κτιρίου είναι επίσης καθοριστικές για μια ορθή διάταξη των χώρων. Η βόρεια πλευρά παραμένει η πιο ψυχρή, γιατί δεν δέχεται άμεση ηλιακή ακτινοβολία και γιατί οι χειμερινοί άνεμοι έχουν συνήθως βορινή κατεύθυνση. Η ανατολική και δυτική πρόσοψη δέχεται ίση ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά η δυτική παραμένει πιο ζεστή εξαιτίας του συνδυασμού ηλιακής ακτινοβολίας και υψηλών μεσημβρινών θερμοκρασιών του αέρα. Η νότια πλευρά είναι η φωτεινότερη και η πιο ζεστή και δέχεται ηλιακή ακτινοβολία στη διάρκεια όλης της ημέρας.



Διάταξη των χώρων μιας ενεργειακά σωστής κατοικίας.

Χώροι με απαίτηση χαμηλότερης θερμοκρασίας, πρέπει να τοποθετούνται στη βορινή πλευρά, ώστε να παίζουν το ρόλο του φράγματος των θερμικών απωλειών, μεσολαβώντας ανάμεσα στους θερμούς χώρους και το εξωτερικό περιβάλλον. Η τεχνική της τοποθέτησης αυτών των χώρων στο βορρά ήταν γνωστή από παλιά. Στην αγροτική κατοικία ήταν και είναι ο στάβλος, η αποθήκη σιτηρών και άχυρων. Στην αστική κατοικία είναι το γκαράζ, το κελάρι, οι χώροι υγιεινής.

Αντίθετα, οι χώροι που θα κατοικούνται όλη τη μέρα και έχουν απαιτήσεις για υψηλή θερμοκρασία τοποθετούνται στο νότιο προσανατολισμό.

### 3.2.2. Το κτιριακό κέλυφος

Με βάση τα κριτήρια του ενεργειακού σχεδιασμού, το κέλυφος καλείται να εκπληρώσει επιλεκτικά τρεις ρόλους:

- Να λειτουργήσει ως 'επιλεκτικός ηλιακός συλλέκτης', δηλαδή να συνεισφέρει στη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας, όταν αυτή είναι διαθέσιμη και απαραίτητη (τη χειμωνιάτικη μέρα) και να την κρατήσει μακριά την καλοκαιρινή μέρα. Τα σωστά προσανατολισμένα ανοίγματα, εξοπλισμένα με τις κατάλληλες ηλιοπροστατευτικές διατάξεις, καθορίζουν και επηρεάζουν τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Να λειτουργήσει ως «φράγμα θερμικών απωλειών» ώστε η θερμότητα που δεσμεύτηκε από την ηλιακή ακτινοβολία να μη διαφύγει στο εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμομόνωση του κελύφους και η νυχτερινή-κινητή θερμομόνωση των ανοιγμάτων συμβάλλουν στη μείωση των θερμικών απωλειών.
- Να λειτουργήσει ως «θερμική αποθήκη», ώστε η συλλεχθείσα θερμότητα να αποθηκευτεί για να αποδεσμευτεί και να αποδοθεί στους κατοικήσιμους χώρους όταν είναι χρήσιμη (τις βραδινές ώρες ή σε περιόδους με συννεφιά). Η θερμότητα που μπορεί να αποθηκεύσουν τα δομικά υλικά- και τα δομικά στοιχεία αντίστοιχα, είναι ανάλογη με το μέγεθος της θερμοχωρητικότητάς τους.

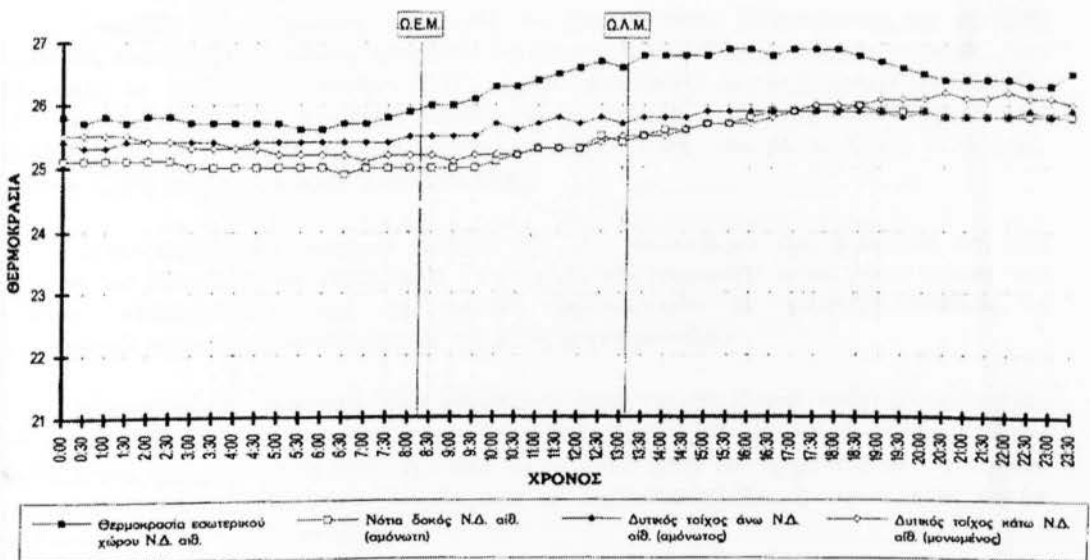
### 3.2.3. Ο ρόλος της θερμικής μάζας στην υπερθέρμανση

Στη χειμερινή περίοδο, η ύπαρξη της θερμικής μάζας βοηθά στην αποφυγή της υπερθέρμανσης, ιδίως όταν υπάρχουν αυξημένα ηλιακά και εσωτερικά κέρδη. Η ουσιαστικότερη όμως συμβολή της είναι στην αποφυγή της υπερθέρμανσης στη θερινή και στις μεταβατικές περιόδους.

Όσο μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα και μικρότερο συντελεστή θερμομειοδοχής<sup>1</sup> έχουν τα εξωτερικά δομικά στοιχεία, τόσο μεγαλύτερη είναι η μετατόπιση των φάσεων. Μια μετατόπιση φάσεων από 9 έως 13 ώρες είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή για δυτικές και νοτιοδυτικές προσόψεις καθώς και για δώματα. Για νότιες και νοτιοανατολικές, οι τιμές αυτές είναι κατά τι μικρότερες. Για ανατολικές, βορειοανατολικές και βορειοδυτικές προσόψεις αρκεί μια μετατόπιση φάσεων 7 ωρών. Σε πολύ ελαφριές κατασκευές, η έλλειψη θερμοχωρητικότητας, προκαλεί πολύ μικρή μετατόπιση των φάσεων. Αυτό σημαίνει ότι γίνεται αμέσως αισθητή στον εσωτερικό χώρο, η υψηλή εξωτερική θερμοκρασία, με αποτέλεσμα να δημιουργείται εσώκλιμα τελείως αντίθετο με τις απαιτήσεις της θερμικής άνεσης.

Δεν θα πρέπει να παραβλέπεται επίσης και ο ρόλος της θερμικής μάζας για τον δροσισμό των κατασκευών στην θερινή περίοδο, με νυχτερινό αερισμό, όπως και τα παραδείγματα της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής, στην Ελλάδα και αλλού, το αποδεικνύουν. Μόνον εάν υπάρχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα μπορεί να επιτευχθεί με το νυχτερινό αερισμό, αποφόρτιση των δομικών στοιχείων το βράδυ, που θα βοηθήσει στην μη υπερθέρμανση του χώρου την επόμενη μέρα.

Πάντως, μια από τις βασικές επιλογές του ενεργειακού σχεδιασμού, που σχετίζεται με τον βέλτιστο συνδυασμό των κατάλληλων μεγθών θερμομόνωσης και θερμοχωρητικότητας των εξωτερικών δομικών στοιχείων σε σχέση με τον προσανατολισμό τους, για την σωστή λειτουργία των κτιρίων στην καλοκαιρινή περίοδο, αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα στο βιοκλιματικό σχεδιασμό.



Χαρακτηριστικό είναι το διάγραμμα, που απεικονίζει την επιφανειακή θερμοκρασία μονωμένων και αμόνωντων δομικών στοιχείων, με διαφορετική θερμοχωρητικότητα, που καταγράφηκαν στην διάρκεια μετρήσεων τον Ιούνιο, σε μια νοτιοδυτική σχολική αίθουσα στην Θεσσαλονίκη<sup>2</sup>. Στοιχείο με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και χωρίς μόνωση (δυτικός τοίχος άνω αμόνωντος:  $K=1.35 \text{Kcal/m}^2\text{C}$ , διαθέσιμη μάζα προς το εσωτερικό: 90εκ. σκυρόδεμα) εμφανίζει μεγαλύτερη επιφανειακή θερμοκρασία στη διάρκεια της πρωινής λειτουργίας του σχολείου, από τον με τον ίδιο προσανατολισμό μονωμένο τοίχο με μικρότερη όμως θερμοχωρητικότητα (δυτικός τοίχος κάτω μονωμένος:  $K=0.44 \text{Kcal/m}^2\text{C}$ , διαθέσιμη μάζα προς

το εσωτερικό: 10εκ. πλινθοδομή). Από τις 16.30 και μέχρι τις 4.30 η καμπύλη της θερμοκρασίας αντιστρέφεται, και ο μονωμένος τοίχος εμφανίζεται θερμότερος.

Γενικά, η επιφανειακή θερμοκρασία των δομικών στοιχείων δεν διαφέρει σημαντικά, που σημαίνει ότι η θερμοχωρητικότητα και η θερμομόνωση αλληλοσυμπληρώνονται ή και συμπεριφέρονται ανταγωνιστικά. Επίσης η νότια προσανατολισμένη αμόνωτη δοκός (νότια δοκός αμόνωτη:  $K=2.27\text{Kcal/m}^2\text{C}$ , διαθέσιμη μάζα προς το εσωτερικό: 35εκ. σκυρόδεμα), έχει την ίδια θερμική συμπεριφορά με τον δυτικό μονωμένο τοίχο, παρόλο που δέχεται μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας από αυτόν.

### 3.2.4. Ηλιοπροστασία

Η Ηλιοπροστασία χρησιμοποιείται για να ελέγχεται το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μπαίνει από το άνοιγμα. Είναι πολύ σημαντικό στοιχείο του κτιριακού κελύφους, γιατί εκτός από τη συνεισφορά της στην εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη στη ψυκτική περίοδο, στον έλεγχο της υπερθέρμανσης και συνεπώς στη δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης, ρυθμίζει και την ποιότητα του φυσικού φωτισμού, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο θαμπώματος.

Η ηλιοπροστασία πρέπει να ανακόπτει τόσο την άμεση όσο και τη διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στη διάρκεια της ψυκτικής περιόδου, με στόχο τη μείωση της απαίτησης για ψύξη του χώρου, εφόσον είναι αυτή που σε μεγάλο βαθμό διαμορφώνει το ψυκτικό φορτίο του χώρου<sup>3</sup>.

Σύμφωνα με μια γενική πρόταση του V. Olgay, για περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 40° (Γ.Π. που αντιστοιχεί στη Θεσσαλονίκη), απαιτείται ηλιοπροστασία, όταν η εξωτερική θερμοκρασία του αέρα υπερβαίνει τους 21°C. Με την εφαρμογή επίσης, του βιοκλιματικού διαγράμματος, ορίζονται οι χρονικές περίοδοι που απαιτείται σκιασμός.

Σύμφωνα με μια μελέτη εφαρμογής του βιοκλιματικού διαγράμματος για τις τρεις κλιματικές περιοχές της Ελλάδας, προκύπτει ότι για τη Θεσσαλονίκη απαιτείται σκιασμός για 858 ώρες το χρόνο (σε σύνολο 3.772 ωρών ηλιασμού) που αντιπροσωπεύει το 22.7% των ωρών ηλιασμού. Τα αντίστοιχα μεγέθη για την Αθήνα είναι 1132 απαιτούμενες ώρες σκιασμού (σε σύνολο 3.772 ωρών ηλιασμού), ποσοστό 30.0%, και για τα Χανιά 1255 ώρες, ποσοστό 32.2% (σε σύνολο ωρών ηλιασμού 3.894)

Έχουν αναπτυχθεί διάφοροι μέθοδοι για τον υπολογισμό του σκιασμού και του ηλιασμού των όψεων και των ανοιγμάτων. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη του σκιασμού κατατάσσονται από τη σχετική βιβλιογραφία σε γραφικές μεθόδους, σε υπολογιστικές με το χέρι ή με υπολογιστή, και με τη χρήση μοντέλων.

Η ανάλυση του σκιασμού είναι απαραίτητο βήμα για τον ηλιακό παθητικό σχεδιασμό, γιατί βοηθά τον αρχιτέκτονα να πάρει υπόψη του αφενός τη σκιά που προκαλούν αντικείμενα του περιβάλλοντος χώρου στο κτίριο και αφετέρου τη σκιά των ίδιων των αρχιτεκτονικών στοιχείων του κτιρίου, πριν οριστικοποιήσει τη διαμόρφωση των όψεων και τη θέση των ανοιγμάτων που θα εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια.

---

<sup>1</sup> Αυτό βέβαια έρχεται σε αντίθεση με την αρχή του ενεργειακού σχεδιασμού, όπου με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας για την θέρμανση, απαιτείται ισχυρή θερμομόνωση για τη μείωση των θερμικών απωλειών.

<sup>2</sup> Οι μετρήσεις έγιναν σε σχολική αίθουσα του Δ. Σ. Ενόςμου Θεσσαλονίκης. Το σχολικό κτίριο είναι τύπου "Αθηνά".

<sup>3</sup> Η ηλιακή ακτινοβολία συμμετέχει περίπου κατά 30% στη διαμόρφωση, για παράδειγμα, του ψυκτικού φορτίου μιας κατοικίας.

Εξίσου σημαντική είναι και η ανάλυση του σκιασμού των ανοιγμάτων από τις εφαρμοζόμενες ηλιοπροστατευτικές λύσεις για τον ακριβή προσδιορισμό του θερμικού και ψυκτικού φορτίου του κτιρίου.

Ο τύπος (εξωτερική ηλιοπροστασία, ή υαλοστάσιο σε συνδυασμό με πετάσματα, ή και ειδικοί τύποι γυαλιού), και οι διαστάσεις του ηλιοπροστατευτικού συστήματος καθορίζονται από το σχήμα, τον προσανατολισμό και τη θέση των ανοιγμάτων, με στόχο τη βέλτιστη αποτελεσματικότητά του, καθώς και από κριτήρια σχετικά με τη λειτουργία τόσο του ανοίγματος, όσο και του ίδιου του συστήματος.

Ο βαθμός αποτελεσματικότητας του ηλιοπροστατευτικού συστήματος ενός ανοίγματος εξαρτάται από το ποσοστό διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα από το άνοιγμα. Η αποτελεσματικότητα εκφράζεται με το “συντελεστή σκιασμού” ή το “συντελεστή του ηλιακού κέρδους”

Για την τελική επιλογή του ηλιοπροστατευτικού συστήματος, εκτός από το βαθμό αποτελεσματικότητάς του, παίρνεται επίσης υπόψη:

- η εξασφάλιση λειτουργίας των ανοιγμάτων (οπτική επικοινωνία, φυσικός αερισμός, φυσικός φωτισμός)
- οι δυσμενείς επιδράσεις του συστήματος στο άνοιγμα και στον ηλιοπροστατευόμενο χώρο, π.χ. εγκλωβισμός θερμού αέρα, πρόκληση ισχυρών αντιθέσεων φωτισμού, δημιουργία θορύβου
- η σταθερότητα, η διάρκεια ζωής, και σε περίπτωση κινητής ηλιοπροστασίας, η δυνατότητα χειρισμού
- το αρχικό κόστος κατασκευής και τα έξοδα συντήρησης.

Για την επιλογή της ηλιοπροστασίας ενός σχολικού κτιρίου, όλοι οι παραπάνω καταγραφέντες παράγοντες πρέπει να συνεκτιμούνται.

### **3.3. ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ**

Το πράσινο μειώνει σημαντικά την ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο έδαφος. Οι θάμνοι και κυρίως τα δέντρα ανακόπτουν την ηλιακή ακτινοβολία, σκιάζοντας τα ανοίγματα. Ο σκιασμός που προκαλούν εξαρτάται από το ύψος, βλάστηση και τον όγκο του φυλλώματός τους σε σχέση με τον προσανατολισμό του κτιρίου που σκιάζουν, και από το αν είναι φυλλοβόλα ή αειθαλή. Εκτός από την ηλιοπροστασία, έμμεση και άμεση, που παρέχουν, συμβάλλουν στη μείωση των θερμικών απωλειών, λειτουργώντας σαν φράγμα, βελτιώνουν τις συνθήκες για τη δημιουργία φυσικού αερισμού, ελέγχουν το φυσικό φωτισμό και συνεισφέρουν στη δημιουργία ικανοποιητικού εσωκλίματος.

### **3.4. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ**

Πολλές φορές στα κτίρια, για αρχιτεκτονικούς και λειτουργικούς λόγους, εμφανίζονται οριζόντια και κατακόρυφα προεξέχοντα στοιχεία στην πρόσοψη (από σκυρόδεμα, ή μεταλλικά). Αυτά αποτελούν χρήσιμες και συχνά επαρκείς λύσεις ηλιοπροστασίας.

Όταν όμως τα κατασκευαστικά στοιχεία της πρόσοψης δεν επαρκούν, εφαρμόζονται ειδικές ηλιοπροστατευτικές κατασκευές, οι οποίες προσαρμόζονται καλύτερα στις ιδιαίτερες απαιτήσεις, για ηλιοπροστασία, κάθε περίπτωσης. Διακρίνονται σε σταθερά και κινητά προπετάσματα.

Για τα σταθερά ηλιοπροστατευτικά συστήματα μπορεί να γίνει ακριβής αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους, και πλεονεκτούν σε σχέση με τα κινητά, ως προς το κόστος (αρχικό κόστος κατασκευής και συνήθως μικρότερο κόστος συντήρησης), και γιατί αποφεύγονται οι αδυναμίες λειτουργίας (χειρισμός, συντήρηση, θόρυβος, μικρότερος χρόνος ζωής). Αξίζει να τονιστεί ότι στα σχολικά κτίρια είναι ιδιαίτερα σημαντική η αποφυγή του χειρισμού καθώς και των εξόδων συντήρησης.

Το μεγάλο όμως μειονέκτημα των σταθερών έναντι των κινητών λύσεων ηλιοπροστασίας είναι η ανελαστικότητά τους ως προς το σκιασμό που επιφέρουν στους

ισοδύναμους, σε σχέση με τη θέση του ήλιου (γωνία ύψους και γωνία αζιμουθίου), αλλά με διαφορετική απαίτηση σκιασμού, μήνες.

Στα εύκρατα κλίματα, στις ενδιάμεσες περιόδους (Άνοιξη-Φθινόπωρο), που το θερμικό φορτίο είναι μικρό ή ανύπαρκτο, οι έντονες κλιματικές εναλλαγές, και η μεγάλη ποσότητα της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, σε συνδυασμό με την τροχιά του ήλιου, οδηγούν σε δυναμικές λύσεις ηλιοπροστασίας.

#### **Σαν εξωτερική σταθερή Ηλιοπροστασία λειτουργούν:**

- Η προέκταση της πλάκας ή της στέγης, πρόσθετοι οριζόντιοι πρόβολοι από σκυρόδεμα ή μεταλλικοί ή από αλουμίνιο, συμπαγείς ή διάτρητοι, εκτεινόμενοι σε όλο το μήκος της πρόσοψης ή μόνον πάνω από τα ανοίγματα, που αποτελούν ιδανικές λύσεις ηλιοπροστασίας για το νότιο προσανατολισμό. Η απόδοση αυτών των μέτρων ηλιοπροστασίας μειώνεται όσο ο προσανατολισμός αποκλίνει από το νότιο, γιατί σ' αυτή την περίπτωση απαιτείται μεγάλο μήκος ηλιοπροστασίας, με όλα τα δευτερογενή μειονεκτήματα (οικονομία, αισθητική, μείωση φυσικού φωτισμού).
- κατακόρυφες αρχιτεκτονικές προεξοχές, κάθετες προς την πρόσοψη ή με κλίση ως προς αυτή, εκτεινόμενες σε όλο το ύψος της πρόσοψης ή μόνον πλευρικά από τα ανοίγματα, και με χαρακτηριστικά ανάλογα με αυτά των οριζοντίων προβόλων, που συμβάλλουν ικανοποιητικά στην ηλιοπροστασία ανατολικών και δυτικών ανοιγμάτων.
- συνδυασμός κατακορύφων και οριζοντίων αρχιτεκτονικών προεξοχών που αποτελούν εξωτερικές λύσεις ηλιοπροστασίας για κάθε προσανατολισμό.
- πρόσθετα πετάσματα, συμπαγή ή διάτρητα, κατασκευασμένα από ξύλο, μέταλλο, αλουμίνιο ή σκυρόδεμα.
- οριζόντιο προστέγασμα από σκυρόδεμα στο ύψος του παράθυρου. Ηλιοπροστατεύει είτε το σύνολο του παράθυρου, είτε τμήμα του και αφήνει ακάλυπτο το φεγγίτη
- οριζόντια πετάσματα (μικρού μήκους) από σκυρόδεμα ή μέταλλο, τοποθετημένα σε αποστάσεις καθ' ύψος που υπολογίζονται.
- οριζόντια περσιδωτά πετάσματα από μεταλλικά ελάσματα (αλουμινίου ή χάλυβα). Τα ελάσματα τοποθετούνται, κατόπιν υπολογισμού, οριζόντια ή με κλίση και σε ορισμένη απόσταση μεταξύ τους.
- κατακόρυφα πετάσματα από σκυρόδεμα ή μεταλλικά κάθετα προς το άνοιγμα σε αποστάσεις μεταξύ τους που εξαρτώνται από το μήκος τους
- κατακόρυφα πετάσματα υπό κλίση, που υπολογίζεται, ως προς το άνοιγμα
- σχαρωτή κατασκευή από οριζόντια και κατακόρυφα, κάθετα προς το άνοιγμα, πετάσματα από σκυρόδεμα ή μεταλλικά. Τα μήκη των οριζοντίων πετασμάτων και οι αποστάσεις μεταξύ τους, μπορεί να διαφέρουν από αυτά των κατακορύφων. Η ύπαρξη διαφορών σχετίζεται με τον προσανατολισμό της πρόσοψης
- σχαρωτή κατασκευή από κεκλιμένα οριζόντια και κατακόρυφα (με ή χωρίς κλίση) πετάσματα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι πολλές φορές εμφανίζεται ίδια αποτελεσματικότητα, ως προς το σκιασμό, μεταξύ διαφορετικών συστημάτων ηλιοπροστασίας (για παράδειγμα μεταξύ ολόσωμου οριζοντίου προστεγάσματος από σκυρόδεμα και οριζοντίου διαφράγματος από μεταλλικά ελάσματα), οπότε άλλα κριτήρια είναι καθοριστικά για την επιλογή (συσσώρευση θερμού αέρα, μείωση φωτισμού, θόρυβος, συντήρηση).

Οι πρόσθετες ηλιοπροστατευτικές διατάξεις, όταν είναι κατασκευασμένες από ελαφριά υλικά (μέταλλο, αλουμίνιο, πλαστικό, ξύλο), έχουν τη δυνατότητα, με τους κατάλληλους μηχανισμούς (χειροκίνητους ή με αυτοματισμό), να περιστρέφονται, ακολουθώντας την τροχιά του ήλιου και όπως προαναφέρθηκε, η κινητή ηλιοπροστασία είναι πιο αποτελεσματική από τη σταθερή, γιατί προσαρμόζεται στις χρονικά μεταβαλλόμενες απαιτήσεις για ηλιασμό-σκιασμό.

Η ρύθμιση της κινητής ηλιοπροστασίας, όταν είναι χειροκίνητη, βασίζεται αφενός στην επιθυμία των χρηστών του χώρου για ηλιασμό-σκιασμό και σωστό επίπεδο φωτισμού, αφετέρου

στη γνώση και συνειδητοποίηση του χρήστη για τις επιπτώσεις του ηλιασμού στην υπερθέρμανση.

Ένα άλλο πρόβλημα συνδεδεμένο με την κινητή ηλιοπροστασία είναι συνήθως η έλλειψη συντήρησης. Όταν είναι κατασκευασμένη από ευπαθή υλικά, όπως οι πλαστικές περσίδες των βενετικών στοριών, συχνά καταστρέφεται και σπάνια αντικαθίσταται.

Η αυτόματη ρύθμιση, παρά τα εμφανή πλεονεκτήματα, έχει υψηλό κόστος μηχανισμών (αρχικό κόστος και έξοδα λειτουργίας) και συμβάλλει στη συνεχή και ανεξέλεγκτη διακύμανση της έντασης του φωτισμού, που σε ένα σχολικό κτίριο είναι ανεπιθύμητη.

### 3.5. Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΙΣΟΖΥΓΙΟΥ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η επιθυμητή θερμοκρασία του αέρα για ένα χώρο, καθορίζεται από τους κανονισμούς που ισχύουν, με στόχο την εξασφάλιση θερμικής άνεσης για τον συγκεκριμένο χρήστη του χώρου και έχει άμεση σχέση με τους “προσωπικούς παράγοντες”, δηλαδή την δραστηριότητα που εκτελείται στον χώρο, την ηλικία, τον τρόπο ένδυσης κ.λ.π.. Για να επιτευχθεί και να διατηρηθεί η επιθυμητή θερμοκρασία, παρέχεται στο κτίριο θέρμανση ή ψύξη που καλύπτει την θερμοκρασιακή διαφορά από την θερμοκρασία που θα επικρατούσε στο κτίριο χωρίς αυτήν την παροχή, μέχρι την επιθυμητή θερμοκρασία. Όσο μικρότερη είναι η συμβολή της θέρμανσης ή της ψύξης για την εξισορρόπηση του θερμικού ισοζυγίου και την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης, τόσο οικονομικότερη είναι η λειτουργία του κτιρίου.

Ο σωστός σχεδιασμός βελτιστοποιεί την απόδοση ορισμένων από τους παράγοντες που συμμετέχουν στο θερμικό ισοζύγιο. Με τον προσανατολισμό του κτιρίου και κυρίως των ανοιγμάτων του, την μορφή του κτιρίου, την αναλογία συμπαγών στοιχείων και ανοιγμάτων, την κατασκευή του κελύφους, και την επιλογή των συστημάτων θέρμανσης, αερισμού και φωτισμού επεμβαίνει ο μελετητής στην θερμική συμπεριφορά του κτιρίου.

Εκτός όμως από το κτισμένο περιβάλλον (σχεδιασμός και κατασκευή), είναι και ο τρόπος χρήσης του κτιρίου που επηρεάζει την κατανάλωση ενέργειας. Οι χρήστες του κτιρίου με την “συμπεριφορά” και τις συνήθειές τους, μπορούν να διαφοροποιήσουν ουσιαστικά την θερμική συμπεριφορά και επομένως την τελική κατανάλωση ενέργειας. Ενημερωμένοι, και συνεπώς συνειδητοποιημένοι σε σχέση με το “ενεργειακό πρόβλημα”, χρήστες, με την ορθολογική χρήση των διαφόρων συστημάτων ελέγχου του εσωκλίματος που έχουν στην διάθεσή τους, μπορούν να συμβάλλουν στην μείωση των θερμικών απωλειών, στην αποφυγή της υπερθέρμανσης και γενικότερα στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

Με τον όρο **θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου** εννοούμε το άθροισμα όλων των θερμικών ροών από και προς ένα κτίριο. Οι θερμικές αυτές ροές αναφέρονται σε κέρδη (θερμικές πρόσδοσι ή θερμικά κέρδη) και σε απώλειες (θερμικές απώλειες) του κτιρίου που οφείλονται στη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Το θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου μπορεί να εκφραστεί με τη μορφή μιας απλής μαθηματικής σχέσης που έχει τη μορφή:

$$Q_I + Q_S \pm Q_C \pm Q_V \pm Q_M - Q_E = 0, \text{ όπου,}$$

$Q_I$ = η θερμότητα που αποδίδεται από τους ενοίκους, τις διάφορες συσκευές και τον φωτισμό

$Q_S$ = η θερμική πρόσδοσι από την ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στο κτίριο

$Q_C$ = οι θερμικές απώλειες ή τα κέρδη με αγωγιμότητα από το κέλυφος του



κτιρίου

QV= οι θερμικές απώλειες ή τα κέρδη από τον αερισμό

QM= οι θερμαντικές ή ψυκτικές ανάγκες του χώρου

QE= οι θερμικές απώλειες από την εξάτμιση

Οι παράμετροι του θερμικού ισοζυγίου ισχύουν για κάθε κτίριο, με διαφορετική όμως βαρύτητα της καθεμιάς, ανάλογα με την χρήση του κτιρίου και τον τρόπο λειτουργίας του.

Αναλυτικότερα διακρίνουμε:

QS= η θερμική πρόσδοος από την ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στο κτίριο

QC= οι θερμικές απώλειες ή τα κέρδη με αγωγιμότητα από το κέλυφος του κτιρίου

QV= οι θερμικές απώλειες ή τα κέρδη από τον αερισμό

QM= οι θερμαντικές ή ψυκτικές ανάγκες του χώρου

QE= οι θερμικές απώλειες από την εξάτμιση

Οι παράμετροι του θερμικού ισοζυγίου ισχύουν για κάθε κτίριο, με διαφορετική όμως βαρύτητα της καθεμιάς, ανάλογα με την χρήση του κτιρίου και τον τρόπο λειτουργίας του.

Αναλυτικότερα διακρίνουμε:

- **QC(Conduction) : οι απώλειες (ή τα κέρδη) από αγωγιμότητα**, από τα δομικά στοιχεία του περιβλήματος. Μπορεί να γίνει διαχωρισμός στις απώλειες από τα συμπαγή ή τα διαφανή στοιχεία. Ας σημειωθεί ότι κατά τη θερινή περίοδο είναι πολύ πιθανό λόγω αγωγιμότητας να μην υπάρχουν απώλειες αλλά θερμικά κέρδη για το κτίριο, ιδίως κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπου η εξωτερική θερμοκρασία είναι κατά κανόνα μεγαλύτερη από την εσωτερική  
Οι θερμικές απώλειες (ή τα κέρδη) από αγωγιμότητα μέσα από τα συμπαγή και διαφανή στοιχεία του κελύφους δεν επηρεάζονται από την χρήση του κτιρίου, παρά μόνον από τους παράγοντες που σχετίζονται με την χωροθέτηση, την μορφή και τον τρόπο κατασκευής του περιβλήματος του κτιρίου
- **QV (Qvent): οι απώλειες εξαιτίας του αερισμού** του κτιρίου, ηθελημένου ή αθέλητου αερισμού. Ο αερισμός συμβάλλει στην δημιουργία άνετου και υγιεινού περιβάλλοντος για τους χρήστες, με την αντικατάσταση του αέρα που χρησιμοποιήθηκε από ισόποσο εξωτερικό αέρα.  
Μελέτες που έγιναν έδειξαν ότι, μέχρι και 50% από την συνολική κατανάλωση καυσίμων για την θέρμανση των κτιρίων χρησιμοποιείται για να καλυφθούν οι θερμικές απώλειες λόγω του αερισμού.  
Και αυτός ο παράγοντας μπορεί να μετατραπεί σε θερμική πρόσδοος κατά τη θερινή περίοδο.
- **QE(Evaporation) : οι απώλειες από την εξάτμιση** στις επιφάνειες ή μέσα στο κτίριο
- **QI(Internal): τα εσωτερικά κέρδη** από τη λειτουργία του κτιρίου είναι ουσιαστικός και σε μεγάλο βαθμό ανελαστικός παράγοντας του θερμικού ισοζυγίου για το κτίριο. Πρόκειται για θερμότητα που δημιουργείται λόγω της χρήσης του κτιρίου και έχει τη μορφή είτε αισθητής, είτε λανθάνουσας θερμότητας  
Η παρουσία των χρηστών σε συνδυασμό με τη δραστηριότητα που εκτελούν, ο τεχνητός φωτισμός, η λειτουργία των συσκευών και η χρησιμοποίηση του ζεστού νερού, δημιουργούν ένα σημαντικό θερμικό φορτίο, που στην χειμερινή περίοδο συμβάλλει στην θέρμανση του χώρου, ενώ στις θερμές περιόδους αυξάνει το ψυκτικό φορτίο.
- **QS(Solar): τα ηλιακά κέρδη** τα οποία οφείλονται στην προσπίπτουσα στο κτίριο ηλιακή ακτινοβολία και μπορούν να διαχωριστούν σ' αυτά που προέρχονται από την προσπίπτουσα ακτινοβολία στις συμπαγείς ή στις διαφανείς επιφάνειες του περιβλήματος. Η θερμική πρόσδοος από την ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στο κτίριο, είναι σημαντικός παράγοντας που σχετίζεται με τον προσανατολισμό του κτιρίου, και ιδιαίτερα της επιφάνειας των ανοιγμάτων του. Σωστά μέτρα τόσο κατά τον σχεδιασμό, όσο και κατά την κατασκευή του κτιρίου, που να παίρνουν υπόψη τους τον παράγοντα “ήλιο”, συμβάλλουν στην αξιοποίηση της δωρεάν θερμικής ηλιακής

προσόδου.

- **QM : το θερμικό ή ψυκτικό φορτίο** του κτιρίου καλύπτεται με την παροχή θέρμανσης ή ψύξης. Γενικά, η εκλογή του τρόπου θέρμανσης ή και ψύξης, εξαρτάται από το μέγεθος του έργου, την σπουδαιότητά του, τις ειδικές κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος, τις οικονομικές δυνατότητες, τα διατιθέμενα μέσα καθώς και το συγκριτικά οικονομικότερο καύσιμο στην περιοχή και την δυνατότητα αποθήκευσης της θερμαντικής ύλης.

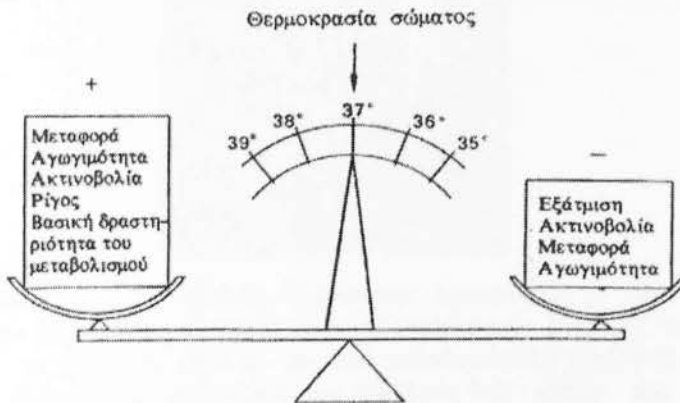
Είναι σαφές ότι, οι απώλειες ή τα κέρδη από τον αερισμό και η θερμική πρόσδοδος από τους χρήστες και τον φωτισμό, είναι οι δύο παράμετροι του θερμικού ισοζυγίου που αφενός επηρεάζονται άμεσα από την χρήση του κτιρίου και αφετέρου καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το θερμικό ή ψυκτικό φορτίο του.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στον υπολογισμό του θερμικού ισοζυγίου δεν παίρνεται υπόψη η διαθέσιμη στον θερμαινόμενο χώρο θερμική μάζα, η οποία επηρεάζει όχι μόνον την χρονική και στον χώρο κατανομή της θερμοκρασίας (αίσθημα θερμικής άνεσης), αλλά έμμεσα και την τελική κατανάλωση ενέργειας για την διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας, ή θερμοκρασίας σχεδιασμού.

### 3.6. ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

Η βιολογική και ψυχολογική ισορροπία του ανθρώπου εξασφαλίζεται από την επιτυχή προσαρμογή του στο φυσικό περιβάλλον. Παράμετροι όπως, το κλίμα, το φως, ο θόρυβος, η βλάστηση, οι ζωντανοί οργανισμοί, η μόλυνση της ατμόσφαιρας, κλπ., συσχετιζόμενοι μεταξύ τους συνθέτουν το φυσικό περιβάλλον και επηρεάζουν την υγεία και την παραγωγικότητα του ατόμου.

**Η θερμική, η οπτική και η ηχητική άνεση** είναι οι τρεις σημαντικότερες συνισταμένες που επηρεάζουν την ευεξία του ανθρώπου και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το κέλυφος του κτιρίου και τα συστήματα ελέγχου του εσωκλίματος. Ο βαθμός ανταπόκρισης του κελύφους και των συστημάτων ελέγχου στις απαιτήσεις για την εξασφάλιση άνεσης, είναι κριτήριο αξιολόγησης του σχεδιασμού.



*Παραγωγή θερμότητας από το άτομο και ανταλλαγή θερμότητας του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον για τη διατήρηση του θερμικού ισοζυγίου του ατόμου*

**Το αίσθημα της θερμικής άνεσης** δημιουργείται όταν καταναλώνεται η ελάχιστη ενέργεια από τον οργανισμό για την εξασφάλιση των θερμορρυθμιστικών λειτουργιών στο ανθρώπινο σώμα, ώστε να διατηρηθεί το θερμικό ισοζύγιο του ατόμου (από πάνω σχήμα).

Όταν οι κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος είναι ευνοϊκές, το σώμα αποβάλλει την πλεονάζουσα θερμότητα με την ακτινοβολία, την αγωγιμότητα, την κυκλοφορία του αέρα,

την εξάτμιση του ιδρώτα και την αναπνοή. Το θερμορρυθμιστικό σύστημα λειτουργεί με το ελάχιστο έργο και το άτομο αισθάνεται “θερμικά άνετα”. Σε δυσμενείς όμως συνθήκες- π.χ., αν επικρατεί πολύ “κρύο” ή πολύ “ζέστη”, το σώμα χάνει πολύ περισσότερη από όση θα ‘πρεπε θερμότητα ή αντίστοιχα αδυνατεί να αποβάλει το πλεόνασμα της παραγόμενης θερμότητας, και τότε δεν υπάρχει “θερμική άνεση”.

**Το κέλυφος των κτιρίων** αποτελεί το ρυθμιστικό παράγοντα για τη δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο, με το να αξιοποιεί τα θετικά κατά περίπτωση κλιματικά στοιχεία και να αποτρέπει τα επιζήμια.

**Η ζώνη της θερμικής άνεσης** αναφέρεται στο συνδυασμό εκείνων των μεταβλητών του εσωκλίματος (θερμοκρασία αέρα, θερμοκρασία περιβαλλουσών επιφανειών, σχετική υγρασία και ταχύτητα αέρα), όπου κατά μερικούς μελετητές το 50% , και κατ’ άλλους το 80% των ατόμων που ερωτώνται αισθάνονται θερμικά άνετα ή θερμικά ουδέτερα

**Έξι σημαντικοί-φυσικοί παράγοντες** που λειτουργούν αλληλένδετα μεταξύ τους σαν ένα σύστημα, που επηρεάζεται όμως και από ψυχολογικούς παράγοντες, καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το αίσθημα της θερμικής άνεσης. Οι παράγοντες αυτοί διακρίνονται σε προσωπικούς (βαθμός ένδυσης και μεταβολισμός), και σε περιβαλλοντικούς (θερμοκρασία αέρα, θερμοκρασία περιβαλλουσών επιφανειών, ταχύτητα αέρα και σχετική υγρασία). Άλλοι παράγοντες, που είναι λιγότερο προφανείς και έμμεσα επηρεάζουν το αίσθημα της θερμικής άνεσης, είναι η ηλικία και το φύλο, το μέγεθος του σώματος και το βάρος, η ικανότητα εγκλιματισμού και προσαρμογής, η κατάσταση της υγείας, η διαιτητική, το επίπεδο φωτισμού, ακόμη το χρώμα και η διακόσμηση (παρακάτω σχήμα).

#### Βασικοί παράγοντες θερμικής άνεσης



Οι περιβαλλοντικές μεταβλητές εξαρτώνται άμεσα από το σχεδιασμό του κτιρίου (αρχιτεκτονικό και μηχανολογικό), και κατά τον Koenisberger, ο ρόλος του μελετητή είναι να δημιουργήσει τις βέλτιστες κατά το δυνατόν εσωκλιματικές συνθήκες, γιατί “η αίσθηση της άνεσης ή η έλλειψή της *αθροιστικά* συνεισφέρουν στη κρίση του χρήστη για την ποιότητα του σπιτιού όπου ζει ή του σχολείου ή του γραφείου ή του εργοστασίου όπου εργάζεται”.

Αναλυτικότερα, οι περιβαλλοντικοί παράμετροι είναι:

\* **η θερμοκρασία του αέρα** (tair) είναι η βάση για την αξιολόγηση της θερμικής άνεσης. Κατά την ASHRAE το 80% των ατόμων αισθάνεται θερμικά άνετα, όταν η θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται μεταξύ 21.5°C και 25°C (με σχετική υγρασία 50%).

Ένα πρόβλημα που συνδέεται με τη θερμοκρασία του αέρα είναι η διαστρωμάτωση της θερμοκρασίας σε ένα χώρο που οφείλεται στη διαφορά της πυκνότητας του θερμού και ψυχρού αέρα. Το φαινόμενο αυτό βελτιώνεται ή γίνεται δυσμενέστερο, ανάλογα με το

μέγεθος και το σχήμα του χώρου, την κατασκευή του περιβλήματος, τον τύπο του θερμαντικού συστήματος που χρησιμοποιείται και από τη μέση θερμοκρασία που ακτινοβολείται από τις περιβάλλουσες το χώρο επιφάνειες.

**\* η μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία των επιφανειών που περιβάλλουν το χώρο** (tmr), επηρεάζει την αίσθηση της θερμοκρασίας του αέρα, έτσι ώστε σε κάποιο βαθμό εξισορροπεί πολύ υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες αέρα.

Πριν λίγες δεκαετίες, η θερμοκρασία του αέρα θεωρούνταν ο πιο σημαντικός δείκτης για τον προσδιορισμό της θερμικής άνεσης, και σε πολλά διαγράμματα άνεσης θεωρείται ότι η θερμοκρασία των περιβαλλουσών επιφανειών είναι ίση με τη θερμοκρασία του αέρα. Μετά από σχετικές έρευνες κρίνεται πλέον αναγκαίο να συναξιολογείται και η θερμότητα που ακτινοβολείται από τις επιφάνειες, μια και το αθροιστικό θερμικό αποτέλεσμα είναι εκείνο που πραγματικά αισθάνεται ο άνθρωπος και που επιδρά στο θερμικό ισοζύγιο του σώματος.

Στην τυπική αρχιτεκτονική πρακτική, θα πρέπει η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του αέρα και των περιβαλλουσών επιφανειών να μην υπερβαίνει τους 3°- 4°C, και εξαρτάται από τη θέση και το μέγεθος των επιφανειών που περιβάλλουν τον χώρο και την ικανότητά τους να εκπέμπουν θερμότητα.

Η θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας αμόνωντων δομικών στοιχείων είναι χαμηλότερη από αυτής των θερμομονωμένων, Σαν αποτέλεσμα, η θερμοκρασία του χώρου ενός μονωμένου κτιρίου μπορεί να διατηρηθεί χαμηλότερη σε σχέση με μια αμόνωτη κατασκευή, παρέχοντας τον ίδιο βαθμό θερμικής άνεσης.

Επισημαίνεται τέλος, ότι παράθυρα και τοίχοι θερμικής μάζας είναι επιφάνειες όπου εμφανίζονται μεγάλες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Αίσθημα μη θερμικής άνεσης προκαλείται είτε από χαμηλές επιφανειακές θερμοκρασίες των υαλοστασίων, είτε από μεγάλο ποσό θερμότητας που ακτινοβολείται από τα δομικά στοιχεία τα εκτεθειμένα στην ηλιακή ακτινοβολία, στη διάρκεια και μετά από περιόδους ηλιοφάνειας.

**\* η σχετική υγρασία** επειδή επιδρά στην ικανότητα του σώματος να αποβάλλει θερμότητα με την εξάτμιση, επηρεάζει το αίσθημα της θερμικής άνεσης. Συνδυασμός υψηλής υγρασίας και υψηλής θερμοκρασίας αέρα δημιουργεί θερμική δυσφορία. Αυξάνοντας τη σχετική υγρασία από 20% σε 60%, η θερμοκρασία του αέρα πρέπει να μειωθεί περίπου κατά 1Κ, για να διατηρηθεί το ίδιο αίσθημα άνεσης. Γενικά, το άτομο αισθάνεται την υγρασία όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη από 20°C, ή υψηλότερη από 25°C.

**\* Ο αέρας που κινείται** απομακρύνει την επιπλέον θερμότητα από το σώμα, αυξάνοντας ή μειώνοντας το βαθμό μεταφοράς και εξάτμισης. Όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του σώματος, η αύξηση της ταχύτητας του αέρα δημιουργεί αίσθηση ψύχους που αυξάνεται όσο μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα (παρακάτω πίνακας). Αντίθετα, όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του σώματος, η αύξηση της ταχύτητας του αέρα προκαλεί στο σώμα αίσθηση ζέστης και δροσισμού συγχρόνως. Πάντως το αποτέλεσμα του δροσισμού είναι ισχυρότερο από το αποτέλεσμα της θέρμανσης μέχρι περίπου 40°C θερμοκρασία αέρα, μετά από την οποία η υπερθέρμανση είναι μεγαλύτερη.

Όταν η ταχύτητα του αέρα είναι μικρή η θερμική άνεση επηρεάζεται εξίσου από τη θερμοκρασία του αέρα και από τη μέση ακτινοβολούμενη από τις επιφάνειες.

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ °C			
	4.4	1.6	-1.1	-4.0
2.2	-2.8	0	-2.2	-6.1
4.5	-5.6	-6.1	-8.9	-12.2
6.7	-7.8	-9.4	-12.2	-16.7
8.9	-9.4	-11.7	-15.6	-19.4
11.2	-11.1	-13.9	-17.8	-21.6

Αίσθηση ψύχους σε °C στο άτομο, σε σχέση με την ταχύτητα του αέρα και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. (ΠΗΓΗ: BOUTET TERRY)

### Τοπική θερμική δυσφορία

Είναι δυνατόν ένα άτομο να αισθάνεται θερμικά ουδέτερα, δηλ. δεν επιθυμεί ψυχρότερο ή θερμότερο περιβάλλον, και συγχρόνως να μην αισθάνεται θερμικά άνετα εάν ένα τμήμα του σώματος είναι θερμό και άλλο ψυχρό, (τοπική θερμική δυσφορία). Άλλωστε είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία του δέρματος των διαφόρων τμημάτων του σώματος είναι διαφορετική.

Η διαφορετική διανομή των θερμοκρασιών, τόσο του αέρα, όσο και της επιφανειακής των περιβαλλουσών επιφανειών, σχετίζεται με το βαθμό θερμομόνωσης και τη θερμοχωρητικότητα των εξωτερικών δομικών στοιχείων που καθορίζουν το ποσό της θερμότητας που ακτινοβολείται (π.χ. μονωμένες τοιχοποιίες και παράθυρα με μονό υαλοπίνακα), την ύπαρξη ψυχρών ή θερμών επιφανειών σε επαφή με το σώμα (π.χ. δάπεδα), και επίσης με τα ρεύματα αέρα και τις τοπικές πηγές που ακτινοβολούν θερμότητα (π.χ. δομικά στοιχεία και θερμαντικά σώματα).

Η κατακόρυφη ασυμμετρία της θερμοκρασίας του αέρα, δημιουργείται από:

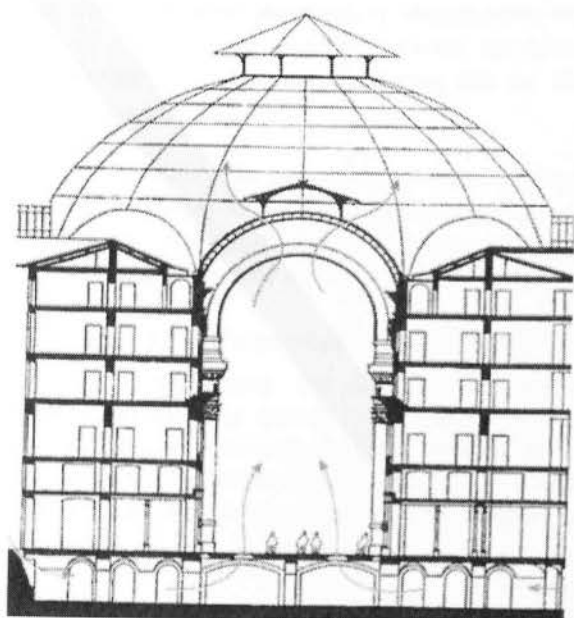
- το θερμαντικό σύστημα
- τη θερμότητα που εκπέμπουν οι χρήστες και ο τεχνητός φωτισμός
- τη με φυσικό τρόπο κυκλοφορία του θερμού αέρα

Εδώ πρέπει να επισημανθούν δυο σχετικές παρατηρήσεις, ειδικά για τα βιοκλιματικά κτίρια:

- Σύμφωνα με μια έρευνα του Hamphreys, που συσχέτιζε την εξωτερική θερμοκρασία με την εσωτερική θερμοκρασία άνεσης, έγινε γνωστό ότι οι χρήστες των βιοκλιματικών κτιρίων ανέχονται υψηλότερες και χαμηλότερες θερμοκρασίες και γενικά είναι περισσότερο ανεκτικοί στη διακύμανση των εσωκλιματικών συνθηκών από τους χρήστες των κτιρίων στα οποία αποκλειστικά με μηχανολογικό τρόπο ελέγχεται το εσωκλίμα. Γι' αυτό, και στα παθητικά κτίρια μπορεί να εξοικονομηθεί περισσότερη ενέργεια.
- Η θερμική άνεση αποκτά μεγαλύτερη βαρύτητα στα ηλιακά κτίρια, τα οποία εν μέρει ή εξολοκλήρου εξαρτώνται από την ηλιακή ακτινοβολία για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Ο τρόπος που η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται, αποθηκεύεται και διανέμεται στο κτίριο, επηρεάζει σημαντικά την άνεση των χρηστών του κτιρίου, γιατί το ανθρώπινο σώμα είναι περισσότερο ευαίσθητο στη ροή της θερμότητας από ότι στη θερμοκρασία.

### 3.7. ΗΛΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Με τη συνειδητοποίηση της ιδιότητας που έχει το γυαλί να παγιδεύσει την ηλιακή ενέργεια, που στη συνέχεια στους εσωτερικούς χώρους μετατρέπεται σε θερμική, άρχισε η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα, με τα θερμοκήπια τα αίθρια και τις σκεπαστές στοές των κτιρίων του περασμένου αιώνα που φώτιζαν και ταυτόχρονα θέρμαιναν τους χώρους, (παρακάτω σχήμα).



Σκεπαστή στοά: Galleria Vittorio Emanuele II, στο Μιλάνο

Μετά το 1945 που εμφανίστηκαν οι πρώτες ενεργειακές δυσκολίες, η έρευνα για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είχε σημαντική άνοδο. Μεταξύ του 1945 και 1959 χτίστηκαν πολλά πρωτοποριακά για την εποχή τους ηλιακά σπίτια με «παθητικά» και «ενεργητικά» συστήματα, που ανήκουν πια στην ιστορία της αρχιτεκτονικής.

Από την ενεργειακή κρίση του 1973 και ύστερα αρχίζουν να ενδιαφέρονται για τις δυνατότητες της εφαρμογής της ηλιακής ενέργειας, η βιομηχανία, οι κατασκευαστές και οι μηχανικοί. Η απλή και φτηνή υλοποίησή της αποτελεί πλέον στόχο σε διεθνή κλίμακα. Αυτό δικαιολογεί τη συχνότητα των σχετικών συνεδρίων, τα μεγάλα ερευνητικά κονδύλια που διατίθενται για αυτό το σκοπό και τις συνεχώς αυξανόμενες εφαρμογές σε σειρά κτιρίων σε πολλές χώρες, τόσο με ψυχρό κλίμα όσο και με εύκρατο.

### 3.7.1. Ενεργητικά και παθητικά συστήματα

Έχουν αναπτυχθεί δύο κυρίως τεχνολογικά συστήματα για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη των κτιρίων: τα ενεργητικά και τα παθητικά συστήματα. Ανάμεσά τους υπάρχει και ένα τρίτο: τα υβριδικά.

- Τα **Παθητικά συστήματα** είναι εκείνα που για την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας δεν κάνουν χρήση υψηλής τεχνολογίας και μηχανικών μέσων. Βασίζονται στη φυσική ροή της θερμικής ενέργειας, εκμεταλλεύονται τις φυσικές ιδιότητες των υλικών του κτιρίου και χρησιμοποιούν για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την αποθήκευση της θερμότητας, τα δομικά στοιχεία του κελύφους (τοιίχους, δάπεδα, οροφές, δώμα).
- Τα **ενεργητικά συστήματα** απαιτούν τη χρησιμοποίηση μηχανικών μέσων – απλών μέχρι υψηλής τεχνολογίας (αντλίες, εναλλάκτες θερμότητας, ανεμιστήρες, κτλπ) και προϋποθέτουν σύνθετους μηχανισμούς συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης της θερμότητας που έχει προέλθει από την ηλιακή ακτινοβολία που δεσμεύτηκε.
- Τα **υβριδικά** είναι συστήματα που συνδυάζουν τη φυσική και τη μηχανική θερμική ροή. Για παράδειγμα, η προσθήκη σε ένα παθητικό σύστημα ενός ανεμιστήρα για να υποβοηθήσει τη μεταφορά θερμότητας στους πίσω χώρους του κτιρίου ή ενός θερμοστάτη για να υπάρχει έλεγχος της θερμότητας που αποδίδεται, μετατρέπουν ένα παθητικό σύστημα σε υβριδικό.

### 3.7.2. Βασικές αρχές λειτουργίας των παθητικών συστημάτων

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας προϋποθέτει ένα σωστά ενεργειακά σχεδιασμένο κτίριο, σύμφωνα με τις αρχές που

ήδη αναπτύχθηκαν. Ιδιαίτερα, η διαμόρφωση του κελύφους του κτιρίου πρέπει να είναι τέτοια, που να επιτρέπει τη μέγιστη συλλογή της ηλιακής ενέργειας, τη μέγιστη δυνατότητα για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας και τις ελάχιστες θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων στηρίζεται στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας, στη θερμοχωρητικότητα των υλικών για την αποθήκευση της θερμότητας και στους βασικούς νόμους της θερμοδυναμικής για τη μεταφορά της θερμότητας από τη συλλογή στην αποθήκη και στο χώρο που θα θερμανθεί.

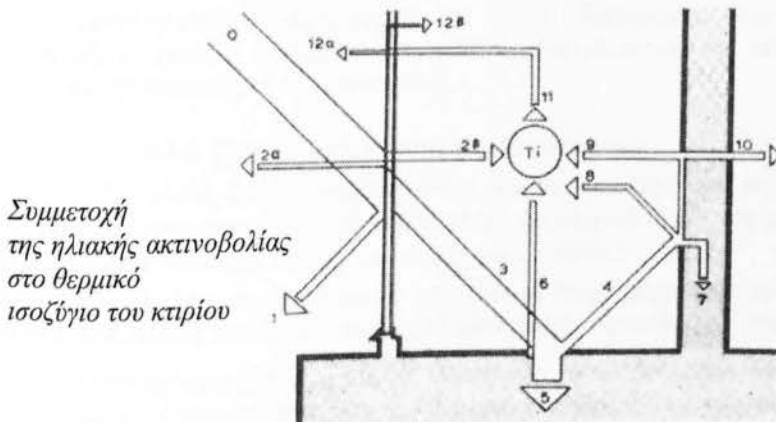
### 3.7.3. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αναφέρεται στη δέσμευση της θερμότητας που προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία που διαπερνά μια γυάλινη επιφάνεια. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου στηρίζεται στην ιδιότητα που έχει το γυαλί να είναι διαπερατό στη μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία (0.4-2.5 μικρά), ενώ είναι αδιαπέραστο στη θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα σώματα και που συνήθως έχει μήκος κύματος γύρω στα 10 μικρά.

Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σε μια γυάλινη επιφάνεια, ένα ποσοστό αντανακλάται, ένα ποσοστό απορροφάται από το γυαλί, από το οποίο ένα μέρος επαναακτινοβολείται προς το εξωτερικό, και το μεγαλύτερο ποσοστό (ανάλογα με τη διαπερατότητα του γυαλιού), που είναι η φωτεινή ακτινοβολία (0.4-0.8 μικρά), περνά μέσα από το γυαλί στον εσωτερικό χώρο. Αυτό το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που πέρασε μέσα από το γυαλί, απορροφάται από τα δομικά στοιχεία και τα λοιπά αντικείμενα του εσωτερικού χώρου και αλλάζοντας μήκος κύματος μετατρέπεται σε θερμική ακτινοβολία για την οποία το γυαλί είναι σχεδόν αδιαπέραστο. Η με αυτό τον τρόπο προερχόμενη θερμότητα παγιδεύεται στο εσωτερικό του κτιρίου και αποθηκεύεται στα στοιχεία με θερμοχωρητικότητα.

Στη συνέχεια η θερμότητα μπορεί να μεταδοθεί :

- με αγωγιμότητα
  - με μεταφορά (με τη βοήθεια κάποιου ρευστού, αερίου ή υγρού)
  - με ακτινοβολία
- και να συνεισφέρει στη διαμόρφωση του θερμικού ισοζυγίου του χώρου.



### 3.7.4. Υλικά παθητικών συστημάτων

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα παθητικά συστήματα, διακρίνονται σε υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας και σε υλικά αποθήκευσης της θερμότητας

### 3.7.5. Διαφανή υλικά συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας

Τα κριτήρια για την επιλογή των διαφανών υλικών για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας, σε ένα παθητικό σύστημα είναι:

- Η εμφάνιση που είναι καθοριστική για τις εξωτερικές όψεις του κτιρίου
- Η αντοχή, που πρέπει να είναι μεγάλη ώστε να αντέχει στις αλλαγές της εξωτερικής θερμοκρασίας και γενικά στις κλιματικές μεταβολές
- Η 'ποιότητα', που εξαρτάται από τη διαπερατότητα (στη μικρού ή μεγάλου μήκους ακτινοβολία) την ανακλαστικότητα και την απορροφητικότητά του
- Το αρχικό κόστος αγοράς, τοποθέτησης και συντήρησης που πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο για να μην επιβαρύνεται η κατασκευή.

**Το γυαλί**, είναι από τα πιο ακριβά διαφανή υλικά. Είναι άκαμπτο, παρουσιάζει αντοχή στις καιρικές μεταβολές, στο φως και στις χημικές αντιδράσεις και έχει καλή εμφάνιση. Μειονεκτήματά του είναι το βάρος και η μικρή αντοχή του σε μηχανική κρούση.

Το κοινό γυαλί έχει διαπερατότητα σε μικρού μήκους ακτινοβολία από 0.91-0.78, ανάλογα με την περιεκτικότητά του σε οξείδιο του σιδήρου και το πάχος του. Εάν χρησιμοποιηθούν πολλαπλοί υαλοπίνακες, μειώνεται η ηλιακή διαπερατότητα αλλά βελτιώνεται σημαντικά ο συντελεστής θερμοπερατότητάς (φένεται στον παρακάτω πίνακα). Προκειμένου να τροποποιηθούν οι θερμικές ιδιότητες των υαλοπινάκων, χρησιμοποιούνται πρόσθετα συστατικά στη μάζα τους, ή ειδικές επικαλύψεις ή ειδική επεξεργασία. Ανακλαστικά και απορροφητικά γυαλιά δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται στα παθητικά συστήματα γιατί μειώνουν το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μπαίνει στο χώρο.

	απλός υαλοπίνακας		δίδυμος υαλοπίνακας	
πάχος (mm)	3	6	3	6
βάρος (Kg/m <sup>2</sup> )	7.5	15	15	30
ηλιακή διαπερατότητα	0.86	0.78	0.71	0.61
Θερμοπερατότητα (W/m <sup>2</sup> K)	5.23-5.81		2.6-3.49	

*Ιδιότητες υαλοπινάκων*

**Τα σκληρά πλαστικά** έχουν μεγάλη αντοχή σε μηχανική κρούση, δεν σπάζουν, έχουν μικρότερο βάρος από το κοινό γυαλί, είναι εύκολα στην τοποθέτησή τους και έχουν καλή εμφάνιση. Μειονέκτημά τους είναι ότι έχουν συγκριτικά με το κοινό γυαλί, μικρότερο συντελεστή ηλιακής διαπερατότητας, δεν είναι αδιαπέραστα στη θερμική ακτινοβολία και εμφανίζουν χαμηλή αντίσταση στη φωτιά. Διακρίνονται σε ακρυλικά πλαστικά (acrylics) και πολυανθρακούχα (polycarbonate).

### 3.7.6. Υλικά αποθήκευσης της θερμότητας

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας είναι υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Συνήθως είναι οικοδομικά υλικά του φέροντα οργανισμού και του κελύφους γενικότερα, καθώς και υλικά επενδύσεων :

- **το νερό** είναι το υλικό με τη μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα, αλλά υπάρχουν κατασκευαστικές δυσκολίες για τη χρησιμοποίησή του σε δομικά στοιχεία.
- **το σκυρόδεμα** (506 Kcal/m<sup>3</sup>°C) εμφανίζει το πλεονέκτημα ότι είναι συγχρόνως υλικό με ικανή θερμοχωρητικότητα και υλικό του φέροντα οργανισμού.
- **η πέτρα** και το **συμπαγές τούβλο** είναι τα υλικά που κυρίως χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση της θερμότητας. Είναι υλικά φερόντων δομικών στοιχείων ή στοιχείων πληρώσεως ή υλικά επενδύσεως τοίχων και δαπέδων.
- **τα εύθηκτα άλατα**, όπως το άλας του Glauber, είναι νέα υλικά που χρησιμοποιούνται σε επιλεγμένες θέσεις μέσα σε ειδικές δεξαμενές για την αποθήκευση της θερμότητας. Τα υλικά αυτά αλλάζουν φάση (Phase Change Materials- PCM) , δηλαδή αλλάζοντας



φυσική κατάσταση,( για παράδειγμα, από τη στερεά στην υγρά κατάσταση) αποθηκεύουν θερμότητα, την οποία αποδίδουν για να επιστρέψουν στην αρχική φυσική τους κατάσταση.

Υλικό	Ειδική Θερμότητα Wh/kg.K	Πυκνότητα Kg/m <sup>3</sup>	Θερμοχωρητικότητα Wh/m <sup>3</sup> .K	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας W/m.K
Νερό (20 C)	1,16	998	1.157	0,60
Χάλυβας	0,14	7.800	1.092	50
Αλουμίνιο	0,25	1.800	450	160
Χαλκός	0,12	8.900	1.068	200
Γρανίτης	0,25	2.600	650	2,50
Ασβεστόλιθος	0,20	2.180	436	1,49
Μάρμαρο	0,22	2.500	550	2,00
Σκυρόδεμα	0,23	2.100	483	1,40
Ελαφροσκυρόδεμα	0,28	1.200	336	0,42
Οπτοπλινθοδομή (10εκ.)	0,22	1.300	286	0,49
Πλήρη τούβλα	0,22	1.900	418	1,09
Γυαλί	0,5	2.500	1.250	1,05
Ξυλεία μαλακή	0,38	630	239	0,13
Ξυλεία σκληρή	0,35	750	262	0,15
Κοντραπλακέ	0,34	530	180	0,14
Μοριοσανίδες	0,28	800	224	0,15
Γυψόπλακες	0,23	950	218	0,16
Κεραμικά πλακίδια	0,22	1.900	418	0,85
Ορυκτοβάμβακας	0,27	25	6,7	0,04
Εξηλασμ. πολυστερίνη	0,34	25	8,5	0,034
Αέρας (24 C)	0,28	1,29	0,36	0,024

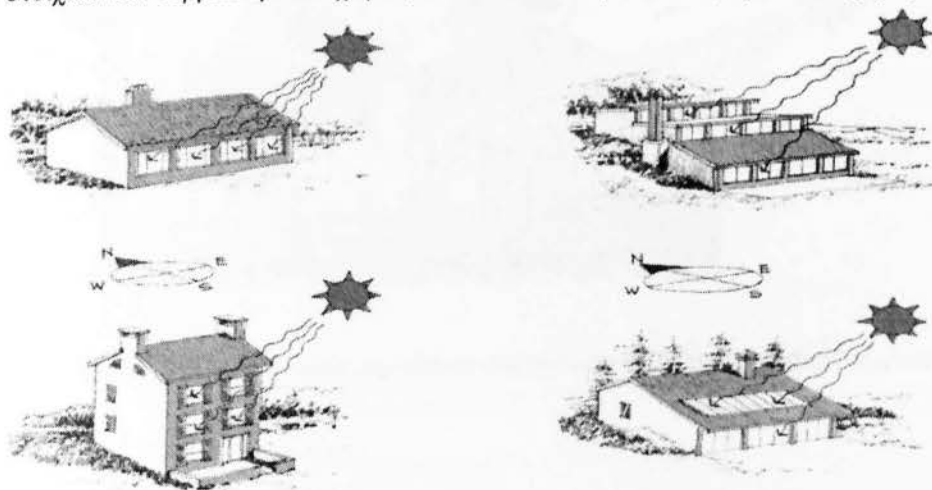
*Ιδιότητες οικοδομικών υλικών*

### 3.7.7. Κατάταξη των παθητικών συστημάτων σε σχέση με τη φυσική διαμόρφωση των στοιχείων του συστήματος

Γι' αυτή την ταξινόμηση, παίρνονται υπόψη η μορφή του συστήματος και η θέση του στο κέλυφος του κτιρίου και τα παθητικά συστήματα διακρίνονται σε πέντε μεγάλες κατηγορίες:

#### **Άμεσο κέρδος ηλιακής ενέργειας ή απευθείας κέρδος ή ηλιακά παράθυρα**

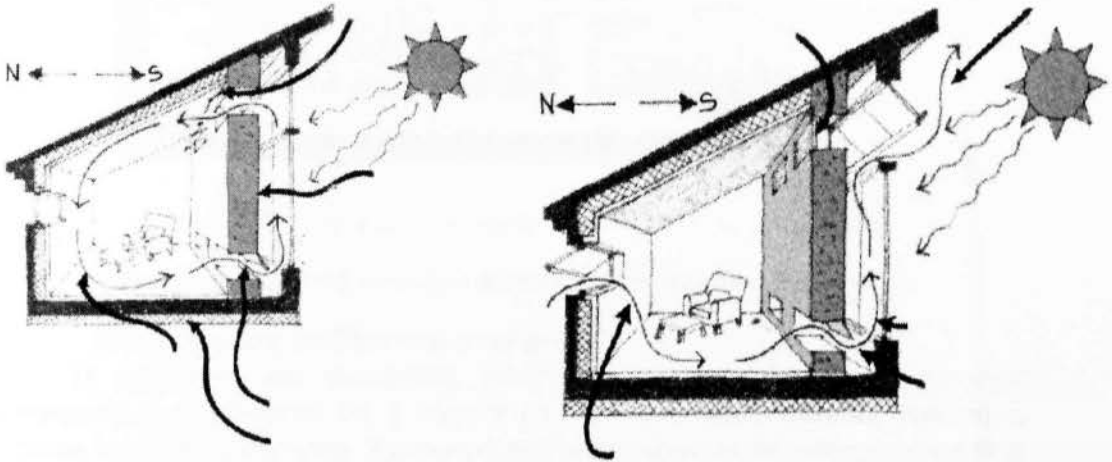
Τα ανοίγματα του κτιρίου συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία που στη συνέχεια μετατρέπεται σε θερμότητα καθώς απορροφάται από τα αντικείμενα και τα εσωτερικά δομικά στοιχεία του θερμαινόμενου χώρου, όπου και αποθηκεύεται. (παρακάτω σχήμα)



*Νότια ανοίγματα (ηλιακά παράθυρα) στο σύστημα του άμεσου ηλιακού κέρδους*

- **Τοίχος θερμικής αποθήκευσης**

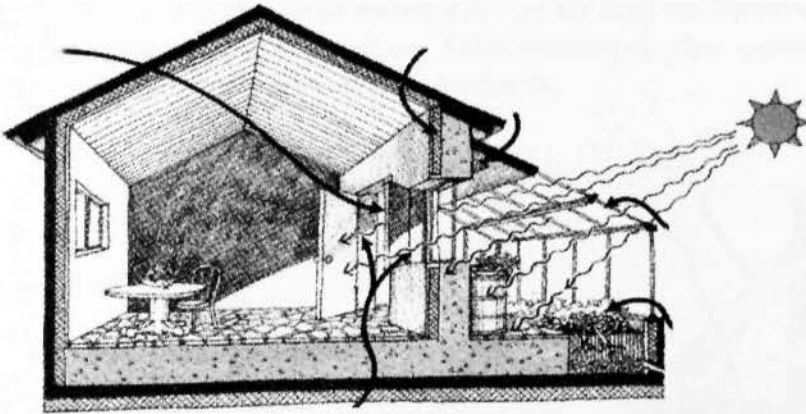
Η συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και η αποθήκευση της θερμότητας γίνεται στο νότιο τοίχο του κτιρίου που είναι κατάλληλα διαμορφωμένος. Ο τοίχος είναι κατασκευασμένος από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα (πέτρα, μπετόν, τούβλα, νερό, εύτηκτα άλατα κλπ.), η εξωτερική του επιφάνεια είναι βαμμένη με σκούρο χρώμα για τη μεγιστοποίηση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας και μπροστά από την εξωτερική του πλευρά και σε μικρή απόσταση από αυτή υπάρχει υαλοστάσιο για τη δέσμευση της ακτινοβολίας. Μια παραλλαγή του τοίχου είναι ο τοίχος με θυρίδες ή τοίχος Trombe (φέρεται στον παρακάτω σχήμα).



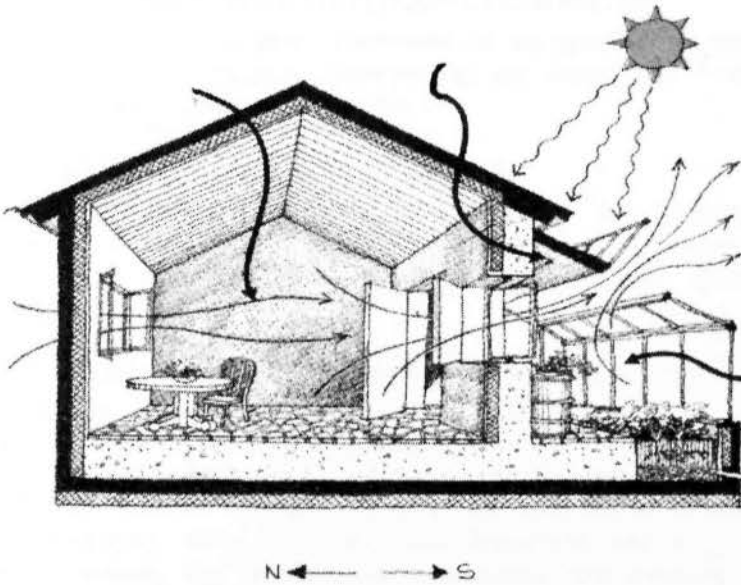
*Χειμερινή και θερινή λειτουργία τοίχου θερμικής αποθήκευσης με θυρίδες*

- **Θερμοκήπιο ή ηλιακός χώρος**

Η περίπτωση αυτή είναι συνδυασμός συστήματος άμεσου κέρδους και τοίχου θερμικής αποθήκευσης. Το κτίριο δηλαδή αποτελείται από δύο θερμικές ζώνες: τον ηλιακό χώρο που είναι το θερμοκήπιο που προσαρτάται στην νότια επιφάνεια του κτιρίου, όπου γίνεται συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας, και έναν έμμεσα θερμαινόμενο χώρο. Οι δύο ζώνες χωρίζονται μεταξύ τους με ένα τοίχο με θυρίδες ή χωρίς θυρίδες.



*Νότια ανοίγματα (ηλιακά παράθυρα) στο σύστημα του άμεσου ηλιακού κέρδους*



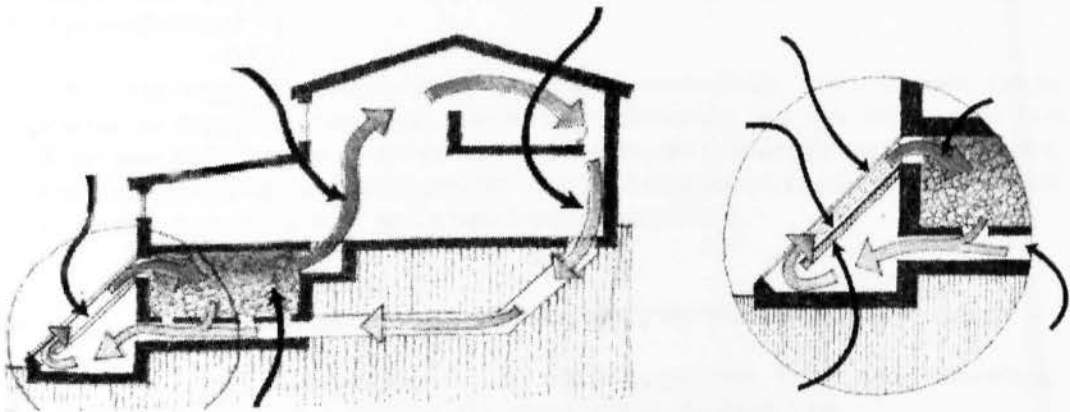
*Χειμερινή και θερινή λειτουργία προσαρτημένου στο κτίριο θερμοκηπίου.*

- **Στέγη θερμικής αποθήκευσης (roof pond)**

Η λειτουργία του συστήματος είναι παρόμοια με του τοίχου θερμικής αποθήκευσης, με τη διαφορά ότι η θερμική μάζα για την αποθήκευση της θερμότητας βρίσκεται στη στέγη του κτιρίου. Χαρακτηριστικό επίσης είναι ότι δεν υπάρχει ναλοστάσιο και η θερμική μάζα που αποτελείται από δοχεία με νερό λειτουργεί και σαν συλλέκτης της ηλιακής ακτινοβολίας.

- **Μεταφορικός βρόχος ή αεροσυλλέκτης**

Η συλλέτρια επιφάνεια, που είναι κατασκευασμένη όπως οι επίπεδοι συλλέκτες των ενεργητικών συστημάτων, είναι ανεξάρτητη θερμικά από την αποθήκη θερμότητας. Η μεταφορά της θερμότητας από το συλλέκτη στην αποθήκη και στη συνέχεια στον θερμαινόμενο χώρο, γίνεται με φυσική θερμική ροή με την βοήθεια κάποιου ρευστού (αέρα ή νερού). Το σύστημα μοιάζει με τα ενεργητικά συστήματα με τη διαφορά ότι η μεταφορά της θερμότητας γίνεται μόνο με φυσική ροή – με την αρχή του θερμοσιφονισμού – και όχι με τη χρησιμοποίηση μηχανικών μέσων. Απλοί ανεμιστήρες είναι μερικές φορές αποδεκτοί για την αύξηση της απόδοσης του συστήματος.



*Σύστημα αεροσυλλέκτη, συνδεδεμένο με υπόστρωμα σκύρων για την αποθήκευση της θερμότητας.*

### 3.8. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Από τα πέντε παθητικά συστήματα θα περιγραφούν τα τρία βασικά συστήματα – άμεσο κέρδος, τοίχοι θερμικής αποθήκευσης και θερμοκήπιο – που μπορούν ευκολότερα να προσαρμοστούν στα ελληνικά δεδομένα.

#### 3.8.1. Απευθείας ή άμεσο ηλιακό κέρδος

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας για τη θέρμανση των κτιρίων είναι η δεύσμευσή της μέσα από τα γυάλινα ανοίγματα του κτιρίου. Στην περίπτωση αυτή το κτίριο λειτουργεί σαν συλλέκτης, αποθήκη και διανομέας της θερμότητας.

Τα παράθυρα συμμετέχουν στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου ανεξάρτητα του αν ο σχεδιασμός του είναι συμβατικός ή ενεργειακός. Στο παθητικό σύστημα του «απευθείας κέρδους» η διαφορά από ένα συμβατικό, βασικά εντοπίζεται στη θερμική απόδοση των παραθύρων και στα υλικά και το μέγεθος (διαθέσιμη επιφάνεια και πάχος) των δομικών του στοιχείων (τοίχοι, πάτωμα, οροφή). Τα τελευταία κατασκευάζονται από υλικά (με θερμοχωρητικότητα) ώστε να αποθηκεύουν θερμότητα, αφενός χρήσιμη για τη νύχτα και περιόδους συννεφιάς και αφετέρου να συμβάλλουν στην αποφυγή της υπερθέρμανσης του χώρου.

Ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, το μέγεθος και τον προσανατολισμό του ανοίγματος, το σχεδιασμό του κελύφους του κτιρίου και την χρησιμοποίηση υλικών μεγάλης θερμοχωρητικότητας, η εξοικονόμηση σε θερμαντική ενέργεια μπορεί να κυμαίνεται από 30% - 100%.

Τα κριτήρια σχεδιασμού για ένα σύστημα απευθείας κέρδους αφορούν:

- την ώρα ηλιασμού του ανοίγματος: Η ηλιακή ακτινοβολία πρέπει να μπαίνει στο κτίριο το χειμώνα και να κρατιέται μακριά το καλοκαίρι. Ο προσανατολισμός και η κατάλληλη Ηλιοπροστασία συμβάλλουν σε αυτό.
- τον τύπο του υαλοστασίου που χρησιμοποιείται.
- την απαίτηση για φυσικό φωτισμό του κτιρίου, που θα πρέπει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των χρηστών. Τα μεγάλα ανοίγματα δημιουργούν κίνδυνο θαμπώματος και μείωση της ιδιοτικότητας.

#### 3.8.2. Τοίχος θερμικής αποθήκευσης

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 10 εκ. ή περισσότερο από αυτόν προς την εξωτερική του πλευρά, χρησιμεύει για τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Με την αρχή του θερμοκηπίου η ηλιακή ακτινοβολία που συγκεντρώνεται μετατρέπεται σε θερμότητα στο χώρο μεταξύ του υαλοστασίου και του τοίχου. Από εκεί μεταδίδεται μέσα από τον τοίχο, με αγωγιμότητα ή και μεταφορά ανάλογα με την κατασκευή του, στο χώρο. Ταυτόχρονα το γυαλί λειτουργεί σαν μονωτικό στρώμα για τη μείωση των θερμικών απωλειών από το θερμό τοίχο προς το εξωτερικό ψυχρό περιβάλλον.

**Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους, οι τοίχοι θερμικής συσσώρευσης 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.

Για την καλή λειτουργία του τοίχου, το βάθος του θερμαινόμενου χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει το 4,5-6,0 μέτρα, που είναι η μέγιστη απόσταση για να είναι αποτελεσματική η θέρμανση του χώρου με την ακτινοβολία που εκπέμπεται από τον τοίχο.

Μια παραλλαγή του συστήματος είναι ο τοίχος Trombe-Michelle. Είναι ένας τοίχος θερμικής αποθήκευσης με θυρίδες στο επάνω και κάτω τμήμα, οπότε η μετάδοση της θερμότητας γίνεται εκτός από την αγωγιμότητα και με φυσικό θερμοσιφωνισμό. Δηλαδή η ηλιακή ακτινοβολία περνώντας μέσα από το γυαλί απορροφάται σαν θερμική ακτινοβολία από τον τοίχο και η εξωτερική του επιφάνεια θερμαίνεται (μπορεί να φθάνει ως τους 65 οC). Στη συνέχεια, η θερμότητα μεταδίδεται στον αέρα που κυκλοφορεί μεταξύ του γυαλιού και του τοίχου. Από τις θυρίδες που βρίσκονται στο επάνω μέρος του τοίχου, ο θερμός αέρας μπαίνει στον κατοικήσιμο χώρο, ενώ συγχρόνως ο ψυχρός, εξαιτίας της υποπίεσης που δημιουργείται, μπαίνει από τις χαμηλές θυρίδες στο χώρο μεταξύ γυαλιού και τοίχου όπου και ξαναθερμαίνεται.

Με αυτή την κατασκευή του τοίχου αποδίδεται πρόσθετη θερμότητα στο χώρο στις περιόδους της ηλιοφάνειας και η θέρμανση του χώρου αρχίζει αμέσως με τη λειτουργία του τοίχου. Το βράδυ κλείνοντας τις θυρίδες ο τοίχος λειτουργεί σαν τον κλασικό τοίχο θερμικής αποθήκευσης αποδίδοντας με ακτινοβολία και έμμεση μεταφορά τη θερμότητα που έχει συγκεντρωθεί στη μάζα του.

### 3.8.3. Θερμοκήπιο ή ηλιακός χώρος

Ο προσαρτημένος χώρος είναι συνδυασμός παθητικού συστήματος «απευθείας κέρδους» και τοίχου θερμικής συσσώρευσης. Ο ηλιακός χώρος – θερμοκήπιο κατασκευάζεται στη νότια πλευρά του κτιρίου, 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.

Ο προσαρτημένος ηλιακός χώρος έχει τις ρίζες του στην ευρωπαϊκή αρχιτεκτονική του 19<sup>ου</sup> αιώνα - με τα αίθρια, τα ηλιακά δωμάτια, τα θερμοκήπια τους σκεπαστούς γυάλινους δρόμους και η παραδοσιακή ελληνική αρχιτεκτονική έχει δείγματα προσαρμοσμένων ηλιακών χώρων. «Ο ηλιακός» – «το λιακωτό».

Συχνά τα θερμοκήπια είναι χώροι που προστίθενται εκ των υστέρων στα υφιστάμενα κτίρια, με μικρό κόστος και μπορούν να εξυπηρετήσουν πολλές λειτουργίες.

Ο χώρος του θερμοκηπίου θερμαίνεται απευθείας από την ηλιακή ακτινοβολία και λειτουργεί σαν το παθητικό σύστημα του «απευθείας κέρδους». Συγχρόνως η ηλιακή ενέργεια απορροφιέται από τον πίσω συμπαγή τοίχο του θερμοκηπίου, μετατρέπεται σε θερμότητα και ένα ποσοστό μεταφέρεται στο κτίριο. Από αυτή την άποψη, το προσαρτημένο θερμοκήπιο είναι ένα εκτεταμένο σύστημα τοίχου θερμικής αποθήκευσης με τη μόνη διαφορά ότι το υαλοστάσιο δεν απέχει από τον τοίχο με τη θερμική μάζα μερικά εκατοστά αλλά είναι σε αρκετή απόσταση ώστε να δημιουργείται κατοικήσιμος χώρος για την ημέρα ή ένας χώρος όπου καλλιεργούνται φυτά.

Το θερμοκήπιο επίσης λειτουργεί σαν φράγμα θερμικών απωλειών του κτιρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον (tampon espace, buffer zone). Σχεδόν όλες τις ώρες της ημέρας ο ηλιακός χώρος έχει υψηλότερη θερμοκρασία από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και έτσι συμβάλλει στη μείωση των θερμικών απωλειών από το κτίριο. Χωρίς ηλιοφάνεια, η εσωτερική θερμοκρασία σ' ένα θερμοκήπιο με διπλό υαλοστάσιο φθάνει τουλάχιστον στους 10<sup>ο</sup>C όταν η εξωτερική είναι 0<sup>ο</sup>C

Η απόδοση του προσαρτημένου ηλιακού χώρου εξαρτάται από το γεωμετρικό σχήμα και τον τρόπο σύνδεσης του ηλιακού χώρου με το κτίριο. Από μελέτες που έγιναν αποδείχθηκε ότι η απόδοση του θερμοκηπίου είναι συγκρίσιμη και πολλές φορές καλύτερη από την απόδοση ενός τοίχου θερμικής συσσώρευσης, που έχει την ίδια επιφάνεια υαλοστασίου. Οι επί πλέον θερμικές απώλειες μέσω της οροφής και των τοίχων που υαλοστασίου. Οι επί πλέον θερμικές απώλειες μέσω της οροφής και των τοίχων που περιβάλλουν έναν ηλιακό χώρο αντισταθμίζονται από το γεγονός ότι το υαλοστάσιο έχει τη βέλτιστη κλίση και διότι υπάρχει μεγαλύτερη επιφάνεια θερμικής αποθήκευσης με τη

χρησιμοποίηση και του πατώματος του ηλιακού χώρου για αποθήκευση. 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.

### **Θερμική σύνδεση θερμοκηπίου με το κτίριο.**

Υπάρχουν πέντε βασικοί μέθοδοι για τη μεταφορά της θερμότητας από το θερμοκήπιο στον εσωτερικό χώρο:

- με απευθείας πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτιρίου
- με μεταφορά του θερμού αέρα από το θερμοκήπιο στο χώρο με θερμοσιφωνισμό ή με βεβιασμένη μεταφορά
- με αγωγιμότητα μέσω των διαχωριστικών τοίχων.
- με τη χρήση απλών ενεργητικών συστημάτων μεταφοράς της θερμότητας και αποθήκευσης της στον εσωτερικό χώρο απ' όπου και μεταδίδεται με ακτινοβολία ή μεταφορά
- με συνδυασμό από τις παραπάνω λύσεις

Στη μέθοδο της απευθείας πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στο κτίριο, ένα τμήμα του κοινού τοίχου μεταξύ του θερμοκηπίου και του κτιρίου καλύπτεται με υαλοστάσιο. Ένα σημαντικό ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας – εξαρτάται από το σχεδιασμό- που πέφτει στο θερμοκήπιο, μπαίνει στο κτίριο απευθείας μέσα από τα ανοίγματα, ιδιαίτερα το χειμώνα που ο ήλιος είναι χαμηλά στον ορίζοντα. Ένα άλλο ποσοστό της ακτινοβολίας παραμένει στο θερμοκήπιο και το θερμαίνει. Σ' αυτήν την περίπτωση το σύστημα λειτουργεί όπως το παθητικό σύστημα του «απευθείας κέρδους». Η πλεονάζουσα θερμότητα αποταμιεύεται στα διάφορα στοιχεία του κυρίως χώρου που έχουν θερμική μάζα. Το πλεονέκτημα σε σχέση με το σύστημα του απευθείας κέρδους είναι ότι μειώνονται οι θερμικές απώλειες από το υαλοστάσιο του θερμαινόμενου χώρου, επειδή μεσολαβεί το θερμοκήπιο, όπου αναπτύσσεται υψηλότερη θερμοκρασία από το εξωτερικό περιβάλλον. Το αν θα χρησιμοποιηθεί μόνο ή διπλό υαλοστάσιο στο άνοιγμα του κτιρίου, εξαρτάται από τη διακύμανση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.

Η με μεταφορά του θερμού αέρα από το θερμοκήπιο στον εσωτερικό χώρο μέθοδος, βασίζεται στο φυσικό θερμοσιφωνισμό ή υποστηρίζεται με τη χρησιμοποίηση ανεμιστήρων.

Για τη φυσική μεταφορά απαιτούνται ανοίγματα (παράθυρα ή πόρτες) στον κοινό τοίχο θερμοκηπίου- κτιρίου που ανοίγουν αυτόματα ή χειροκίνητα και έτσι δημιουργείται φυσική κυκλοφορία του θερμού αέρα. Όσο υψηλότερα είναι τοποθετημένα τα ανοίγματα στο διαχωριστικό τοίχο και όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία στο θερμοκήπιο, τόσο μεγαλύτερη είναι η ροή της θερμότητας από το θερμοκήπιο στον κυρίως χώρο. Η θερμότητα που αποδίδεται στον εσωτερικό χώρο μπορεί στη συνέχεια να αποταμιευθεί στα εσωτερικά δομικά στοιχεία όπως και στην περίπτωση του απευθείας κέρδους.

Αν χρησιμοποιηθούν ανεμιστήρες, με χειροκίνητη ή αυτόματη λειτουργία, η θερμοκρασία μπορεί να διοχετευθεί και στους βόρειους χώρους που δεν δέχονται ηλιακή ακτινοβολία και να αποταμιευθεί σε ειδικά στοιχεία αποθήκευσης, ή τα δομικά τους στοιχεία.

Η μετάδοση της θερμότητας με αγωγιμότητα μέσα από τους κοινούς τοίχους θερμοκηπίου – κτιρίου είναι ο πιο συνηθισμένος και αποτελεσματικός τρόπος για τη θερμική σύνδεση του κτιρίου με το θερμοκήπιο. Σ' αυτή την περίπτωση 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 του συστήματος εξαρτάται από τους ίδιους παράγοντες όπως και στο σύστημα του τοίχου θερμικής αποθήκευσης: από την επιφάνεια του τοίχου, το πάχος, το υλικό κατασκευής και το χρώμα της επιφάνειας. 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. Όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος του νερού τόσο μικρότερες είναι οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια του υδάτινου τοίχου που μεσολαβεί ανάμεσα στο θερμοκήπιο και το χώρο τόσο πιο αποτελεσματική είναι η αποθήκευση και η μετάδοση της θερμότητας.

Η χρήση απλών ενεργητικών συστημάτων για την αποθήκευση της θερμότητας σε χώρο με θραυστό υλικό (rock bed, lit de pierres), μέθοδος που δεν έχει ακόμη ευρεία εφαρμογή, 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 αποθηκευτεί σε όγκους με θραυστό υλικό. Η θερμότητα αυτή αποδίδεται στο κτίριο ή στο θερμοκήπιο συνήθως χωρίς τη χρησιμοποίηση μηχανικών μέσων, με ακτινοβολία και με μεταφορά από την σε επαφή με το χώρο θερμή επιφάνεια αποθήκευσης.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως σε εύκρατα κλίματα (17-7,2<sup>0</sup>C) όπου την ημέρα συλλέγεται πολύ περισσότερη θερμότητα από όση είναι αναγκαία για τη θέρμανση του χώρου.

### **3.9. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ: ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

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

Για την εκλογή του πιο κατάλληλου παθητικού συστήματος για κάθε περίπτωση παίρνονται υπόψη τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε συστήματος που αναφέρονται σε σχέση με την απόδοση, το κόστος την απλότητα της κατασκευής και την επίδρασή του στη λειτουργία του κτιρίου, καθώς και οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής.

Στη συνέχεια αναφέρονται συνοπτικά τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των παθητικών συστημάτων.

#### **3.9.1. Σύστημα απευθείας κέρδους**

##### Πλεονεκτήματα

- Είναι το πιο φτηνό παθητικό σύστημα, γιατί τα υαλοστάσια είναι ένας σχετικά οικονομικός τρόπος δημιουργίας ηλιακού συλλέκτη και είναι διαθέσιμα παντού.
- Είναι το πιο εύκολο σύστημα για να κατασκευαστεί. Στις περισσότερες περιπτώσεις αρκεί η σωστή χωροθέτηση των ανοιγμάτων.
- Τα γυάλινα ανοίγματα συμβάλλουν σε πολλές ταυτόχρονα λειτουργίες, επιτρέποντας την είσοδο του φυσικού φωτός στο κτίριο και την οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.
- Δε απαιτείται πρόσθετη μάζα θερμικής αποθήκευσης για συμμετοχή έως 25% της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση του χώρου.

##### Μειονεκτήματα

- Ο κίνδυνος θαμπώματος από τα μεγάλα ανοίγματα
- Η μείωση της ιδιωτικότητας
- Η υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία που περνά στο χώρο μπορεί να αλλοιώσει υφάσματα και αντικείμενα
- 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 (9-12<sup>0</sup>C) που εμφανίζονται ακόμη και σε σωστά σχεδιασμένα κτίρια.
- Το υψηλό κόστος της νυχτερινής μόνωσης που απαιτείται για τη μείωση των θερμικών απωλειών.

### 3.9.2. Τοίχος θερμικής αποθήκευσης

#### Πλεονεκτήματα

- Θάμπωμα και κίνδυνος αλλοίωσης υφασμάτων από υπεριώδη ακτινοβολία δεν υπάρχει.
- Οι διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας είναι σχετικά μικρές (μικρότερες από ότι στο σύστημα του απευθείας κέρδους και του μεταφορικού βρόχου).
- 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 από το συμπαγή χοντρό τοίχο.
- Το υψηλό κόστος της νυχτερινής μόνωσης που είναι απαραίτητη στα ψυχρά κλίματα.

### 3.9.3. Προσαρτημένο θερμοκήπιο

#### Πλεονεκτήματα

- Δημιουργείται πρόσθετος κατοικήσιμος χώρος με μικρό κόστος
- 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 (1,8-4,8<sup>0</sup>C)
- Το κόστος κατασκευής είναι σχετικά μικρό

#### Μειονεκτήματα

- Η θερμική απόδοση επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το σχεδιασμό και γι'αυτό είναι δύσκολο να προβλεφθεί.
- Υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης, εάν δεν παρθούν τα απαραίτητα μέτρα ηλιοπροστασίας και αερισμού

### 3.9.4. Οροφές θερμικής αποθήκευσης

#### Πλεονεκτήματα

- Η θέρμανση ή η ψύξη διανέμεται ομοιόμορφα σ' όλο το κτίριο σε σύγκριση με άλλα παθητικά συστήματα.
- Οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στο κτίριο είναι μικρές (1,2-2,4<sup>0</sup>C)
- Δεν υπάρχει κίνδυνος θαμπώματος και αλλοίωσης των αντικειμένων από την υπεριώδη ακτινοβολία.
- Χρησιμοποιείται συγχρόνως και για την ψύξη των χώρων.

#### Μειονεκτήματα

- Το μεγάλο βάρος της θερμικής μάζας στην οροφή επιβαρύνει το στατικό σύστημα, ιδίως σε σεισμογενείς περιοχές.
- Η επιφάνεια της οροφής που διατίθεται για αποθήκευση 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.

### 3.9.5. Μεταφορικός βρόγχος – αεροσυλλέκτης

#### Πλεονεκτήματα

- Δεν δημιουργείται θάμπωμα και κίνδυνος από την υπεριώδη ακτινοβολία.
- Είναι από τα πιο φτηνά συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας.
- Δεν απαιτείται θερμική αποθήκευση για ηλιακή συμμετοχή ως 25%.
- Ενσωματώνονται εύκολα στις νότιες όψεις.
- Ενσωματώνονται εύκολα σε υφιστάμενα κτίρια.
- Οι νυχτερινές θερμικές απώλειες είναι οι μικρότερες από όλα τα συστήματα γιατί ο συλλέκτης απομονώνεται θερμικά από το κτίριο.



### Μειονεκτήματα

- Είναι πρόσθετη κατασκευή και δημιουργεί μορφολογικό πρόβλημα
- Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην κατασκευή για να υπάρξει σωστή ροή του αέρα.
- Η θερμική ενέργεια μεταδίδεται με μεταφορά θερμού αέρα και απαιτείται πιο ειδική κατασκευή για την αποθήκευσή της.
- Όταν χρησιμοποιείται θερμική μάζα για την αποθήκευση της θερμότητας, το σύστημα έχει μεγάλη απόδοση αν ο συλλέκτης τοποθετηθεί χαμηλότερα από το κτίριο και τη θερμική μάζα, πράγμα που είναι δύσκολο να επιτευχθεί στις συμβατικές κατασκευές

### **3.10. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΑ**

Κυρίαρχο στοιχείο του βιοκλιματικού σχεδιασμού ενός κτιρίου, όπως αναφέρθηκε, είναι η εξισορρόπηση του θερμικού ισοζυγίου του χώρου, δηλαδή η εξισορρόπηση των θερμικών προσόδων και των θερμικών απωλειών του. Σε περίπτωση που τα θερμικά κέρδη δεν επαρκούν για να καλύψουν τα θερμικές απώλειες του κτιρίου το χειμώνα, προσάγεται στους εσωτερικούς χώρους θερμότητα μέσω εγκατάστασης θέρμανσης, ώστε να καλυφτεί η διαφορά στο ισοζύγιο. Αντίστοιχα το καλοκαίρι, σε περίπτωση που τα θερμικά κέρδη προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας, απάγεται το επιπλέον θερμικό φορτίο (παρέχεται στο χώρο ψύξη), ώστε και πάλι να εξισορροπήσει το ισοζύγιο.

Για να επιτευχθεί, συνεπώς, στα υφιστάμενα κτίρια η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση κατά τη χειμερινή περίοδο θα πρέπει αφενός να περιοριστούν, κατά το δυνατόν, οι θερμικές απώλειες του κτιρίου (απώλειες με αγωγιμότητα ή με αερισμό) και αφετέρου να αυξηθούν τα θερμικά ηλιακά κέρδη. Αντίστοιχα, τη θερινή περίοδο θα πρέπει να επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση των θερμικών κερδών από την ηλιακή ακτινοβολία και συγχρόνως, η αύξηση του φυσικού δροσισμού ή αερισμού του κτιρίου, με σκοπό την αποφυγή υπερθέρμανσης στο εσωτερικό χώρο.

Κατά τη διαδικασία σχεδιασμού των νέων κτιρίων, ο μελετητής-αρχιτέκτονας παίρνει υπόψη του ένα σύνολο παραμέτρων, θεσμικών, κτιριολογικών και σχεδιαστικών, οι οποίες καθορίζουν τελικά τη μορφή του κτιρίου. Στο γενικότερο προβληματισμό για την αρχιτεκτονική σύνθεση έχει προστεθεί και ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων.

Κατά τη διαδικασία βελτίωσης των υφισταμένων κτιρίων οι δυνατότητες οικοδομικής παρέμβασης στο κτιριακό αφορούν:

- στη μείωση των θερμικών απωλειών αγωγιμότητας από τα δομικά στοιχεία με τη προσθήκη αναδρομικής θερμομόνωσης στα συμπαγή στοιχεία και την βελτίωση ή αντικατάσταση των κουφωμάτων με στόχο τα νέα κουφώματα να διαθέτουν καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας
- στη μείωση των θερμικών απωλειών αερισμού με τη δημιουργία ανεμοφρακτών, τη βελτίωση της αεροστεγανότητας των ανοιγμάτων και την μείωση των οπών-οδών διαφυγής της θερμότητας (π.χ. καμινάδες)
- στην εφαρμογή νυχτερινής κινητής θερμομόνωσης στα ανοίγματα (π.χ. με φύλλα ασφαλείας) ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες το βράδυ, όπου και εμφανίζονται τα 2/3 περίπου των θερμικών απωλειών του 24ωρου.
- στην αύξηση της θερμικής προσόδου από τον ήλιο για τη χειμερινή περίοδο με την αύξηση των νότιων ανοιγμάτων, την προσθήκη παθητικών συστημάτων ή και τη χρήση ανακλαστικών επιφανειών
- στην μείωση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στη θερινή περίοδο με τη πρόβλεψη της κατάλληλης ηλιοπροστασίας
- στην αύξηση του φυσικού αερισμού-δροσισμού, με την σωστή χρήση των ανοιγμάτων για τα οποία πιθανώς να χρειαστούν νέα κουφώματα με τα κατάλληλα ανοιγόμενα τμήματα
- στην κατάλληλη διαμόρφωση του άμεσου περιβάλλοντα χώρου, με στόχο την αντιμετώπιση του ανέμου, ανάλογα με την εποχή, και κατά συνέπεια την μείωση των θερμικών απωλειών ή την αύξηση του φυσικού δροσισμού (π.χ. δενδροφύτευση – φράγμα

χειμερινού ψυχρού ανέμου για το χειμώνα ή δενδροφύτευση που οδηγεί τους δροσερούς ανέμους προς το κτίριο για το καλοκαίρι).

### 3.11. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 3.11.1. Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας

Τα βασικά στοιχεία που επηρεάζουν και ελαχιστοποιούν τις ενεργειακές απαιτήσεις ενός κτιρίου είναι:

- τα μη ενεργειακά συστήματα του κτιρίου που περιλαμβάνουν το κτιριακό κέλυφος, αλλά και το εσωτερικό του κτιρίου, δηλαδή τους τοίχους, τις οροφές, τα δάπεδα, τις πόρτες, τα παράθυρα κλπ.,
- τα συστήματα του περιβάλλοντος χώρου των κτιρίων που περιλαμβάνουν τη φύτευση, τα υπαίθρια σκιάστρα, τις υδάτινες επιφάνειες, την εκμετάλλευση των θερινών δροσερών ανέμων κλπ.
- Τα ενεργειακά συστήματα του κτιρίου είναι τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση, την ψύξη, τον αερισμό, τον φωτισμό, τη διακίνηση των ενοίκων κλπ.
- τα ανθρώπινα συστήματα τα οποία περιλαμβάνουν το προσωπικό που διαχειρίζεται τη λειτουργία και τη συντήρηση του κτιρίου.

Οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από επεμβάσεις στο κέλυφος και στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου προέρχονται από την προσθήκη θερμομόνωσης σε τοίχους, δάπεδα, οροφές αλλά και τη χρησιμοποίηση θερμομονωτικών αεροστεγών κουφωμάτων, τη μελέτη σκίασμού και ηλιασμού του κτιρίου, την εξασφάλιση της κατάλληλης θερμοκλής μάζας με τον προσδιορισμό του κατάλληλου πάχους των κουφωμάτων, την προσθήκη παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης και δροσισμού στις νότιες, νοτιοανατολικές και νοτιοδυτικές όψεις του κτιρίου, στην τοποθέτηση διπλών ή περιστρεφόμενων θυρών και ανεμοθραυστών στις κύριες εισόδους αλλά και με την απομόνωση των κατακόρυφων φρεάτων και κλιμακοστασίων ώστε να μειωθεί η διείσδυση του αέρα.

Την τοποθέτηση συστημάτων ηχοπροστασίας σε πλευρές του κτιρίου που εκτίθενται στο θόρυβο. Την κάλυψη των αίθριων για την αξιοποίησή τους στο δροσισμό, τη θέρμανση και τη βελτίωση του φυσικού φωτισμού των χώρων του κτιρίου. Τη βελτίωση του φυσικού φωτισμού με την κατάλληλη διάταξη στα αίθρια και τα παράθυρα, την προσθήκη ηλιοπροστασίας στα παράθυρα που βρίσκονται στη νότια, νοτιοανατολική και νοτιοδυτική όψη του κτιρίου, για την αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι. Τη διαφοροποίηση της εσωτερικής διαρρύθμισης των χώρων και την κατασκευή παραθύρων που συμβάλλουν στον διαμερή αερισμό. Τέλος τη χρήση συστημάτων αυτοματισμού σε κάποιους χώρους του κτιρίου.

Οι δυνατότητες για την εξοικονόμηση ενέργειας στον περιβάλλον χώρο του κτιρίου επιτυγχάνεται με την φύτευση των κατάλληλων φυτών ώστε να εμποδίζεται η διέλευση των ψυχρών χειμερινών ανέμων. Τη φύτευση φυλλοβόλων δέντρων στις νότιες, νοτιοδυτικές και νοτιοανατολικές πλευρές του κτιρίου, την κατασκευή υπαίθριων σκιάστρων, τη χρήση στοιχείων νερού που συνδυασμένη με την κατεύθυνση των ανέμων κατά το καλοκαίρι συμβάλλουν στη βελτίωση του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο. Επιπλέον η χρήση ειδικού υλικού επίστρωσης του περιβάλλοντος χώρου μεγάλης απορροφητικότητας και χαμηλής εκπομπής θερμότητας αλλά και η μεγιστοποίηση των χώρων πρασίνου συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας στον περιβάλλοντα χώρο.

Οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από τα ηλεκτρονικά και μηχανολογικά συστήματα του κτιρίου επιτυγχάνονται για τα συστήματα θέρμανσης: με την προσαρμογή των μεγεθών των μηχανημάτων θέρμανσης και κλιματισμού στις αναθεωρημένες συνθήκες μικροκλίματος των κτιρίων, με την εφαρμογή συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, με τη χρήση του φυσικού αερίου, αλλά αυτό προτείνεται για τον δευτερογενή και τριτογενή τομέα κυρίως, όμως μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία απορρόφησης με φυσικό αέριο στον κλιματισμό των κτιρίων.

Επίσης με τη χρήση αντλιών θερμότητας φυσικού αερίου για θέρμανση και ψύξη των κτιρίων, τη θέρμανση και την ψύξη του κτιρίου κατά ζώνες προσανατολισμού, τη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος λέβητα -καυστήρα με σωστή ρύθμιση της αναλογίας καύσιμου-αέρα αλλά και την τοποθέτηση αυτόματων συστημάτων ρύθμισης, την επιλογή περισσότερων μικρών λεβήτων αντί ενός μεγάλου, την προθέρμανση του αέρα της καύσης για την αύξηση της αποδοτικότητας του λέβητα, τη χρησιμοποίηση ψυκτικών συγκροτημάτων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, τη μείωση θερμικών απωλειών του συστήματος διανομής με τη μόνωση των σωλήνων και των αεραγωγών, την επιλογή μηχανημάτων και συσκευών μεγάλου βαθμού απόδοσης, την προσθήκη θερμομετρητών στα θερμαντικά σώματα, την εγκατάσταση συστήματος αυτόματου ελέγχου και τη ρύθμιση της θερμοκρασίας των χώρων του κτιρίου συναρτήσει της εξωτερικής θερμοκρασίας, την εξουδετέρωση φαινομένων ακτινοβολίας προς ψυχρές επιφάνειες, τη μείωση του επιπέδου της σχετικής υγρασίας του αέρα και της παροχής αερισμού των χώρων όταν χρησιμοποιούνται, τη μείωση των αντιστάσεων στη ροή θερμού νερού στις σωληνώσεις και στους αεραγωγούς, τη μείωση παροχών νερού και αέρα αλλά και την ύπαρξη συστημάτων νυχτερινού αερισμού.

Για τα συστήματα φωτισμού προτείνεται η μεγιστοποίηση του φυσικού φωτισμού των χώρων, η επιλογή των κατάλληλων συστημάτων φωτισμού για το κτίριο, η χρησιμοποίηση κατάλληλων χρωμάτων στις περιβάλλουσες επιφάνειες για την αύξηση του συντελεστή χρησιμοποίησης, η προσαρμογή της στάθμης φωτισμού ανάλογα με τις αναθεωρημένες συνθήκες μικροκλίματος, η χρήση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης, η χρήση αυτοματισμών έντασης βάσει του διαθέσιμου φυσικού φωτισμού, η χρήση πηνίων με μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και συμπληρωματικού φωτισμού αντί αυξημένου γενικού φωτισμού παρά μόνο σε ειδικές περιπτώσεις, το σβήσιμο των φώτων όταν δεν χρειάζεται, αλλά και την αύξηση της αποδοτικότητας των φωτιστικών σωμάτων με τακτικό καθαρισμό, συχνή αντικατάσταση των λαμπτήρων κλπ.

Για τα συστήματα παρασκευής και διανομής θερμού νερού οικιακής χρήσης οι λύσεις που προτείνονται για την εξοικονόμηση ενέργειας είναι η μείωση της παροχής θερμού νερού στις αναθεωρημένες συνθήκες, η μείωση της θερμοκρασίας του παρασκευαζόμενου θερμού νερού, η μόνωση σωληνώσεων και boilers, η αντικατάσταση του κεντρικού συστήματος παρασκευής θερμού νερού με τοπικούς θερμαντές νερού, η ανάκτηση της απορριπτόμενης θερμότητας και η χρήση της στη θέρμανση του νερού, η εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων για την παραγωγή θερμού νερού αλλά και υβριδικών φωτοβολταϊκών συστημάτων συγκεντρωτικού τύπου για συμπαραγωγή θερμού νερού και ηλεκτρικής ενέργειας.

Όσον αφορά στο κεντρικό σύστημα ενεργειακής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας στο κτίριο συστήνεται παρακολούθηση των ενεργειακών μεγεθών του κτιρίου και εγκατάσταση κεντρικού συστήματος ελέγχου και επιτήρησης των εγκαταστάσεων με αποτέλεσμα την ενεργειακή διαχείριση και εξοικονόμηση ενέργειας.

Τα μέτρα που μπορούν να ληφθούν για την ελαχιστοποίηση των απαιτήσεων του κτιρίου σε ενέργεια είναι τα εξής:

- Η τήρηση των κανονισμών θερμομόνωσης στα καινούργια κτίρια αλλά και η προσπάθεια εφαρμογής τους σε ήδη υπάρχοντα,
- Η χρησιμοποίηση θερμομονωτικών και αεροστεγών κουφωμάτων με διπλά τζάμια, για τη μείωση της διείσδυσης του αέρα από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων αλλά και τη μείωση των θερμικών απωλειών.
- Η μείωση της διείσδυσης του αέρα από τους ανεμοφράκτες με διπλές ή περιστρεφόμενες πόρτες,
- Η κατασκευή χώρων ανάσχεσης στις εισόδους των κτιρίων, από γυαλί ή μετό ή από μεταλλικό πλαίσιο και ενισχυμένο γυαλί
- Η μείωση της διείσδυσης του αέρα με την απομόνωση των κατακόρυφων φρεάτων και των κλιμακοστασιών από τους υπόλοιπους χώρους του σπιτιού.
- Η κατάλληλη χωροθέτηση του κτιρίου ώστε να μειώνονται οι θερμικές απώλειες.
- Η κατάλληλη διάταξη των κτιρίων, όπου η συνεχής διάταξη προτιμάται από ενεργειακής άποψης.

- Η κατάλληλη διαρρύθμιση των χώρων του κτιρίου, όπου προτείνεται οι θερμαινόμενοι χώροι να βρίσκονται σε σειρά οριζόντια ή κάθετα διότι συμβάλλουν στην θέρμανση των χώρων σε μεγάλο βαθμό με τη βοήθεια των παθητικών ηλιακών συστημάτων
- Η αξιοποίηση του προσανατολισμού, καθώς αυτά που διαθέτουν νότιο προσανατολισμό έχουν μεγάλα ηλιακά κέρδη εφόσον υπάρχουν μεγάλα ανοίγματα. Όταν τα ανοίγματα βρίσκονται σε άλλες όψεις πρέπει να είναι μικρά ώστε να μειώνονται οι θερμικές απώλειες αλλά να επιτυγχάνεται η εξασφάλιση του αερισμού.
- Η χρήση σκιάστρων είναι απαραίτητη κι εφόσον αυτά τοποθετηθούν σωστά, ελαχιστοποιούν τα θερμικά φορτία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, επίσης ομαλοποιούν κι ενισχύουν το φυσικό φωτισμό των χώρων. Τα σκιάστρα αυτά μπορεί να είναι οριζόντια, κάθετα, κινητά, σταθερά και κεκλιμένα.
- Τα υλικά δόμησης που θα χρησιμοποιηθούν αλλά και η θερμική μάζα των τοίχων τα οποία θα σταθεροποιούν τις θερμοκρασίες του εσωτερικού χώρου.
- Η βελτίωση του σχήματος των κτιρίων με ενεργειακά κριτήρια.
- Ο φυσικός αερισμός είναι απαραίτητος και πραγματοποιείται με παθητικές διατάξεις μέσω ενός συστήματος αεραγωγών που δεν καταναλώνει ενέργεια αλλά εκμεταλλεύεται τις διαφορές θερμοκρασίας και πυκνότητας του αέρα δημιουργώντας φυσική ροή
- Η τοποθέτηση του κτιρίου στο χώρο θα πρέπει να βρίσκεται σε απόσταση από την αεροσκιά που προκαλούν τα διπλανά κτίρια και θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την χωροθέτηση του κτιρίου.
- Η εξασφάλιση δροσισμού κτιρίων μέσω των παραθύρων είναι σημαντική κι επηρεάζεται από το μέγεθος, το σχήμα και τη θέση των παραθύρων, και θα πρέπει να υπάρχει ένα άνοιγμα στην όψη όπου υπάρχει υψηλή πίεση ώστε να εισέρχεται ο αέρας κι ένα άνοιγμα στην όψη χαμηλής πίεσης για να εξέρχεται ο αέρας. Η μεγιστοποίηση του δροσισμού επιτυγχάνεται με τη ροή του αέρα που θα είναι στο επίπεδο επιφάνειας του ανθρώπινου σώματος το οποίο εξαρτάται από την δραστηριότητα που εκτελείται στο χώρο.
- Η κίνηση του αέρα σε ένα χώρο επηρεάζεται από τη θέση των παραθύρων αλλά και το ύψος τους. Τα παράθυρα που βρίσκονται σε δυο παράλληλους τοίχους και βρίσκονται ακριβώς στο ίδιο ύψος προκαλούν τη γρήγορη διέλευση του αέρα. Όταν τα παράθυρα είναι διαγώνια, ο αέρας αλλάζει κατεύθυνση αυξάνοντας την ποσότητα αυτού που διέρχεται σε όλο το δωμάτιο. Όταν το παράθυρο βρίσκεται υπό κλίση προς την κατεύθυνση του αέρα, ο αέρας εισέρχεται στο δωμάτιο πλαγίως, για να κάνει μεγαλύτερη διαδρομή στο δωμάτιο, χρησιμοποιούνται εσωτερικά χωρίσματα, τα οποία αν είναι κινητά δίνουν τη δυνατότητα στους ενοίκους να οδηγούν το ρεύμα του αέρα εκεί που θέλουν. Η ροή του αέρα μπορεί να αυξηθεί με τη χρήση προεξοχών.
- Η κατάλληλη εξωτερική βλάστηση που θα χρησιμοποιηθεί, διαμορφώνει ένα φυσικό προστατευτικό μανδύα που προφυλάσσει το κτίριο από τις υψηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι, καθαρίζει τον αέρα, παρέχει ηλιοπροστασία, και σταθεροποιεί τις μεταβολές στην υγρασία.
- Τα φυτά χρησιμοποιούνται για τον παρεμπόδιση, το φιλτράρισμα και τη ροή του αέρα επηρεάζοντας έτσι τον αερισμό, και προτιμούνται από τις μόνιμες κατασκευές που ελέγχουν τον αερισμό. Τα φυτά αυξάνουν τον αερισμό διότι μπορούν να λειτουργήσουν ως συγκεντρωτές αέρα σε συγκεκριμένο ύψος. Και είναι σημαντική η έρευνα των επικρατούντων ανέμων κατά τη μελέτη κατασκευής του κτιρίου.
- Η ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων στο κτίριο για την συλλογή, αποθήκευση και μεταφορά της ηλιακής ακτινοβολίας στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου είναι εφικτή όταν ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι νότιος με ανεκτή απόκλιση  $30^{\circ}$  ανατολικά ή δυτικά του νότου.
- Η θέρμανση του κτιρίου κατά ζώνες προσανατολισμού συστήνεται διότι αποφεύγεται η υπερκατανάλωση ενέργειας με τη χρήση των κατάλληλων συστημάτων αυτοματισμού
- Η συμπληρωματική θέρμανση που θα χρησιμοποιηθεί στην κατοικία θα τοποθετηθεί εφόσον γίνει ο σχεδιασμός των παθητικών συστημάτων και βρεθούν οι επιπρόσθετες ανάγκες σε θέρμανση, η οποία είναι απαραίτητη αλλά χρησιμοποιείται λιγότερο στα βιοκλιματικά σπίτια από τα συμβατικά. Τα βοηθητικά συστήματα που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να έχουν υψηλή απόδοση, μικρό κόστος, και να σχεδιάζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιείται η ρύπανση.

- Οι συσκευές θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να έχουν υψηλή απόδοση και να μπορούν να ρυθμίζονται και να συντηρούνται εύκολα.
- Είναι σημαντική η επιλογή των κατάλληλων συστημάτων φωτισμού ώστε να υπάρχει εξοικονόμηση ενέργειας.
- Είναι σημαντική επίσης η πραγματοποίηση μελετών οι οποίες θα αφορούν στην ενεργειακή κατανάλωση του οικιακού τομέα ώστε να προσδιοριστούν οι τιμές και να μπορεί να γίνεται σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές των χωρών της Ε.Ε.
- Η ενημέρωση και η εκπαίδευση των χρηστών συμβάλλει στην ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων και θα οδηγήσει στην εξοικονόμηση ενέργειας.
- Τέλος, απαιτείται η κατάλληλη εκπαίδευση όλων όσων εμπλέκονται στην διαδικασία σχεδιασμού, κατασκευής και συντήρησης των ενεργειακών συστημάτων των κτιρίων.

### 3.11.2. Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην παρούσα μελέτη

Έχοντας λάβει υπόψη όλες τις παραπάνω πληροφορίες στο κτήριο μας θα μελετήσουμε για δυνατότητες ενεργειακής εξοικονόμησης και βελτίωσης.

#### Βελτίωση ανοιγμάτων

Τα διαφανά δομικά που χρησιμοποιούνται στην συγκεκριμένη μελέτη είναι ανοίγματα διπλού διακένου 6mm με συντελεστές θερμοπερατότητας 3,2.

Εδώ η βελτίωση που θα προτείναμε θα ήταν η χρήση διδυμων υαλοπινάκων με ηλιακή διαπερατότητα 0.71(Ug) που μπορούν να μας βελτιώσουν τον συντελεστή θερμοπερατότητας ακόμα και στα 2,6 W/m<sup>2</sup>k

#### Φυσικός φωτισμός

Ο φυσικός φωτισμός χρησιμοποιείται κατά τέτοιο τρόπο που να μεγιστοποιείται η χρήση της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας για την παροχή κατάλληλων συνθηκών φωτισμού στο κτήριο. Για να επιτευχθεί αυτό, είναι σημαντικός ο εντοπισμός των δραστηριοτήτων που απαιτούν φωτισμό υψηλότερης στάθμης. Επίσης οι συνθήκες φωτισμού στις κατοικίες πρέπει να ικανοποιούν τις ανάγκες των χρηστών σε φως τις περισσότερες ώρες της ημέρας. Η συνηθισμένη στάθμη φωτισμού σε ένα καθιστικό υπό φυσιολογικές συνθήκες είναι 100 με 200 lux. Είναι σημαντική η μετατροπή του ηλιακού φωτός σε διάχυτο φως. Η χρησιμοποίηση έγχρωμων εσωτερικών επιφανειών στους κατοικήσιμους χώρους βελτιώνει την κατανομή και την ομοιογένεια των εσωτερικών σταθμών φωτισμού, μειώνοντας παράλληλα την αντίθεση αλλά και τη μείωση των υαλοστασίων με αποτέλεσμα να μειώνονται τα προβλήματα που προκαλούνται από την υπερθέρμανση. Σε όλα τα ανοίγματα με υαλοστάσια είναι αναγκαία η χρήση παράθυρων με κεκλιμένες πλάγιες πλευρές χρωματισμένες με ανοιχτά χρώματα και κεντρική δοκό εξωτερικά, ενώ εσωτερικά ανοιχτόχρωμες κεκλιμένες πλάγιες πλευρές που θα βελτιώνουν τη διείσδυση του φωτός και θα περιορίζουν την αντίθεση. Η χρήση σκουρόχρωμων πλαισίων στα παράθυρα από μέσα επιδεινώνουν τα πρόβλημα αντίθεσης. Οι χώροι με μεγάλο βάθος ή οι χώροι που χρειάζονται υψηλές στάθμες φωτισμού και βρίσκονται σε απόσταση από τα υαλοστάσια, αυξάνουν τη διείσδυση του φωτός με υψηλότερα παράθυρα ή φεγγίτες μέχρι την οροφή. Τέλος θα πρέπει να αποφεύγεται η θάμβωση από τον ήλιο, εξασφαλίζοντας ότι δεν υπάρχει άμεση θέαση του ήλιου.

#### Τεχνητό φωτισμό

Όσον αφορά στον τεχνητό φωτισμό, στόχος είναι η ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης από τα συστήματα τεχνητού φωτισμού που χρησιμοποιούνται. Για να επιτευχθεί αυτό απαιτείται η χρήση τεχνητού φωτισμού μόνο όταν οι στάθμες φυσικού φωτισμού είναι πολύ χαμηλότερες από τις απαραίτητες για την εκπλήρωση της κάθε δραστηριότητας, και σε αυτή την περίπτωση προτιμάται ο επιτόπιος φωτισμός. Για την εξοικονόμηση ενέργειας συστήνεται η ύπαρξη αυτόματων ανιχνευτών ατόμων στο χώρο. Επιπλέον προτιμάται η χρήση, λυχνιών περιορισμένης κατανάλωσης ενέργειας, υψηλής απόδοσης και ανακλαστικές που περιορίζουν τη θάμβωση και ελαχιστοποιούν την αθέμιτη διαρροή φωτισμού, όμως οι λυχνίες που θα

χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να έχουν καλή χρωματική απόδοση. Τέλος, για την αποφυγή της θάμβωσης θα πρέπει να εξασφαλίζεται πως δεν υπάρχει άμεση θέρμανση της φωτεινής πηγής.

### **Φυσικός αερισμός**

Ο φυσικός αερισμός, έχει ως στόχο την μεγιστοποίηση των ελεγχόμενων παθητικών μεθόδων οι οποίες παρέχουν αερισμό για ψύξη το καλοκαίρι και περιορισμό του αερισμού το χειμώνα αλλά και την παροχή της ελάχιστης αναγκαίας ποσότητας νωπού αέρα.

Οι ενέργειες που θα πραγματοποιηθούν προς αυτή την κατεύθυνση είναι η ευκαιριακή χρήση του αερισμού το καλοκαίρι για την παροχή παθητικής ψύξης μέσω του κατάλληλου σχεδιασμού κυκλοφορίας του φυσικού αέρα μέσα και γύρω από το κτίριο με τη χρήση αέρα που έχει προψυχθεί. Επίσης, η μείωση των εναλλαγών του απαιτούμενου αέρα ανά ώρα στο ελάχιστο το χειμώνα, καθώς και η αεροστεγάνωση των παραθύρων και των πόρτων.

### **Μηχανικός αερισμός**

Ο μηχανικός αερισμός σε κτίρια κατοικιών δεν κρίνεται απαραίτητος παρά μόνο αν πρέπει να καθοριστούν τα μηχανικά συστήματα που ελαχιστοποιούν την κατανάλωση ενέργειας. Οι συνθήκες που απαιτούν τη χρήση αυτών των συστημάτων είναι για την παροχή καθαρού αέρα σε εσωτερικά μπάνια, τουαλέτες, κουζίνες, αλλά και για την προστασία από δυσμενείς εξωτερικές συνθήκες όπως ο θόρυβος και η μόλυνση. Ο μηχανικός αερισμός θα πρέπει να ελέγχεται τακτικά για την εξασφάλιση ότι μόνο οι χώροι με προβλήματα ποιότητας αέρα αερίζονται τον αναγκαίο χρόνο για την παροχή νωπού αέρα. Τέλος τα μηχανικά συστήματα αερισμού, εφόσον υπάρχουν μπορούν να ενισχύσουν το καλοκαίρι, τη νυχτερινή ψύξη παρέχοντας στο εσωτερικό της κατοικίας ψυχρό εξωτερικό αέρα.

Τέλος, είναι αναγκαία η δημιουργία ανοιγμάτων για αερισμό μεταξύ των ηλιακά θερμαινόμενων χώρων και των άλλων ψυχρότερων ώστε να υπάρχει κατανομή θερμότητας με φυσική θερμοκυκλοφορία όπου απαιτείται.

### **Διανομή της θέρμανσης**

Κατά τη δημιουργία και τη διανομή της θέρμανσης, είναι απαραίτητη η επιλογή συστημάτων θέρμανσης, αερισμού και ελέγχου τα οποία υποστηρίζουν τη λειτουργία των παθητικών ηλιακών στρατηγικών που υιοθετούνται στο κτίριο. Αυτό επιτυγχάνεται με την επιλογή συστήματος θέρμανσης το οποίο θα πρέπει να είναι εγκατεστημένο στο κέντρο ώστε να ελαχιστοποιείται το κόστος εγκατάστασης και χρήσης. Ένας κεντρικός καπναγωγός χάνει κάποια θερμότητα στους εσωτερικούς χώρους και επομένως είναι καλύτερος από ένα αγωγό που βρίσκεται σε ένα από τους εξωτερικούς τοίχους. Είναι σημαντική η αντιμετώπιση των ελεγχόμενων ζωνών θέρμανσης ξεχωριστά. Τα κτίρια που διαθέτουν ισχυρή μόνωση με διπλά τζάμια χαμηλής ικανότητας εκπομπής, η πηγή θερμότητας μπορεί να τοποθετηθεί σε εσωτερικούς τοίχους. Αν τοποθετηθεί σε εξωτερικό τοίχο, απαιτείται πρόσθετη μόνωση. Επίσης οι πηγές θέρμανσης δεν πρέπει να τοποθετούνται μπροστά σε τζάμια κι αν αυτό δεν είναι εφικτό είναι απαραίτητη η τοποθέτηση μονωτικού υλικού μεταξύ του τζαμιού και του θερμαντικού σώματος.

### **Παροχή ZNX (ζεστού νερού χρήσης)**

Στόχος είναι η ελαχιστοποίηση της ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του νερού. Για να επιτευχθεί αυτό προτείνονται τα εξής μέτρα: ενσωμάτωση ενεργητικών ηλιακών συστημάτων με νότιες επικλινείς στέγες ή ηλιακούς χώρους όπου είναι οι καλύτεροι χώροι για την πλήρη ενσωμάτωσή τους. Επίσης απαιτείται προσεκτική και λεπτομερειακή μελέτη της επιφάνειας του συλλέκτη, του όγκου αποθήκευσης και των στοιχείων ελέγχου για την εξασφάλιση υψηλής απόδοσης.

### **Συστήματα σκίασης**

Από την νότια πλευρά θα μπορούσε να υπάρχει ως πρόβολος στον πρώτο όροφο ένα σύστημα σκίασης για να ελαττώνεται η αύξηση της θερμοκρασίας κατά τους θερινούς μήνες και να γίνεται κατά τους χειμερινούς μήνες να γίνεται εκμετάλλευση των ηλιακών κερών του κτηριακού κελύφους.

### Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Στην νότια πλευρά η χρήση φυλλοβόλων δέντρων θα επιτρέπει τους καλοκαιρινούς μήνες να δημιουργούν σκίαση έχοντας δροσερό το εσωτερικό τους σπιτιού και το χειμώνα να εκμεταλλεύονται τα ηλιακά κέρδη. Επίσης από την βόρεια πλευρά η χρήση αιθαλών δέντρων μες επιτρέπουν τον χειμώνα να εμποδίζουμε τους δυνατούς βοριάδες και σε αντίθεση με το καλοκαίρι να μας επιτρέπουν να περάνει ο αέρας ψύχοντας το κέλυφος του κτηρίου.

### 3.12.ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ

- Βελτιώσεις ανοιγμάτων
- Βελτιώσεις δομικών στοιχείων

### ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

#### 1. Υπόθυρο

Τύπος πλαισίου:

2. Μέταλλο με θερμοδιακοπή 24mm
3. Uf πλαισίου: 2.2 W/m<sup>2</sup>K
4. Τύπος υαλοπίνακα: απλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ.10cm)
5. Ug υαλοπίνακα: 3.3 W/m<sup>2</sup>K
6. g υαλοπίνακα σε κάθ. προσπτ.: 0.75
7. g υαλοπίνακα: 0.68
8. γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υάλοπ. και πλαισίου **Ψg:** 0.08 W/mK
9. μέσο πλάτος πλαισίου: 0.100 m

#### 1. Βελτιωμένο

Τύπος πλαισίου:

2. Μέταλλο με θερμοδιακοπή 24mm
3. Uf πλαισίου: 2.0 W/m<sup>2</sup>K
4. Τύπος υαλοπίνακα: απλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ.10cm)
5. Ug υαλοπίνακα: 3.3 W/m<sup>2</sup>K
6. g υαλοπίνακα σε κάθ. προσπτ.: 0.75
7. g υαλοπίνακα: 0.68
8. γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υάλοπ. και πλαισίου **Ψg:** 0.08 W/mK
9. μέσο πλάτος πλαισίου: 0.100 m

### ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

**ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ:** Τοιχοποιία προς εξωτερικό περιβάλλον

Συντελεστής θερμοπερατότητας U W/(m<sup>2</sup>K) 0.398/3,50\*

Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας U<sub>max</sub> W/(m<sup>2</sup>K) 0.5

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. Λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m <sup>3</sup>	m	W/(mK)	(m <sup>2</sup> K)/W
1		1800	0,020	0,870	0,023
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπές	1500	0,060	0,510	0,118
3	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκα	12-30	0,070/0,080*	0,035	2,000/2,286*
4	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπές	1500	0,090	0,510	0,176
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,020	0,870	0,023

\*Βελτιώσεις δομικού στοιχείου

## ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΗ ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ

### ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

A+ EP ≤ 0.33

A 0.33 R<sub>R</sub> < EP ≤ 0.50 R<sub>R</sub>

Π+ 0.50 R<sub>R</sub> < EP ≤ 0.75 R<sub>R</sub>

B 0.75 R<sub>R</sub> < EP ≤ 1.00 R<sub>R</sub>

Γ 1.00 R<sub>R</sub> < EP ≤ 1.41 R<sub>R</sub>

Δ 1.41 R<sub>R</sub> < EP ≤ 1.82 R<sub>R</sub>

E 1.82 R<sub>R</sub> < EP ≤ 2.27 R<sub>R</sub>

Z 2.27 R<sub>R</sub> < EP ≤ 2.73 R<sub>R</sub>

H 2.73 R<sub>R</sub> < EP

B

86.93 kWh/m<sup>2</sup>

### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ

### 3.13. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το ιδιαίτερο κλίμα της Ελλάδας, με την αυξημένη ηλιοφάνεια και τους δροσερούς καλοκαιρινούς ανέμους, αποτελούν παράγοντες που επιτρέπουν την εφαρμογή και την αποτελεσματική λειτουργία των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής στα κτίρια. Η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει προέρχεται από το σωστό και ορθολογικό σχεδιασμό σε σχέση με τη χωροθέτηση και τον προσανατολισμό του κτιρίου, το μέγεθος και τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων, οι τεχνικές προστασίας του κελύφους με τη θερμομόνωση, την ανεμοπροστασία, την ηλιοπροστασία, και όλα αυτά θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη από τους μελετητές.

Για τη διαμόρφωση του οικοπέδου ο κύριος στόχος είναι η τοποθέτηση του κτιρίου στο οικοπέδο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχονται καλύτερες συνθήκες άνεσης τόσο στους εσωτερικούς όσο και στους εξωτερικούς χώρους. Για να πραγματοποιηθεί αυτό, είναι αναγκαία η ανάλυση της σκίασης που δημιουργείται από το υφιστάμενο περιβάλλον και τα κτίρια που προβλέπονται, η βλάστηση κλπ. κατά την περίοδο θέρμανσης και την τοποθέτηση των κτιρίων στη ζώνη με τη λιγότερη σκίαση, κατά την περίοδο θέρμανσης, κατά τις 8π.μ. έως της 4μ.μ.. Επίσης χρειάζεται να τοποθετηθεί το κτίριο και η βλάστηση κατά τέτοιο τρόπο που να εξασφαλισθεί η πρόσβαση της ηλιακής ακτινοβολίας όταν το κτίριο θερμαίνεται και να κατασκευάζονται ψηλά κτίρια όταν είναι εφικτό στη βόρεια πλευρά των χαμηλότερων όπου η σκιά τους δεν επηρεάζει την ηλιακή πρόσβαση στον περιβάλλοντα χώρο. Τα κτίρια επίσης που βρίσκονται βόρεια του οικοπέδου μεγιστοποιούν τον έλεγχο των συνεπειών της σκίασης στο υπόλοιπο μέρος του οικοπέδου. Κατά τις περιόδους ψύξης πρέπει να μειώνονται τα ηλιακά κέρδη με τη δημιουργία σκίασης από τη βλάστηση χωρίς όμως να θυσιάζεται η πρόσβαση του ήλιου το χειμώνα. Η χρησιμοποίηση της βλάστησης και της τοπογραφικής διαμόρφωσης συμβάλλει στη δημιουργία καναλιού ροής ανέμου γύρω από το κτίριο αυξάνοντας τον φυσικό αερισμό ο οποίος είναι απαραίτητος όταν είναι αναγκαία η θερινή ψύξη. Τέλος όπου εμφανίζεται αυξημένη απώλεια θερμότητας λόγω των επικρατούντων ανέμων, η χρησιμοποίηση της τοπογραφικής διαμόρφωσης και της βλάστησης περιορίζουν τα ρεύματα του αέρα αλλά δεν μειώνουν την ηλιακή πρόσβαση με αποτέλεσμα τη βελτίωση των εξωτερικών συνθηκών.



Ο προσδιορισμός του σχήματος του κτιρίου πρέπει γίνεται με το σχεδιασμό του περιγράμματος και της μορφής του ώστε να μεγιστοποιούνται τα ηλιακά κέρδη και να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες θερμότητας από το περίβλημα όπου η θέρμανση είναι αναγκαία. Για να πραγματοποιηθεί αυτό χρειάζεται να μεγιστοποιηθεί η επιφάνεια που είναι υπεύθυνη για τη συλλογή ηλιακής ενέργειας και να ελαχιστοποιηθούν οι υπόλοιπες εξωτερικές επιφάνειες. Επίσης πρέπει να μειωθεί ο λόγος καλυπτόμενης επιφάνειας και ο όγκος για τη δημιουργία συμπαγών κατασκευών. Καθώς τα εφαπτόμενα κτίρια έχουν περίπου διπλάσια κατανάλωση ανά μονάδα συγκρινόμενη με μια πολυκατοικία, της οποίας τα διαμερίσματα έχουν μειωμένα ηλιακά κέρδη εξισορροπώντας έτσι τις μικρές ανάγκες λόγω των περιορισμένων απολειών θερμότητας.

Ο προσανατολισμός πρέπει να επιλέγεται προσεκτικά και να βασίζεται στο μικροκλίμα, την ηλιακή έκθεση, με σκοπό την αύξηση της πιθανής εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτό πραγματοποιείται με την τοποθέτηση της μακρύτερης πλευράς του κτιρίου στο νότο μεγιστοποιώντας τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας.

Οι προτάσεις προς την απόκτηση μέγιστων αποτελεσμάτων και ενεργειακών και οικονομικών οφελών είναι η χρησιμοποίηση συστημάτων άμεσου κέρδους σε όλες τις κλιματικές ζώνες ανάλογα με τα γεωμετρικά και θερμικά χαρακτηριστικά του κελύφους. Την μεγιστοποίηση των νοτίων ανοιγμάτων με την επαρκή θερμοπροστασία του κελύφους, την εφαρμογή συστημάτων έμμεσου κέρδους στις βόρειες κλιματικές ζώνες. Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτίρια από έρευνα που εκπόνησε το ΚΑΠΕ, προτείνεται η μεγιστοποίηση του ποσοστού ανοιγμάτων στη νότια όψη, εφόσον υπάρχει επαρκής θερμομόνωση, τα υαλοστάσια που χρησιμοποιούνται είναι χαμηλού συντελεστή θερμοπερατότητας αναλόγως την κλιματική ζώνη, υπάρχει διαμετρής νυχτερινός αερισμός και ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων το καλοκαίρι. Άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν στη μεγιστοποίηση της απόδοσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού στο χρόνο είναι ο σχεδιασμός του περιβάλλοντος χώρου του κτιρίου αλλά και των υπαίθριων χώρων βασισμένοι στο μικροκλίμα, η διείσδυση των βιοκλιματικών τεχνολογιών στην τοπική αγορά για τη βελτίωση της διαθεσιμότητας των υλικών και των συστημάτων σε χαμηλό κόστος, η στροφή των κατευθύνσεων σχεδιασμού και πρακτικής στις τεχνικές δροσίμου περισσότερο, αλλά και η αρνητική λειτουργία των παθητικών ηλιακών συστημάτων το καλοκαίρι καθώς και οι κλιματικές αλλαγές, δημιουργούν νέες απαιτήσεις θερμικής άνεσης, εποχιακών αναγκών ενέργειας και συνεπώς νέων κριτηρίων σχεδιασμού. Η νομοθετική κάλυψη με ένα νέο θεσμικό πλαίσιο και κανονιστικά πρότυπα σε συνδυασμό με την παροχή θεσμικών και οικονομικών κινήτρων θα προωθήσουν τον ενεργειακό παράγοντα στον κτιριακό σχεδιασμό δίνοντας βιώσιμες λύσεις δόμησης.

Η μόνωση πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να περιορίζονται οι θερμικές απώλειες από το κτιριακό κέλυφος εφαρμόζοντας τις αυστηρές προδιαγραφές της μόνωσης. Αυτό επιτυγχάνεται με τη γνωστοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών και την ανάλογη μόνωση. Όταν πολλαπλασιαστεί η θερμοπερατότητα ενός στοιχείου της όψης με ένα ειδικό συντελεστή που εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες παρέχει μια χονδρική εκτίμηση της ετήσιας ποσότητας ενέργειας που χάνεται από το στοιχείο αυτό. Επίσης είναι σημαντική η αποφυγή των θερμογέφυρων που προκαλούνται από τη διακοπή της θερμομόνωσης από υλικά υψηλότερης θερμοπερατότητας λόγω κακής σχεδίασης ή κατασκευής.

Ένα στοιχείο που πρέπει να αποφεύγεται είναι η ανεξέλεγκτη διείσδυση του αέρα με την παροχή ικανοποιητικής στάθμης ελεγχόμενου αερισμού. Οι ενέργειες που μπορούν να γίνουν για την υλοποίηση αυτού του στόχου είναι ο περιορισμός της ανεξέλεγκτης διείσδυσης αέρα με τον κατάλληλο σχεδιασμό, κατασκευή, σφράγισμα των ραγμών και των οπών καλωδίων, σωλήνων με την επιλογή συνεχών τελειωμάτων αντί για επικαλύψεων με ενώσεις. Επιπλέον με τη χρήση χώρων ανάσχεσης σε όλες τις θύρες εισόδου, οι οποίες βρίσκονται μακριά από γωνίες όπου ο αέρας έχει υψηλή ταχύτητα και οι διακυμάνσεις πίεσης αυξάνουν τις απώλειες θερμότητας προκαλώντας ελλείψεις άνεσης. Η εκπαίδευση των χρηστών για τον αερισμό με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας κρίνεται απαραίτητη και τέλος η αντιμετώπιση της δυνατότητας εγκατάστασης συστημάτων αερισμού με σύστημα εναλλάκτη θερμότητας αέρα-αέρα.

Κατά τη διευθέτηση των χώρων σε ζώνες, στόχος είναι η μεγιστοποίηση της ορθολογικής χρήσης της ενέργειας και η διευθέτηση των χώρων βάσει των απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη. Θα πρέπει λοιπόν, να τοποθετηθούν οι χώροι με τη μέγιστη ανάγκη σε θέρμανση στις πλευρές που δέχονται τα μεγαλύτερα ηλιακά κέρδη, ενώ οι βοηθητικοί χώροι προτιμάται να τοποθετούνται στη βόρεια πλευρά του κτιρίου και να λειτουργούν ως χώροι ανάσχεσης της θερμότητας. Στην περίπτωση που το κτίριο χρειάζεται ψύξη αντιστρέφεται η διάταξη. Επίσης είναι αναγκαίος ο διαχωρισμός των θερμοκηπίων από τους θερμαινόμενους χώρους με στεγανά παράθυρα και πόρτες. Επιπλέον είναι σημαντικό να τοποθετούνται οι κύριες εξωτερικές πόρτες μακριά από τις γωνίες του κτιρίου και να προστατεύονται από τους ανέμους της περιοχής. Οι κατοικίες καταναλώνουν τα μεγαλύτερα ποσά ενέργειας για τη θέρμανση αλλά και για την ψύξη των χώρων. Η ψύξη είναι αναγκαία για νότιες χώρες όπου οι θερμοκρασίες είναι υψηλότερες και τα κτίρια είναι κατασκευασμένα από βαριά υλικά. Τα τελευταία χρόνια όμως έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται πιο ελαφρά υλικά κατά την οικοδόμηση των κτιρίων.

Η επιλογή των παθητικών συστημάτων που θα εφαρμοσθούν στην κατοικία, βασίζεται στο κατά πόσο απλή είναι η χρησιμοποίηση και ο χειρισμός του κάθε συστήματος, διότι αν είναι πολύπλοκος ο χειρισμός έχει αρνητικές επιδράσεις στην αποδοτικότητα του συστήματος, συμπεριλαμβάνοντας και το βαθμό συμβολής των χρηστών στη λειτουργία των συστημάτων. Η ορθολογική χρήση των συστημάτων σε συνδυασμό με απλές επεμβάσεις στο κέλυφος για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και των άλλων διαθέσιμων περιβαλλοντικών πηγών, συμβάλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούνται σε μια κατοικία πρέπει να βασίζονται στην χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης του κτιρίου σε μεγάλο βαθμό. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με την αποτελεσματική παθητική θέρμανση, με την αντικατάσταση της συμβατικής τοιχοποιίας με τζάμι, εφόσον το 60% με το 70% των υαλοστασίων βρίσκεται στη νότια όψη και το 10% με 15% βρίσκεται σε κάθε μία από τις υπόλοιπες. Η μεγαλύτερη αύξηση της επιφάνειας των τζαμιών δεν θα έχει μεγάλες αποδόσεις. Η ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών μέσω των υαλοπινάκων επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση ειδικών διπλών τζαμιών που περιέχουν αέριο στο διάκενο και βαφές χαμηλού συντελεστή ανακλαστικότητας. Είναι σημαντικός ο σχεδιασμός των ανοιγμάτων και των σταθερών διατάξεων σκίασης στη νότια όψη με τέτοιο τρόπο που να δέχονται μέγιστα ηλιακά κέρδη το χειμώνα και την ελαχιστοποίηση της διείδυσης του ήλιου το καλοκαίρι. Οι σταθερές διατάξεις σκίασης αν είναι σωστά σχεδιασμένες μπορούν να είναι πολύ αποτελεσματικές καθώς δεν απαιτούν μηχανική λειτουργία ή τη συμβολή του χρήστη και ρυθμίζονται μόνες τους. Επίσης για να λειτουργούν σωστά τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι καλό να αποφεύγεται η υπερθέρμανση με την ελαχιστοποίηση της επιφάνειας των παραθύρων στη δυτική όψη και η αποφυγή των κεκλιμένων υαλοστασίων στις νότιες και δυτικές όψεις. Η συλλογή των ηλιακών κερδών στους ηλιακούς χώρους βελτιώνεται με το διαχωρισμό τους από τους χώρους που θερμαίνονται με πόρτες, παράθυρα κλπ, με την καλή μόνωση των δαπέδων ώστε να αποφεύγονται οι μεγάλες απώλειες θερμότητας, την ελαχιστοποίηση της σκίασης των επιφανειών που θερμαίνονται από την ηλιακή ακτινοβολία, τη βέλτιστη χρήση των τζαμιών που πραγματοποιείται με την χρήση διπλών τζαμιών στις διαχωριστικές πόρτες και στα παράθυρα ενώ μονά τζάμια στις επιφάνειες που εκτίθενται άμεσα στην ηλιακή ακτινοβολία. Για τον περιορισμό του φαινομένου της συμπύκνωσης προτιμάται στα θερμοκήπια που υπάρχουν αρκετά φυτά, τα εξωτερικά τζάμια να είναι διπλά. Ο ηλιακός χώρος πρέπει να αερίζεται από το έξω μέρος αν η παγιδευμένη θερμότητα δεν χρησιμοποιείται μέσα στο κτίριο. Όταν υπάρχει υπερθέρμανση για την επίτευξη συνθηκών άνεσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο φυσικός αερισμός με τη δημιουργία ανοιγμάτων στο πάνω και στο κάτω άκρο της επιφάνειας αντί της χρήσης ρυθμιζόμενης σκίασης, η οποία μπορεί να μειώσει τη θέα.

Το χειμώνα για την ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών προτείνεται η προθέρμανση του εισερχόμενου νοπού αέρα, με την διέλευση του εξωτερικού αέρα από επιφάνειες που θερμαίνονται από τον ήλιο. Ενδείκνυται η δημιουργία χώρων ανάσχεσης στις εξωτερικές εισόδους που χρησιμοποιούνται συχνά και προστατεύονται από τους ανέμους της περιοχής. Η κατασκευή μικρών ανοιγμάτων εξασφαλίζει καλύτερο αερισμό και παρέχει ασφάλεια, επιπλέον θα πρέπει να διαθέτουν καλά μονωτικά καλύμματα τα οποία κλείνουν αεροστεγώς και

υπάρχει δυνατότητα ρύθμισής τους από μέσα. Είναι σημαντική η τοποθέτηση των στομιών εισόδου και εξόδου του αέρα, εκεί που μεγιστοποιείται η πίεσή του αέρα και η στρωμάτωση, και οι εισοδοί χαμηλής στάθμης να τοποθετούνται στις όψεις όπου υπάρχει θόρυβος, ελλείψεις σε δυνατότητες πρόψυξης και προθέρμανσης, ενώ τα στόμια υψηλής στάθμης να τοποθετούνται στις πλευρές που το φαινόμενο στρωμάτωσης είναι αποτελεσματικό ή στην υπήνεμη πλευρά για τη βελτίωση του διασταυρούμενου αερισμού. Τέλος είναι σημαντική η μεγιστοποίηση του αερισμού με τη χρήση περσίδων ή πανό και με τη βοήθεια των τοίχων και των περυγίων να κατευθύνουν τη ροή του αέρα στους χώρους που πρέπει να αεριστούν.

Οι τοίχοι Trombe, οι ηλιακοί τοίχοι, οι θερμοσιφωνικοί τοίχοι, οι τοίχοι νερού και οι ηλιακές δεξαμενές οροφής μπορούν να χρησιμοποιηθούν εφόσον εξαντληθούν οι περιπτώσεις, τα παράθυρα και οι ηλιακοί χώροι, που δίνουν τα πιο θεαματικά αποτελέσματα. Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση των παθητικών ηλιακών συστημάτων είναι πως με την πρόβλεψη, ότι η τοποθέτησή τους δεν θα εμποδίσει τις εσωτερικές επιφάνειες με υψηλότερες θερμοκρασίες ακτινοβολίας, επιτρέπει στους ενοίκους να περιορίσουν τις απώλειες θερμότητας, διατηρώντας τις εσωτερικές συνθήκες άνεσης στο εσωτερικό της κατοικίας. Ένας άλλος τρόπος βελτίωσης των αποτελεσμάτων των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης είναι με την χρησιμοποίηση των εσωτερικών τοίχων, των δαπέδων, των οροφών που περιβάλλουν τους κύριους χώρους διαβίωσης μεγάλης θερμικής μάζας, για την αποθήκευση της ηλιακής θερμότητας, ώστε να εξασφαλίζεται η θερμότητα που αποθηκεύεται στους εξωτερικούς τοίχους. Η μεγιστοποίηση της διατήρησης θερμότητας τη νύχτα με τη χρήση αεροστεγανών εξωτερικών ρολών ή πατζουριών σε όλες τις γυάλινες επιφάνειες.

Σχετικά με τη βοηθητική θέρμανση που θα χρησιμοποιηθεί σε μια κατοικία, θα πρέπει να εφαρμόζεται όταν δεν επαρκούν τα υπάρχοντα παθητικά συστήματα για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης ή για την προσφορά άνετων συνθηκών διαβίωσης. Η αποτελεσματικότητα της βοηθητικής θέρμανσης γίνεται σε συνδυασμό με τα παθητικά συστήματα θέρμανσης. Τα συστήματα που επιλέγονται, έχουν ταχεία ανταπόκριση στις θερμοκρασιακές μεταβολές που οφείλονται στα ηλιακά κέρδη τα οποία παράσχουν την περίσσεια ηλιακών κερδών σε ψυχρότερους χώρους μεταφέροντάς τα με αερισμό.

Η παθητική ψύξη, πρέπει να γίνεται με τη χρησιμοποίηση τεχνικών μεθόδων που δεν καταναλώνουν ενέργεια, προς αποφυγή της συσσώρευσης των ηλιακών κερδών πάνω από το όριο συνθηκών θερμικής άνεσης. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ανοιχτόχρωμων ανακλαστικών επιφανειών, σκίαση για τον τοίχο, και βελτιωμένη μόνωση σε όλες τις εξωτερικές επιφάνειες που εκτίθενται σε υπερβολική ηλιακή ακτινοβολία για τον έλεγχο της απορρόφησης θερμότητας από το περίβλημα του κτιρίου. Επίσης με την προσθήκη θερμικής μάζας σε κτίρια περιορισμένης μάζας για τον περιορισμό των φορτίων ψύξης και τις αιχμές υψηλών εσωτερικών θερμοκρασιών. Επιπλέον, όσο μεγαλύτερα είναι τα ανοίγματα τόσο περισσότερη είναι η απαιτούμενη θερμική μάζα. Με τη χρησιμοποίηση νυχτερινού παθητικού αερισμού απομακρύνεται η περίσσεια θερμότητα από τους εσωτερικούς χώρους της κατοικίας. Ο ψυχρός αέρας μπορεί να παραχθεί με διάφορες τεχνικές όπως έχουν αναφερθεί.

Η πρόληψη της υπερθέρμανσης που οφείλεται στα ηλιακά κέρδη, επιτυγχάνεται μέσω της εξωτερικής σκίασης των αμόνωντων ανοιγμάτων, τα οποία εκτίθενται στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία, με την παράλληλη διατήρηση των σταθμών εσωτερικού φωτισμού και τον μη συμβιβασμό των χειμερινών ηλιακών κερδών. Τα σταθερά οριζόντια σκίαστρα παρέχουν τη βέλτιστη σκίαση στις νότιες πλευρές και κατακόρυφα περύγια των ανατολικών και δυτικών όψεων. Τα κατάλληλα μεγέθη υπολογίζονται εύκολα με τη χρήση πινάκων ηλιακών γωνιών για το γεωγραφικό πλάτος του οικοπέδου, η επιβεβαίωση των σταθερών οριζόντιων διατάξεων σκίασης χωρίζεται από την επιφάνεια του τοίχου με ένα διάκενο αερισμού 100 χιλιοστών, προλαμβάνοντας τη συσσώρευση θερμότητας. Τέλος ο περιορισμός των εσωτερικών κερδών είναι σημαντικός και επιτυγχάνεται με τη χρήση αποδοτικότερου εξοπλισμού κι αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό των απαιτήσεων σε ψύξη των απομείναντων χώρων, έτσι ο εξοπλισμός μπορεί να τοποθετηθεί κατά τη διεύθυνση ροής του εσωτερικού αέρα.

Κατά την επιλογή καυσίμων, θα πρέπει να επιλέγονται αυτά που επιδρούν ελάχιστα στο περιβάλλον. Η χρησιμοποίηση αυτού του τύπου καυσίμων αποτελεί τον πιο αποτελεσματικό τρόπο μείωσης της περιβαλλοντικής μόλυνσης, κι αν αντικατασταθούν τα συμβατικά καύσιμα με ηλιακή ενέργεια ή εξοικονόμηση ενέργειας που προκαλείται καθώς και τα οφέλη για το περιβάλλον που προκύπτουν είναι τεράστια. Δυστυχώς, σε αρκετές περιπτώσεις τα ορυκτά καύσιμα είναι απαραίτητα κι επιλογή αυτών εξαρτάται από ένα πλήθος τοπικών συνθηκών, τη διαθέσιμη τεχνολογία θέρμανσης και ψύξης, το κόστος και την ασφάλεια διάθεσής της.

Ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο για την ομαλή λειτουργία των βιοκλιματικών κατοικιών είναι η συμπεριφορά των χρηστών. Ο βασικός στόχος μιας βιοκλιματικής κατοικίας είναι η παροχή συνθηκών άνεσης. Οι αρχιτέκτονες θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν τεχνικές απλές και κατανοητές κατά την εφαρμογή τους από τους χρήστες και να πετυχαίνουν την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Επίσης όλοι οι ενεργειακοί μηχανισμοί που θα χρησιμοποιηθούν πρέπει να είναι στιβαροί, εύχρηστοι, με απλή συντήρηση και ελάχιστες δαπάνες. Αν οι χρήστες δεν κάνουν καλή χρήση των παθητικών ηλιακών συστημάτων το αποτέλεσμα είναι η πρόκληση δυσφορίας και υψηλής κατανάλωσης ενέργειας. Αυτό θα εξαναγκάσει τη μεγιστοποίηση της πρόβλεψης αυτορρυθμιζόμενων παθητικών στοιχείων για τον περιορισμό της αναποτελεσματικότητας που προκύπτει από τη δυσλειτουργία των συστημάτων. Και είναι σημαντικό να αναφερθεί, πως οι απαιτήσεις μιας βιοκλιματικής κατοικίας είναι υψηλότερες από μια συμβατική και η κακή χρήση της πρώτης έχει σημαντικές επιπτώσεις στη λειτουργία της ενώ κακή χρήση στη συμβατική κατοικία δεν έχει τόσες επιπτώσεις.

Τέλος είναι σημαντικό να τηρούνται οι προδιαγραφές που έχουν τεθεί διότι θα εξασφαλίσουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρο σύγκρισης αποτελεσματικότητας μεταξύ των διαφόρων λύσεων που μπορεί να εφαρμοσθούν κατά τη μελέτη. Οι προδιαγραφές αυτές περιλαμβάνουν την αποτελεσματικότερη μόνωση, τα στοιχεία παθητικής και ενεργητικής θέρμανσης αλλά και ψύξης.

Γενικά το κόστος μιας βιοκλιματικής κατοικίας δεν είναι ακριβότερο από μια αντίστοιχη συμβατική. Υπάρχουν βέβαια και κατοικίες που κατασκευάστηκαν με ελάχιστα χρήματα και άλλες που κόστισαν μια περιουσία. Το κόστος της κατοικίας εξαρτάται από την οικονομική κατάσταση κυρίως του ιδιοκτήτη από εκεί και πέρα εκείνος αποφασίζει τι θα χρησιμοποιήσει στο σπίτι του. Το κόστος της κατοικίας διαμορφώνεται κι από την προσωπική δουλειά του ιδιοκτήτη η οποία μπορεί να μειώσει το συνολικό κόστος αρκετά και να συμβάλει στο να αποσβεσθούν τα διάφορα συστήματα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Γενικά η εξοικονόμηση που προκύπτει στα βιοκλιματικά σπίτια μπορεί να αγγίξει το 90% αν έχει γίνει σωστή αρχική μελέτη και σωστή κατασκευή. Όμως ακόμα και μια εξοικονόμηση της τάξης του 20 με 30% αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα για τους ιδιοκτήτες της βιοκλιματικής κατοικίας.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι ότι μέσω της θερμικής μάζας και της αυξημένης μόνωσης παρατηρείται σταθερότητα στην εσωτερική θερμοκρασία των κατοικιών και μια σχετική μείωση στην εσωτερική θερμοκρασία της κατοικίας περίπου 30<sup>0</sup>C χαμηλότερα από της εξωτερική θερμοκρασία που επικρατεί στην περιοχή, ενώ το χειμώνα καταφέρνει να παραμένει ζεστός ο χώρος αρκετές ώρες χωρίς να χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί το καλοριφέρ ή το τζάκι.

Τα βιοκλιματικά σπίτια καταφέρνουν να επικρατούν σε αυτά συνθήκες άνεσης, διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας αλλά και χαμηλών επιπέδων εσωτερικής υγρασίας που προκύπτει από τον προσεκτικό σχεδιασμό και υπολογισμό των διαφόρων παραμέτρων που επηρεάζουν την κατασκευή. ο τρόπος που χωρίζεται η κατοικία σε ζώνες επιτρέπει τη δημιουργία λειτουργικών χώρων, ενώ τα μεγάλα παράθυρα στο νότο και τα μικρά στο βορρά καταφέρνουν να δημιουργούν ισορροπία στο μικροκλίμα και να παρέχουν τον ιδανικό φωτισμό, αερισμό αλλά και θέρμανση όποτε αυτό χρειάζεται με τους κατάλληλους χειρισμούς από τους ιδιοκτήτες. Διότι ένας σημαντικός παράγοντας αποτελεσματικής λειτουργίας των βιοκλιματικών κατοικιών είναι ο παράγοντας άνθρωπος ο οποίος με κάποιες μικρές αλλά αναγκαίες και πολύ σημαντικές ρυθμίσεις κι ενέργειες που θα κάνει θα φροντίσει να λειτουργεί σωστά η κατοικία και να μην

εμφανίζει προβλήματα. Είναι απαραίτητη η συμμετοχή του μελλοντικού ιδιοκτήτη σε όλες τις φάσεις κατασκευής της κατοικίας ώστε να “μάθει” την κατοικία του να γνωρίζει τις ανάγκες τις και να φροντίζει να τη συντηρεί όποτε χρειάζεται.

Τα μειονεκτήματα που μπορεί να εμφανίζει μια βιοκλιματική κατοικία σπάνια είναι περισσότερα από αυτά που προκύπτουν στις συμβατικές κατοικίες, εκτός κι αν έχει γίνει λάθος χειρισμός και σχεδιασμός και τότε οι ανάγκες και τα προβλήματα που θα δημιουργούνται θα είναι αρκετά. Σε γενικές γραμμές, τα πιθανά προβλήματα που μπορεί να έχουν οι ιδιοκτήτες με τις κατοικίες τους είναι η πιθανότητα ύπαρξης υπερθέρμανσης το καλοκαίρι λόγω των μεγάλων ανοιγμάτων κι αντίστοιχα διαφυγή θερμότητας το χειμώνα για τον ίδιο λόγο κάτι που όμως μπορεί να διορθωθεί και να εξισορροπηθεί. Κάποιοι θεωρούν μειονέκτημα το γεγονός ότι λόγω της υψηλής θερμικής μάζας και μόνωσης χάνονται αρκετά τετραγωνικά. Αν και το βασικότερο πρόβλημα προκαλείται από λάθος σχεδιασμό ή από τροποποιήσεις στην κατασκευή από το αρχικό σχέδιο.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

«Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων», Φ.Ε.Κ. 362 τεύχ. Δ', 4 Ιουλίου 1979.

Νόμος 3661/08: «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων», Φ.Ε.Κ. 89, τεύχος Α', 19 Μαΐου 2008.

Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου: «Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων», 16 Δεκεμβρίου 2002.

ΕΛΟΤ EN 10211-1: «Θερμικές γέφυρες σε κτιριακές κατασκευές.- Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες». - Μέρος 1: «Γενικές μέθοδοι υπολογισμού», Αύγουστος 1995.

### T.O.T.E.E 20701-1/2010

(ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΚΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ)

### T.O.T.E.E 20701-2/2010

ΘΕΡΜΟΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ

### T.O.T.E.E 20701-3/2010

ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

### T.O.T.E.E 20701-4/2010

ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΝΤΥΠΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΛΕΒΗΤΩΝ & ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΚΑΠΕ, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε Οικιστικά Σύνολα, Αθήνα, Ιούνιος 1992

Λάζαρη Ε., Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή Απόδοση και Κατευθύνσεις Εφαρμογής, ΚΑΠΕ, 2002

greenpeace, Ηλιακός Ηλεκτρισμός στο Σπίτι σας

The Energy Research Group-School of Architecture-University College Dublin, Energy in Architecture- The European Passive Solar Handbook, Brussels 1996

Conference on Bioclimatic Architecture, Brussels 1992

Bowen A., Heating and Cooling of Building Sites Through Landscape Planning, Passive Cooling Handbook, Newark, DE:AS/ISES, 1980

Πηγές από το Διαδίκτυο

<http://www.tee.gr>  
[http://el.wikipedia.org/wiki/Βιοκλιματικός\\_σχεδιασμός\\_κτιρίων](http://el.wikipedia.org/wiki/Βιοκλιματικός_σχεδιασμός_κτιρίων)  
<http://www.renewable.gr>  
<http://www.biohomes.gr>  
<http://www.greenbuilding.gr/odigos.php?categ=3>  
<http://www.cres.gr>  
<http://www.verticalgardenpatrickblanc.com>  
<http://www.buildings.gr>  
<http://www.4m.gr>  
<http://www.ktirio.gr>  
<http://www.michanikos.gr>  
<http://www.ypan.gr>  
<http://www.physics4y.gr>  
<http://www.nesea.org/greenbuildings>  
<http://www.gardeners.com>  
<http://www.prasinistegi.gr>  
<http://www.oikos.com>  
<http://www.geu-europe.org>  
<http://www.juruud.ee>  
<http://www.smartfactory.ee>  
<http://en.wikipedia.org>  
<http://www.myfootprint.org>  
<http://www.unipi.gr>  
<http://www.usgbc.org/leed>  
<http://www.psic.org>

# ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

## Υπολογισμός Ενεργειακών Καταναλώσεων

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική, βάσει του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89). για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με τα άρθρα 10 και 10Α του νόμου 3851/2010. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β 407/6.4.2010) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας του συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Ειδικότερα, η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

- 20701-1/2010: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
- 20701-2/2010: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
- 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων».

Η ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.) πέραν του άμεσου κέρδους, εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ.) και συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού - θέρμανσης (Σ.Η.Θ.) θα καλυφθεί στην αμέσως επόμενη φάση με την έκδοση των ακόλουθων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. που θα καθορίσουν με σαφήνεια τις παραμέτρους και τις προδιαγραφές των σχετικών μελετών - εγκαταστάσεων:

- 20701-Χ/2010: «Βιοκλιματικός σχεδιασμός».
- 20701-Χ/2010: «Εγκαταστάσεις ΑΠΕ. σε κτήρια».
- 20701-Χ/2010: «Εγκατασταθείς Σ.Η.Θ. σε κτήρια».

Σύμφωνα με την εγκύκλιο οικ. 1603/4.10.2010: «Για την καλύτερη δυνατή εφαρμογή των απαιτήσεων της παραγράφου 1 του άρθρου 3 «Σχεδιασμός Κτηρίου», απαιτείται συστηματική προσέγγιση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηρίου με επαρκή τεχνική τεκμηρίωση, στη βάση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας και έως την έκδοση σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Στην περίπτωση που αποδεδειγμένα υπάρχουν αρκετά περιορισμοί (πολεοδομικού, τεχνικού, αισθητικού, οικονομικού χαρακτήρα, κ.ά.) που ενδεχομένως αποκλείουν την εφαρμογή της βέλτιστης ενεργειακά λύσης, υποβάλλεται υποχρεωτικά Τεχνική Έκθεση, η οποία θα τεκμηριώνει επαρκώς τους λόγους μη εφαρμογής κάθε μίας από τις περιπτώσεις της παραγράφου 1 του άρθρου 8.

Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας για την σωστή λειτουργία του κτηρίου, μέσω:

- του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηριακού κελύφους, αξιοποιώντας τη θέση του κτηρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο. την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης, κ.ά.,
- της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, δηλαδή συνδυασμό υαλοπίνακα αλλά και πλαισίου,
- της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγμένης) πρωτογενούς ενέργειας,
- της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) κ. ά. και
- της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.



Στοιχεία κτιρίου

Πόλη	Αθήνα (Ελληνικό)	1
Αριθμός Θερμικών Ζωνών		4
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1 - 15)		3
Τυπικό Ύψος Επιπέδου (m)		ΖΩΝΗ Β
Κλιματική Ζώνη		0
Γωνία Περιστροφής		
Υψόμετρο μεγαλύτερο των 500m		
Χρήση Κτιρίου	Μονοκατοικία	
Τύπος κατασκευής	Φέρων οργ. από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους	1
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους		3
Βάθος δαπέδου στο έδαφος (m)		39
Περίμετρος κτιρίου (m)		1
Νέο ή ριζικά ανακαινιζόμενο κτίριο		3
Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας		2
Θερμομονωτική προστασία		

Αρ. Πρωτ.: .....

**ΧΡΗΣΗ:**

Μονοκατοικία

Κτίριο  Τμήμα κτιρίου

Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου)  
.....

Κλιματική Ζώνη: B

Διεύθυνση: .....  
..... Τ.Κ. ....

Πόλη: .....

Έτος κατασκευής: .....

Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): .....

Όνομα ιδιοκτήτη:  
.....

**ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ενεργειακής αποδοσης**

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m <sup>2</sup> *έτος)]
<b>ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ</b>	
A+ EP ≤ 0.33	
A 0.33 R <sub>R</sub> < EP ≤ 0.50 R <sub>R</sub>	
B+ 0.50 R <sub>R</sub> < EP ≤ 0.75 R <sub>R</sub>	94.26
B 0.75 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1.00 R <sub>R</sub>	
Γ 1.00 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1.41 R <sub>R</sub>	
Δ 1.41 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1.82 R <sub>R</sub>	
E 1.82 R <sub>R</sub> < EP ≤ 2.27 R <sub>R</sub>	
Z 2.27 R <sub>R</sub> < EP ≤ 2.73 R <sub>R</sub>	
H 2.73 R <sub>R</sub> < EP	

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ**

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m<sup>2</sup>]: 101.38

**B**

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m<sup>2</sup>]: 94.26

Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> [KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]	25.91	Θερμική άνεση	..
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας και Εκπομπές CO <sub>2</sub>		Οπτική άνεση	<input type="checkbox"/>
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh]:	Καύσιμα [lt ή Nm <sup>3</sup> ]:	Ακουστική άνεση	<input type="checkbox"/>
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]:		Ποιότητα αέρα	<input type="checkbox"/>
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]:			

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

**ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ**

Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση						Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική		Θέρμανση	<input type="checkbox"/>	Ψύξη	<input checked="" type="checkbox"/>	Αερισμός	<input type="checkbox"/>	14.82
		Φωτισμός	<input type="checkbox"/>	Συσκευές	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input type="checkbox"/>	
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση	<input checked="" type="checkbox"/>	Ψύξη	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input checked="" type="checkbox"/>	74.35
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση	<input type="checkbox"/>	Ψύξη	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input type="checkbox"/>	0.00
	Άλλο:.....	Θέρμανση	<input type="checkbox"/>	Ψύξη	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input type="checkbox"/>	
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση	<input type="checkbox"/>	Ψύξη	<input type="checkbox"/>	Φωτισμός	<input type="checkbox"/>	10.82
		Συσκευές	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Βιομάζα	Θέρμανση	<input type="checkbox"/>	Ψύξη	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input type="checkbox"/>	
	Γεωθερμία	Θέρμανση	<input type="checkbox"/>	Ψύξη	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input type="checkbox"/>	
	Άλλο:.....	Θέρμανση	<input type="checkbox"/>	Ψύξη	<input type="checkbox"/>	Φωτισμός	<input type="checkbox"/>	
	Σύνολο	Συσκευές	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input type="checkbox"/>			
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>								

**Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση [kWh/m<sup>2</sup>]**

Θέρμανση.....37.76.....Φωτισμός.....0.00.....

Ψύξη .....32.47.....Συσκευές.....

Αερισμός .....Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX)...24.03.....

**ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ**

- 1.....
- 2.....
- 3.....

Αριθμός σύστασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης (€)	Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας*		Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)
		(kWh/m <sup>2</sup> )	(%)		
1					
2					
3					

**ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ**

*\* Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.*

**Ημερομηνία έκδοσης Πιστοποιητικού:** .....

**Όνοματεπώνυμο Επιθεωρητή:** .....

**A.M. Επιθεωρητή:** .....

**Υπογραφή:**

**Σφραγίδα:**

**Α. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ**

1. Πόλη
2. Ζώνη

Αθήνα (Ελληνικό)  
B

**1B. ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ**

1. Επιφάνεια οροφών
2. Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα
3. Επιφάνεια δαπέδων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα
4. Επιφάνεια δαπέδων σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς ΜΟΧ
5. Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς ΜΟΧ
6. Επιφάνεια ανοιγμάτων
7. Επιφάνεια γυάλινων προσόψεων
8. Όγκος κτιρίου
9. Λόγος

Fd =	129.630 m <sup>2</sup>
Fw =	374.695 m <sup>2</sup>
Fdl =	0.000 m <sup>2</sup>
Fg =	7.150 m <sup>2</sup>
Fwe =	150.443 m <sup>2</sup>
Ff =	90.679 m <sup>2</sup>
Fgf =	0.000 m <sup>2</sup>
V =	882.900 m <sup>3</sup>
A/V =	0.852 1/m

**1Γ. ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ U = 0.801 W/m<sup>2</sup>K**

**1Δ. ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗ ΤΙΜΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Um = 0.804 W/m<sup>2</sup>K**

A/V m <sup>-1</sup>	Um σε W/m <sup>2</sup> K			
	ζωνη Α	ζωνη Β	ζωνη Γ	ζωνη Δ
<=0.2	1.26	1.14	1.05	0.96
0.3	1.20	1.09	1.00	0.92
0.4	1.15	1.03	0.95	0.87
0.5	1.09	0.98	0.90	0.83
0.6	1.03	0.93	0.86	0.78
0.7	0.98	0.88	0.81	0.73
0.8	0.92	0.83	0.76	0.69
0.9	0.86	0.78	0.71	0.64
>=1.0	0.81	0.73	0.66	0.60

**1Ε. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ U**

Ζώνη 1

Είδος Επιφ.	Προσαν.	Γειτνιάζων	Επιφάνεια F	Συντελ. U	b	b x U x F
T2	N	ΕΠ	5.400	0.140	1.000	2.149
T7	N	ΕΠ	0.750		1.000	0.324
T2	A	ΕΠ	10.650	3.480	1.000	4.239
T7	A	ΕΠ	3.000		1.000	1.296
T7	A	ΕΠ	1.500		1.000	0.648
T2	B	ΕΠ	2.220	0.140	1.000	0.884
A6	B	ΕΠ	5.875		1.000	19.634
T2	A	ΕΠ	3.300	3.480	1.000	1.313
T2	B	ΕΠ	1.900	0.238	1.000	0.756
A3	B	ΕΠ	9.500		1.000	30.951
T7	B	ΕΠ	0.600		1.000	0.259
T2	B	ΕΠ	0.000		1.000	0.000
T7	B	ΕΠ	1.800		1.000	0.778
T2	B	ΕΠ	2.820		1.000	1.122
T7	B	ΕΠ	0.030		1.000	0.013
T2	B	ΕΠ	0.000		1.000	0.000
T7	B	ΕΠ	3.000		1.000	1.296
T2	A	ΕΠ	0.590		1.000	0.235
A8	A	ΕΠ	2.436		1.000	7.817
T7	A	ΕΠ	0.720		1.000	0.311
T2	B	ΕΠ	1.200		1.000	0.478
T2	B	ΕΠ	3.590		1.000	1.429

№	В	ЕП	4.919	1.000	19.112
T7	B	ЕП	0.750	1.000	0.324
T2	Δ	ЕП	8.550	1.000	3.403
T7	Δ	ЕП	3.000	1.000	1.296
T2	N	ЕП	5.450	1.000	2.169
A10	N	ЕП	2.025	1.000	6.474
A11	N	ЕП	1.680	1.000	5.351
T2	Δ	ЕП	6.000	1.000	2.388
T7	Δ	ЕП	0.750	1.000	0.324
T2	N	ЕП	11.090	1.000	4.414
A7	N	ЕП	2.795	1.000	8.997
A9	N	ЕП	0.660	1.000	2.041
T7	N	ЕП	2.400	1.000	1.037
T7	N	ЕП	0.900	1.000	0.389
T2	N	ЕП	2.550	1.000	1.015
T7	N	ЕП	0.000	1.000	0.000
T2	N	ЕП	0.030	1.000	0.012
T7	N	ЕП	0.420	1.000	0.181
T7	N	ЕП	0.000	1.000	0.000
T2	NΔ	ЕП	0.000	1.000	0.000
T7	NΔ	ЕП	1.110	1.000	0.480
T2	NΔ	ЕП	2.290	1.000	0.911
T7	NΔ	ЕП	0.255	1.000	0.110
T7	NΔ	ЕП	0.000	1.000	0.000
T2	NΔ	ЕП	0.600	1.000	0.239
T2	N	ЕП	28.200	0.140	11.224
A12	N	ЕП	1.022	1.000	3.223
A13	N	ЕП	2.640	3.480	8.496
T7	N	ЕП	0.780	1.000	0.337
T7	N	ЕП	2.400	1.000	1.037
T7	N	ЕП	1.320	0.140	0.570
T7	N	ЕП	0.690	1.000	0.298
T7	N	ЕП	0.750	3.480	0.324
T2	A	ЕП	8.520	0.238	3.391
T7	A	ЕП	3.000	1.000	1.296
T7	A	ЕП	3.030	1.000	1.309
T2	B	ЕП	7.030	1.000	2.798
A16	B	ЕП	1.665	1.000	5.310
T7	B	ЕП	0.750	1.000	0.324
T7	B	ЕП	0.750	1.000	0.324
T2	Δ	ЕП	3.600	1.000	1.433
T7	Δ	ЕП	0.600	1.000	0.259
T2	B	ЕП	6.370	1.000	2.535
A15	B	ЕП	8.030	1.000	26.130
T2	A	ЕП	3.600	1.000	1.433
T7	A	ЕП	0.750	1.000	0.324
T2	B	ЕП	0.300	1.000	0.119
T7	B	ЕП	3.750	1.000	1.620
T2	Δ	ЕП	0.930	1.000	0.370
T7	Δ	ЕП	0.720	1.000	0.311
T2	B	ЕП	4.570	1.000	1.819
A14	B	ЕП	4.730	1.000	15.330
T2	Δ	ЕП	9.780	1.000	3.892
T7	Δ	ЕП	2.970	1.000	1.283
O1		ЕП	43.210	1.000	17.154
T2	N	ЕП	28.200	1.000	11.224
A12	N	ЕП	1.022	1.000	3.223
A13	N	ЕП	2.640	1.000	8.496
T7	N	ЕП	0.780	1.000	0.337
T7	N	ЕП	2.400	1.000	1.037
T7	N	ЕП	1.320	1.000	0.570
T7	N	ЕП	0.690	1.000	0.298
T7	N	ЕП	0.750	1.000	0.324
T2	A	ЕП	8.520	1.000	3.391
T7	A	ЕП	3.000	1.000	1.296
T7	A	ЕП	3.030	1.000	1.309
T2	B	ЕП	7.030	1.000	2.798
A16	B	ЕП	1.665	1.000	5.310

T7	Δ	EP	0.750		1.000	0.324
T7	B	EP	0.750		1.000	0.324
T2	Δ	EP	3.600		1.000	1.433
T7	Δ	EP	0.600		1.000	0.259
T2	B	EP	6.370		1.000	2.535
A15	B	EP	8.030		1.000	26.130
T2	A	EP	3.600		1.000	1.433
T7	A	EP	0.750		1.000	0.324
T2	B	EP	0.300		1.000	0.119
T7	B	EP	0.300		1.000	1.620
T2	Δ	EP	3.750		1.000	0.370
T7	Δ	EP	0.930		1.000	0.311
T2	Δ	EP	0.720		1.000	0.311
T7	Δ	EP	0.720		1.000	1.819
T2	B	EP	4.570		1.000	1.819
A14	B	EP	4.730		1.000	15.330
T2	Δ	EP	9.780		1.000	3.892
T7	Δ	EP	2.970		1.000	1.283
O1		EP	2.970		1.000	17.154
T2		EP	43.210		1.000	11.224
A12	N	EP	28.200		1.000	3.223
A13	N	EP	1.022		1.000	8.496
T7	N	EP	2.640		1.000	0.337
T7	N	EP	0.780		1.000	1.037
T7	N	EP	2.400		1.000	0.570
T7	N	EP	1.320		1.000	0.298
T7	N	EP	0.690		1.000	0.324
T7	N	EP	0.750		1.000	3.391
T2	A	EP	8.520		1.000	1.296
T7	A	EP	3.000		1.000	1.309
T7	A	EP	3.030		1.000	2.798
T2	B	EP	7.030		1.000	5.310
A16	B	EP	1.665		1.000	0.324
T7	B	EP	0.750		1.000	0.324
T7	B	EP	0.750		1.000	1.433
T2	Δ	EP	3.600		1.000	0.259
T7	Δ	EP	0.600		1.000	2.535
T2	B	EP	6.370		1.000	26.130
A15	B	EP	8.030		1.000	1.433
T2	A	EP	3.600		1.000	0.324
T7	A	EP	0.750		1.000	0.119
T2	B	EP	0.300		1.000	1.620
T7	B	EP	3.750		1.000	0.370
T2	Δ	EP	0.930		1.000	0.311
T7	Δ	EP	0.720		1.000	0.311
T2	B	EP	4.570		1.000	1.819
A14	B	EP	4.730		1.000	15.330
T2	Δ	EP	9.780		1.000	3.892
T7	Δ	EP	2.970		1.000	1.283
O1	Δ	EP	2.970		1.000	17.154
T2		EP	43.210		1.000	0.000
T7	B	ΦE	0.000	0.140	1.000	5.547
T7	B	ΦE	24.435	3.480	1.000	0.153
T7	B	ΦE	0.675		1.000	0.391
T7	B	ΦE	2.790		1.000	0.000
T2	A	ΦE	0.000	0.140	1.000	0.123
T7	A	ΦE	0.540		1.000	0.613
T7	A	ΦE	2.700		1.000	0.050
T7	A	ΦE	0.360	3.480	1.000	0.559
T2	B	ΦE	2.925	0.238	1.000	7.768
A17	B	EP	2.420		1.000	0.380
T7	B	ΦE	1.674		1.000	0.276
T7	B	ΦE	1.215		1.000	0.123
T7	B	ΦE	0.540		1.000	0.137
T7	B	ΦE	0.975		1.000	0.000
T2	Δ	ΦE	0.000		1.000	0.123
T7	Δ	ΦE	0.540		1.000	3.543
T7	Δ	ΦE	15.606		1.000	0.123
T7	Δ	ΦE	0.540		1.000	0.252
T7	Δ	ΦE	1.800		1.000	0.010
T2	N	ΦE	0.050		1.000	2.470
T7	N	ΦE	10.881			

Τ	Ν	Ψ	10.200		1.000	3.400
T7	N	ΦΕ	0.540		1.000	0.123
T7	N	ΦΕ	2.970		1.000	0.416
T2	ΝΔ	ΦΕ	9.450	0.259	1.000	2.448
T2	ΝΔ	ΕΠ	0.000	0.398	1.000	0.000
T7	ΝΔ	ΦΕ	0.210	0.273	1.000	0.057
T7	ΝΔ	ΕΠ	0.000	0.432	1.000	0.000
T7	ΝΔ	ΦΕ	9.060	0.273	1.000	2.472
T7	ΝΔ	ΕΠ	0.000	0.432	1.000	0.000
T7	ΝΔ	ΦΕ	0.690	0.273	1.000	0.188
T7	ΝΔ	ΕΠ	0.000	0.432	1.000	0.000
T7	ΝΔ	ΦΕ	0.090	0.273	1.000	0.025
T7	ΝΔ	ΕΠ	0.000	0.432	1.000	0.000
T2	N	ΦΕ	4.200	0.259	1.000	1.088
T2	N	ΕΠ	0.000	0.398	1.000	0.000
T7	N	ΦΕ	0.990	0.273	1.000	0.270
T7	N	ΕΠ	0.000	0.432	1.000	0.000
T7	N	ΦΕ	3.390	0.273	1.000	0.925
T7	N	ΕΠ	0.000	0.432	1.000	0.000
T7	N	ΦΕ	0.750	0.273	1.000	0.205
T7	N	ΕΠ	0.000	0.432	1.000	0.000
T2	A	ΦΕ	0.000		1.000	0.153
T7	A	ΦΕ	0.675		1.000	4.664
T7	A	ΦΕ	20.547		1.000	0.319
T7	A	ΦΕ	2.280		1.000	0.966
T2	N	ΦΕ	6.900	0.140	1.000	8.185
A19	E		2.352	3.480	1.000	0.588
T2	B	ΦΕ	4.200	0.140	1.000	7.517
A18	E		2.160	3.480	1.000	1.702
Δ2		ΦΕ	7.150	0.238	1.000	533.827
ΣΥΝΟΛΟ			752.597			

### Θμικές Γέφυρες

Επιφ. 1	Επιφ. 2	Περιγραφή	Μήκος	Ψ	b	bхlхΨ
A1	T2	ΑΚ - 4	2.35	0.550	1	1.292
A1	T2	ΑΚ - 4	2.35	0.550	1	1.292
A1	T2	Λ - 4	2.50	0.200	1	0.500
A1	T2	Λ - 4	2.50	0.200	1	0.500
A1	T2	ΑΚ - 4	3.80	0.550	1	2.090
A1	T2	ΑΚ - 4	3.80	0.550	1	2.090
A1	T2	Λ - 4	2.50	0.200	1	0.500
A1	T2	Λ - 4	2.50	0.200	1	0.500
A1	T2	Λ - 4	2.50	0.200	1	0.577
A1	T2	ΑΚ - 4	1.05	0.550	1	0.577
A1	T2	ΑΚ - 4	1.05	0.550	1	0.577
A1	T2	ΑΚ - 4	2.32	0.200	1	0.464
A1	T2	Λ - 4	2.32	0.200	1	0.464
A1	T2	Λ - 4	2.15	0.550	1	1.183
A1	T2	ΑΚ - 4	2.15	0.550	1	1.183
A1	T2	ΑΚ - 4	2.15	0.550	1	0.420
A1	T2	Λ - 4	2.10	0.200	1	0.420
A1	T2	Λ - 4	2.10	0.200	1	0.420
A1	T2	Λ - 4	2.10	0.200	1	0.495
A1	T2	ΑΚ - 4	0.90	0.550	1	0.495
A1	T2	ΑΚ - 4	0.90	0.550	1	0.495
A1	T2	ΑΚ - 4	2.25	0.200	1	0.450
A1	T2	Λ - 4	2.25	0.200	1	0.450
A1	T2	Λ - 4	2.25	0.200	1	0.440
A1	T2	ΑΚ - 4	0.80	0.550	1	0.440
A1	T2	ΑΚ - 4	0.80	0.550	1	0.420
A1	T2	ΑΚ - 4	2.10	0.200	1	0.420
A1	T2	Λ - 4	2.10	0.200	1	0.420
A1	T2	Λ - 4	2.10	0.200	1	1.183
A1	T2	ΑΚ - 4	2.15	0.550	1	1.183
A1	T2	ΑΚ - 4	2.15	0.550	1	0.260
A1	T2	Λ - 4	1.30	0.200	1	0.260
A1	T2	Λ - 4	1.30	0.200	1	0.260
A1	T2	Λ - 4	1.30	0.200	1	0.825
A1	T2	ΑΚ - 4	1.50	0.550	1	0.825
A1	T2	ΑΚ - 4	1.50	0.550	1	0.088
A1	T2	Λ - 4	0.44	0.200	1	0.088
A1	T2	Λ - 4	0.44	0.200	1	0.088
A1	T2	Λ - 4	1.46	0.550	1	0.803





**ΖΩΝΗ 1**

Συντελεστής BEMS: 0.81  
 Συντελεστής BEMS ηλεκτρ: 0.92  
 $C_m = 260000.00$

**ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

Ισχύς Σ.Θ. (Λέβητας 1): 40.00  
 Η απόδοση Σ.Θ. λαμβάνεται 87.0  
 Λαμβάνεται συντελεστής θερμικών απωλειών διανομής από πίνακες = 0.95  
 Υπολογίζεται βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων (εκπομπής θερμότητας) από πίνακες = 0.89  
 Λαμβάνεται ποσοστό λειτουργίας βοηθ. σύστημάτων (χειμερινή περίοδος) από πίνακα 4.15 = 50.00%

**ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ**

Λαμβάνεται EER (Σύστημα ψύξης 1) = 2.00

**ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ**

Το ημερήσιο φορτίο  $V_d$  υπολογίζεται ίσο με 735.75 l/ημέρα

**ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

Κτίριο κατοικίας, ο φωτισμός αγνοείται

\*\*\*\*\* ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ \*\*\*\*\*

**ΖΩΝΗ 1**

Συντελεστής BEMS: 1.00  
 Συντελεστής BEMS ηλεκτρ: 1.00  
 $C_m = 250000$

**ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

Ισχύς Σ.Θ. 1 μεταξύ 25kW και 50kW  
 Η απόδοση Σ.Θ. 1 λαμβάνεται 92.5%  
 Λαμβάνεται συντελεστής θερμικών απωλειών διανομής Κ.Α. από πίνακες = 0.94  
 Υπολογίζεται βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων (εκπομπής θερμότητας) Κ.Α. από πίνακες = 0.89  
 Λαμβάνεται ποσοστό λειτουργίας βοηθ. σύστημάτων Κ.Α. (χειμερινή περίοδος) από πίνακα 4.15 = 50.00%  
 Υπολογίζεται βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων (εκπομπής θερμότητας) Κ.Α. = 0.96

**ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ**

Λαμβάνεται συντελεστής απωλειών διανομής ψύξης Κ.Α. από πίνακες = 1.00  
 Λαμβάνεται EER Σ.Ψ. 1 = 3.00  
 Κτίριο κατοικίας, η ενεργειακή κατανάλωση ψύξης θεωρείται 50% (TOTEΕ, 4.2.1β)  
 Λαμβάνεται ποσοστό λειτουργίας βοηθ. σύστημάτων Κ.Α. (θερινή περίοδος) από πίνακα 4.15 = 30.00%

**ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ**

Το ημερήσιο φορτίο  $V_d$  λαμβάνεται από τους πίνακες ίσο με 735.75 l/ημέρα  
 Η θερμοκρασία νερού δικτύου λαμβάνεται από τον πίνακα 2.6 ίση με 18.10 βαθμούς C  
 Λαμβάνεται βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων Κ.Α. (0.99 ηλεκτρικά συστ., 0.95 για συστήματα με εναλλάκτη/σερπαντίνα) :0.93

Λαμβάνεται συντελεστής απωλειών διανομής ΖΝΧ Κ.Α. = 0.88 (1 σε τοπικές μονάδες παραγωγής, ΤΟΤΕΕ 4.8.3 σελ. 109)  
Λέβητας ΖΝΧ Πετρελαίου

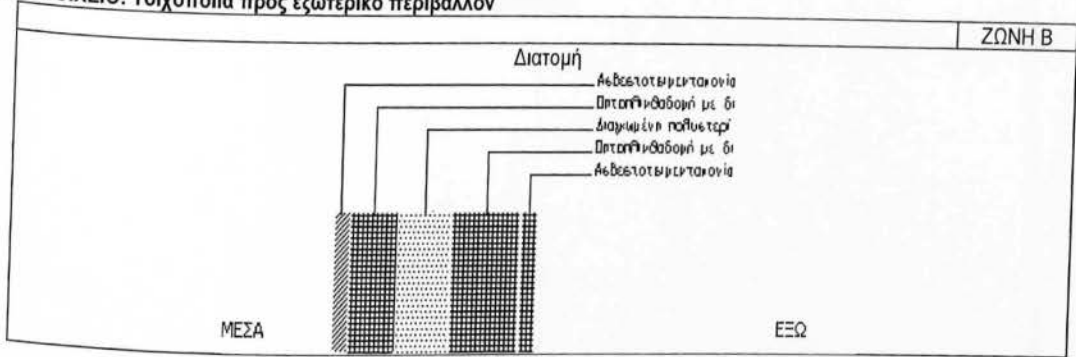
---

#### ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Κτίριο κατοικίας, ο φωτισμός αγνοείται στο Κ.Α. (ΤΟΤΕΕ 5.1.1)

**1. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων**

## 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοιχοποιία προς εξωτερικό περιβάλλον

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R<sub>L</sub>)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m <sup>3</sup>	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m <sup>2</sup> K)/W
1	Αεριοσιμεντοκονία	1800	0.020	0.870	0.023
2	Ποταπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1500	0.060	0.510	0.118
3	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.070	0.035	2.000
4	Ποταπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1500	0.090	0.510	0.176
5	Αεριοσιμεντοκονία	1800	0.020	0.870	0.023
6					
7					
8					
9					
			Σd=0.260		R <sub>L</sub> =2.340

## 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	R <sub>i</sub> (εσωτερ.)	R <sub>a</sub> (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R <sub>i</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m <sup>2</sup> K)/W	2.340
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R <sub>a</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R <sub>ολ</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	2.510

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m <sup>2</sup> K)	0.398
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	U <sub>max</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0.5

Πρέπει U <= U<sub>max</sub>  
ΙΣΧΥΕΙ

## 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Φέρων οργανισμός προς εξωτερικό περιβάλλον

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. $d$	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda$
		$\text{kg/m}^3$	$\text{m}$	$\text{W/(mK)}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$
1	Αεριοαπορροφητικότητα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.250	2.500	0.100
3	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.070	0.035	2.000
4	Αεριοαπορροφητικότητα	1800	0.020	0.870	0.023
5					
6					
7					
8					
9					
			$\Sigma d=0.360$		$R_L=2.146$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ( $U$ )

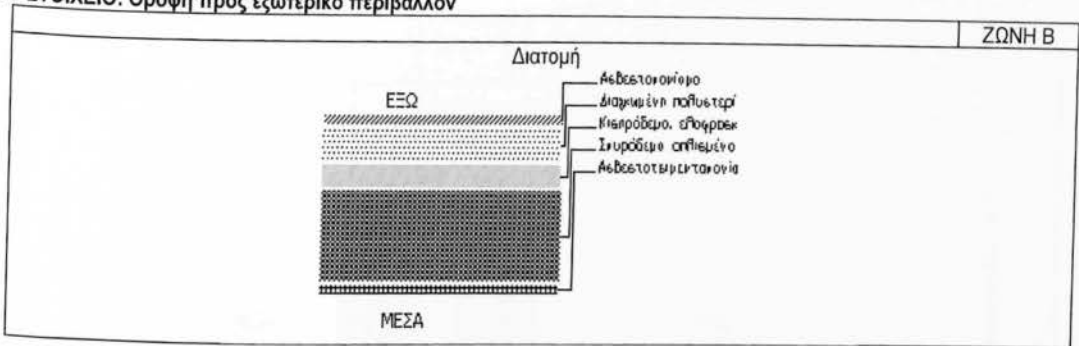
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.146
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{ολ}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.316

Συντελεστής θερμοπερατότητας	$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.432
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.5

Πρέπει  $U \leq U_{\max}$   
ΙΣΧΥΕΙ

## 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Οροφή προς εξωτερικό περιβάλλον

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m <sup>2</sup> K)/W
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.200	2.500	0.080
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0.050	0.200	0.250
4	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.070	0.035	2.000
5	Ασβεστοκονίαμα	1900	0.020	0.870	0.023
6					
7					
8					
9					
				<b><math>\Sigma d=0.360</math></b>	<b><math>R_L=2.376</math></b>

## 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

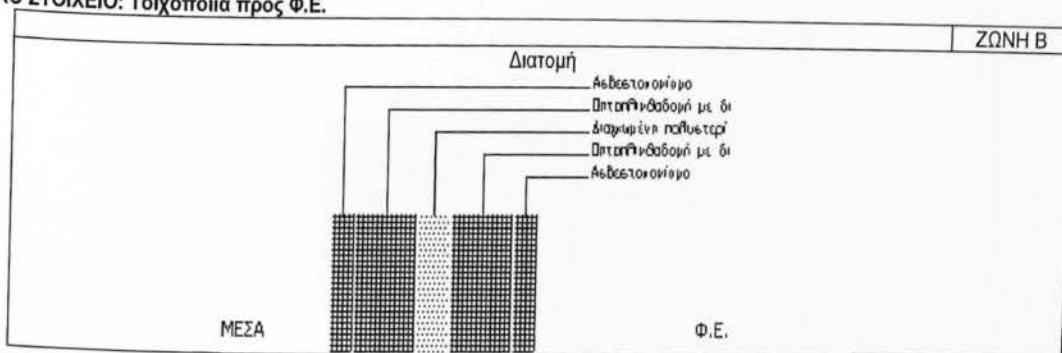
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilots)		0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.100
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m <sup>2</sup> K)/W	2.376
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.516

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m <sup>2</sup> K)	0.397
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.45

Πρέπει  $U \leq U_{max}$   
**ΙΣΧΥΕΙ**

## 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοιχοποιία προς Φ.Ε.

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντιστ. d/ $\lambda$
		kg/m <sup>3</sup>	m	W/(mK)	(m <sup>2</sup> K)/W
1	Ασβεστοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1500	0.060	0.510	0.118
3	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκα	12-30	0.030	0.035	0.857
4	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1500	0.060	0.510	0.118
5	Ασβεστοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
6					
7					
8					
9					
			$\Sigma d=0.190$		$R_L=1.138$

## 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)		0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m <sup>2</sup> K)/W	1.138
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.398

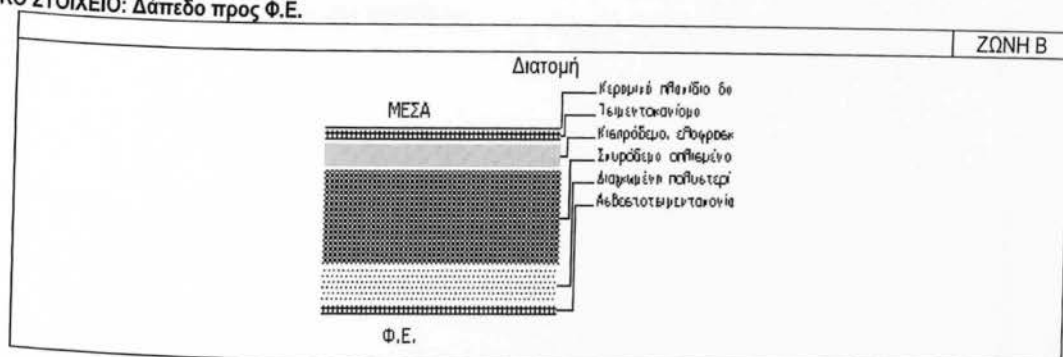
Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m <sup>2</sup> K)	0.715
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)	1.00

Πρέπει  $U \leq U_{max}$ 

ΙΣΧΥΕΙ



## 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο προς Φ.Ε.

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντιστ. d/ $\lambda$
		kg/m <sup>3</sup>	m	W/(mK)	(m <sup>2</sup> K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.005	1.840	0.003
2	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0.050	0.200	0.250
4	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.200	2.500	0.080
5	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.070	0.035	2.000
6	Αεριοσιμμεντοκονίαμα	1800	0.015	0.870	0.017
7					
8					
9					
			$\Sigma d=0.360$		$R_L=2.373$

## 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

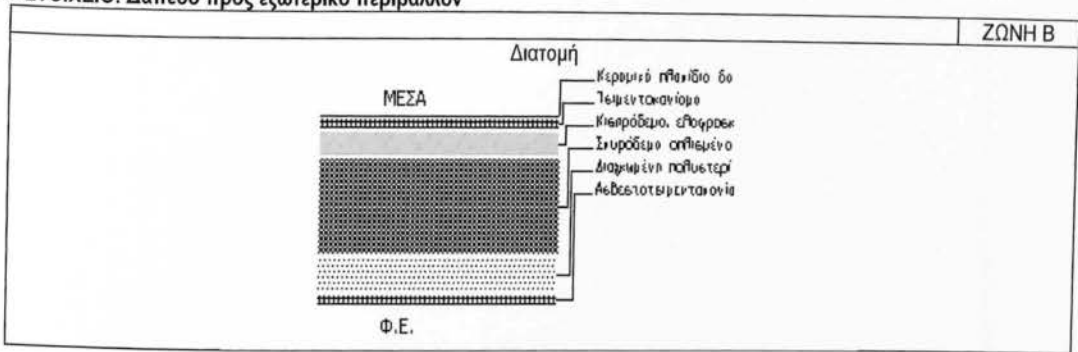
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m <sup>2</sup> K)/W	2.373
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{0L}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.713

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m <sup>2</sup> K)	0.369
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.90

Πρέπει  $U \leq U_{max}$   
ΙΣΧΥΕΙ

## 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο προς εξωτερικό περιβάλλον

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντίστ. d/ $\lambda$
		kg/m <sup>3</sup>	m	W/(mK)	(m <sup>2</sup> K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.005	1.840	0.003
2	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0.050	0.200	0.250
4	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.200	2.500	0.080
5	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.070	0.035	2.000
6	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.015	0.870	0.017
7					
8					
9					
			$\Sigma d=0.360$		$R_L=2.373$

## 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m <sup>2</sup> K)/W	2.373
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{ολ}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.713

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m <sup>2</sup> K)	0.369
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.5

Πρέπει  $U \leq U_{max}$   
ΙΣΧΥΕΙ

2. Υπολογισμός ισοδύναμων συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος

Πλάκες σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	Φύλ.	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Εμβαδό A [m <sup>2</sup> ]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m] <sup>2</sup>	B'=2A/Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]
Δ2	4.2	0.369	7.150	39.000	0.367	1.5	0.238

Κατακόρυφα δομικά στοιχεία σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	Φύλ.	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Εμβαδό A [m <sup>2</sup> ]	Μέσο βάθος έκτασης z [m]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]
B τοίχωμα T2	1.2	0.398	0.000	3.0	0.191
B τοίχωμα T7	1.7	0.432	24.435	3.0	0.227
B τοίχωμα T7	1.7	0.432	0.675	3.0	0.227
B τοίχωμα T7	1.7	0.432	2.790	6.3	0.140
A τοίχωμα T2	1.2	0.398	0.000	3.0	0.191
A τοίχωμα T7	1.7	0.432	0.540	3.0	0.227
A τοίχωμα T7	1.7	0.432	2.700	3.0	0.227
A τοίχωμα T7	1.7	0.432	0.360	6.3	0.140
B τοίχωμα T2	1.2	0.398	2.925	3.0	0.191
B τοίχωμα T7	1.7	0.432	1.674	3.0	0.227
B τοίχωμα T7	1.7	0.432	1.215	3.0	0.227
B τοίχωμα T7	1.7	0.432	0.540	3.0	0.227
B τοίχωμα T7	1.7	0.432	0.975	6.3	0.140
Δ τοίχωμα T2	1.2	0.398	0.000	3.0	0.191
Δ τοίχωμα T7	1.7	0.432	0.540	3.0	0.227
Δ τοίχωμα T7	1.7	0.432	15.606	3.0	0.227
Δ τοίχωμα T7	1.7	0.432	0.540	3.0	0.227
Δ τοίχωμα T7	1.7	0.432	1.800	6.3	0.140
N τοίχωμα T2	1.2	0.398	0.050	3.0	0.191
N τοίχωμα T7	1.7	0.432	10.881	3.0	0.227
N τοίχωμα T7	1.7	0.432	15.255	3.0	0.227
N τοίχωμα T7	1.7	0.432	0.540	3.0	0.227
N τοίχωμα T7	1.7	0.432	2.970	6.3	0.140
NΔ τοίχωμα T2	1.2	0.398	9.450	3.0	0.259
NΔ τοίχωμα T7	1.7	0.432	0.210	3.0	0.273
NΔ τοίχωμα T7	1.7	0.432	9.060	3.0	0.273
NΔ τοίχωμα T7	1.7	0.432	0.690	3.0	0.273
NΔ τοίχωμα T7	1.7	0.432	0.090	3.0	0.273
N τοίχωμα T2	1.2	0.398	4.200	3.0	0.259
N τοίχωμα T7	1.7	0.432	0.990	3.0	0.273
N τοίχωμα T7	1.7	0.432	3.390	3.0	0.273
N τοίχωμα T7	1.7	0.432	0.750	3.0	0.273
A τοίχωμα T2	1.2	0.398	0.000	3.0	0.191
A τοίχωμα T7	1.7	0.432	0.675	3.0	0.227
A τοίχωμα T7	1.7	0.432	20.547	3.0	0.227
A τοίχωμα T7	1.7	0.432	2.280	6.3	0.140
N τοίχωμα T2	1.2	0.398	6.900	6.0	0.140
B τοίχωμα T2	1.2	0.398	4.200	6.0	0.140

3. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και εμβαδομετρήσεις

Τύπος πλαισίου: Μέταλλο με θερμοδιακοπή 24mm  
Uf πλαισίου: 2.2 W/m<sup>2</sup>K

Τύπος υαλοπίνακα: Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ.10cm)  
Ug υαλοπίνακα: 3.3 W/m<sup>2</sup>K  
g υαλοπίνακα σε κάθ. προσπτ.: 0.75  
g υαλοπίνακα: 0.68

Γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υαλοπ. και πλαισίου Ψg: 0.08 W/mK  
μέσο πλάτος πλαισίου: 0.100 m

Τύπος κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος [m <sup>2</sup> ]
A3	3.80	2.50	1	9.50
A4	2.15	2.10	1	4.51
A6	2.35	2.50	1	5.87
A7	2.15	1.30	1	2.80
A8	1.05	2.32	1	2.44
A9	1.50	0.44	1	0.66
A10	0.90	2.25	1	2.02
A11	0.80	2.10	1	1.68
A12	1.46	0.70	1	1.02
A13	1.76	1.50	1	2.64
A14	2.15	2.20	1	4.73
A15	3.65	2.20	1	8.03
A16	1.85	0.90	1	1.66
A17	1.10	2.20	1	2.42

Τύπος κουφώματος	Εμβαδό πλαισίου [m <sup>2</sup> ]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m <sup>2</sup> ]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος L <sub>g</sub> [m]	U κουφώματος [W/(m <sup>2</sup> K)]	g <sub>w</sub> κουφώματος
A3	1.22	8.28	13%	11.80	3.258	0.59
A4	0.81	3.70	18%	7.700	3.347	0.56
A6	0.93	4.94	16%	8.900	3.342	0.57
A7	0.65	2.15	23%	6.100	3.219	0.52
A8	0.63	1.80	26%	5.940	3.209	0.50
A9	0.35	0.31	53%	3.080	3.093	0.32
A10	0.59	1.43	29%	5.500	3.197	0.48
A11	0.54	1.14	32%	5.000	3.185	0.46
A12	0.39	0.63	38%	3.520	3.154	0.42
A13	0.61	2.03	23%	5.720	3.218	0.52
A14	0.83	3.90	18%	7.900	3.241	0.56
A15	1.13	6.90	14%	10.90	3.254	0.58
A16	0.51	1.15	31%	4.700	3.189	0.47
A17	0.62	1.80	26%	5.800	3.210	0.51

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανα όροφο

Όροφος	Κουφωμα	Πλάτος [m]	Υψος [m]	Τύπος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	UxA [W/K]	g <sub>w</sub>	
ΙΣΟΓΕΙΟ	B1	2.35	2.50	A6	5.88	3.342	19.63	0.57	
	B2	3.80	2.50	A3	9.50	3.258	30.95	0.59	
	A1	1.05	2.32	A8	2.44	3.209	7.82	0.50	
	B4	2.15	2.10	A4	4.51	3.347	15.11	0.56	
	N1	0.90	2.25	A10	2.02	3.197	6.47	0.48	
	N2	0.80	2.10	A11	1.68	3.185	5.35	0.46	
	N3	2.15	1.30	A7	2.80	3.219	9.00	0.52	
	N4	1.50	0.44	A9	0.66	3.093	2.04	0.32	
Α ΟΡΟΦΟΣ	N5	1.46	0.70	A12	1.02	3.154	3.22	0.42	
	N6	1.76	1.50	A13	2.64	3.218	8.50	0.52	
	B7	1.85	0.90	A16	1.66	3.189	5.31	0.47	
	B8	3.65	2.20	A15	8.03	3.254	26.13	0.58	
	B9	2.15	2.20	A14	4.73	3.241	15.33	0.56	
	N5	1.46	0.70	A12	1.02	3.154	3.22	0.42	
	N6	1.76	1.50	A13	2.64	3.218	8.50	0.52	
	B7	1.85	0.90	A16	1.66	3.189	5.31	0.47	
	B8	3.65	2.20	A15	8.03	3.254	26.13	0.58	
	B9	2.15	2.20	A14	4.73	3.241	15.33	0.56	
	N5	1.46	0.70	A12	1.02	3.154	3.22	0.42	
	N6	1.76	1.50	A13	2.64	3.218	8.50	0.52	
	B7	1.85	0.90	A16	1.66	3.189	5.31	0.47	
	B8	3.65	2.20	A15	8.03	3.254	26.13	0.58	
	B9	2.15	2.20	A14	4.73	3.241	15.33	0.56	
	Α ΥΠΟΓΕΙΟ	B1	1.10	2.20	A17	2.42	3.210	7.77	0.51



## Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων

Όροφος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Σ(UxA) [W/K]	n	ΣA [m <sup>2</sup> ]	nxA(UxA) [W/K]
ΙΣΟΓΕΙΟ	29.49	96.38	1	29.49	96.38
A ΟΡΟΦΟΣ	54.26	175.46	1	54.26	175.46
A ΥΠΟΓΕΙΟ	2.42	7.77	1	2.42	7.77
	0.00	0.00	1	0.00	0.00
Συνολικά				86.17	279.61

#### 4. Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία

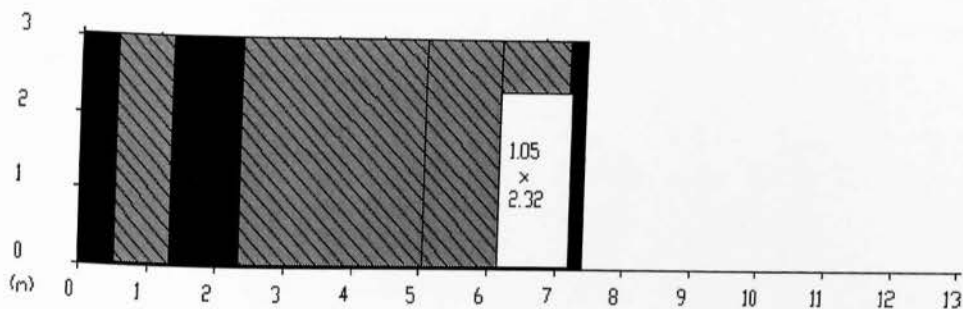
Ζώνη: 1  
 Όροφος: ΙΣΟΓΕΙΟ  
 Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.398
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	5.05	3	10.65
2	1.10	3	3.30
3	1.25	3	0.59
		ΣΑ =	14.54

Ζώνη: 1  
 Όροφος: ΙΣΟΓΕΙΟ  
 Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	1.00	3	3.00
2	0.50	3	1.50
3	0.24	3	0.72
		ΣΑ =	5.22

ΤΟΙΧΟΙ : 14.54 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 5.22 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 2.44 m<sup>2</sup>



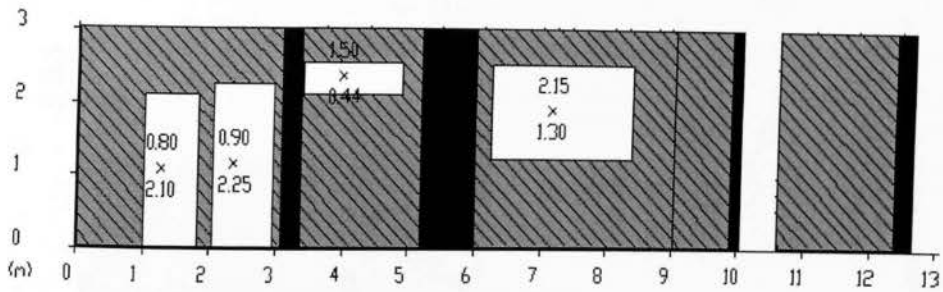
Ζώνη: 1  
 Όροφος: ΙΣΟΓΕΙΟ  
 Προσανατολισμός: Ν

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.398
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	2.05	3	5.40
2	3.05	3	5.45
3	5.95	3	11.09
4	0.85	3	2.55
5	0.15	3	0.03
		ΣΑ =	24.52

Ζώνη: 1  
 Όροφος: ΙΣΟΓΕΙΟ  
 Προσανατολισμός: Ν

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	0.25	3	0.75
2	0.80	3	2.40
3	0.30	3	0.90
4	0.00	3	0.00
5	0.14	3	0.42
6	0.00	3	0.00
		ΣΑ =	4.47

ΤΙΧΩΣΙ : 24.52 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 4.47 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 7.16 m<sup>2</sup>



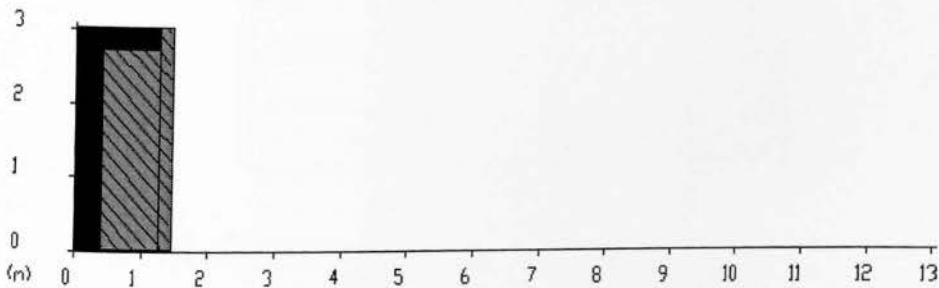
Ζώνη: 1  
 Οροφος: ΙΣΟΓΕΙΟ  
 Προσανατολισμός: ΝΔ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.398
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	0.35	3	0.00
2	0.85	3	2.29
3	0.20	3	0.60
		ΣΑ =	2.89

Ζώνη: 1  
 Οροφος: ΙΣΟΓΕΙΟ  
 Προσανατολισμός: ΝΔ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	0.37	3	1.11
2	0.85	0.30	0.26
3	0.00	3	0.00
		ΣΑ =	1.37

ΤΙΧΩΣΙ : 2.89 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 1.37 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m<sup>2</sup>



Ζώνη: 1  
 Οροφος: ΙΣΟΓΕΙΟ  
 Προσανατολισμός: Δ

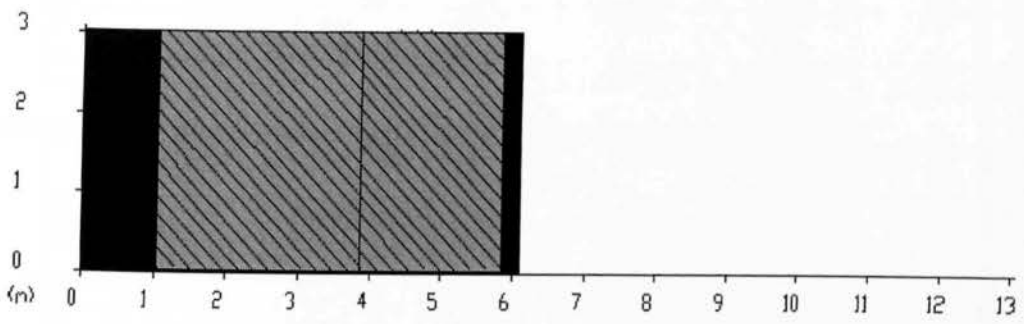
δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.398
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	3.85	3	8.55
2	2.25	3	6.00
		ΣΑ =	14.55

Ζώνη: 1  
 Οροφος: ΙΣΟΓΕΙΟ  
 Προσανατολισμός: Δ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.432

αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	1.00	3	3.00
2	0.25	3	0.75
		ΣΑ =	3.75

ΤΟΙΧΟΙ : 14.55 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 3.75 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ : 0.00 m<sup>2</sup>



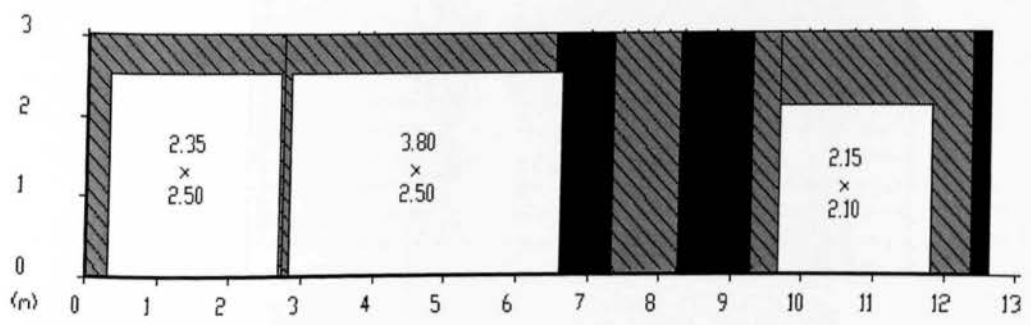
Ζώνη: 1  
 Όροφος: ΙΣΟΓΕΙΟ  
 Προσανατολισμός: Β

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.398
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	2.70	3	2.22
2	4.00	3	1.90
3	0.60	3	0.00
4	0.95	3	2.82
5	1.00	3	0.00
6	0.40	3	1.20
7	2.95	3	3.59
		ΣΑ =	11.73

Ζώνη: 1  
 Όροφος: ΙΣΟΓΕΙΟ  
 Προσανατολισμός: Β

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	0.20	3	0.60
2	0.60	3	1.80
3	0.01	3	0.03
4	1.00	3	3.00
5	0.25	3	0.75
		ΣΑ =	6.18

ΤΟΙΧΟΙ : 11.73 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 6.18 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ : 19.89 m<sup>2</sup>



Υγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU [W/K]
A	Τοιχοποιία	0.398	14.54	1	5.79
A	Φέρων οργανισμός	0.432	5.22	1	2.26
N	Τοιχοποιία	0.398	24.52	1	9.76

IV	Φέρων οργανισμός	U [W/(m²K)]	A [m²]	b	ΣbxAxU [W/K]
NΔ	Τοιχοποιία	0.398	2.89	1	1.15
NΔ	Φέρων οργανισμός	0.432	1.37	1	0.59
Δ	Τοιχοποιία	0.398	14.55	1	5.79
Δ	Φέρων οργανισμός	0.432	3.75	1	1.62
B	Τοιχοποιία	0.398	11.73	1	4.67
B	Φέρων οργανισμός	0.432	6.18	1	2.67
			89.22		36.22

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m²K)]	A [m²]	b	ΣbxAxU [W/K]
A	Τοιχοποιία	0.398	14.54	1	5.79
A	Φέρων οργανισμός	0.432	5.22	1	2.26
N	Τοιχοποιία	0.398	24.52	1	9.76
N	Φέρων οργανισμός	0.432	4.47	1	1.93
NΔ	Τοιχοποιία	0.398	2.89	1	1.15
NΔ	Φέρων οργανισμός	0.432	1.37	1	0.59
Δ	Τοιχοποιία	0.398	14.55	1	5.79
Δ	Φέρων οργανισμός	0.432	3.75	1	1.62
B	Τοιχοποιία	0.398	11.73	1	4.67
B	Φέρων οργανισμός	0.432	6.18	1	2.67
			89.22		36.22

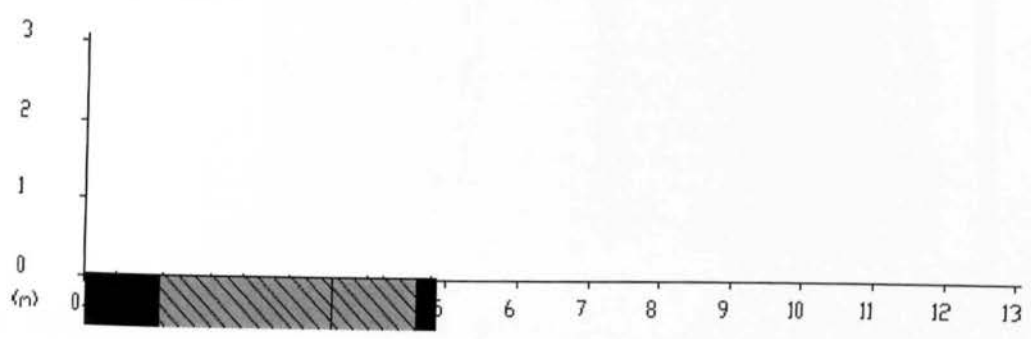
Ζώνη: 1  
Οροφος: Α ΟΡΟΦΟΣ  
Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.398
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m²]
1	4.85	3	8.52
2	1.45	3	3.60
3	4.85	3	8.52
4	1.45	3	3.60
5	4.85	3	8.52
6	1.45	3	3.60
		ΣΑ =	36.36

Ζώνη: 1  
Οροφος: Α ΟΡΟΦΟΣ  
Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m²]
1	1.00	3	3.00
2	1.01	3	3.03
3	0.25	3	0.75
4	1.00	3	3.00
5	1.01	3	3.03
6	0.25	3	0.75
7	1.00	3	3.00
8	1.01	3	3.03
9	0.25	3	0.75
		ΣΑ =	20.34

ΤΟΙΧΟΙ : 36.36 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 20.34 m<sup>3</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m<sup>2</sup>



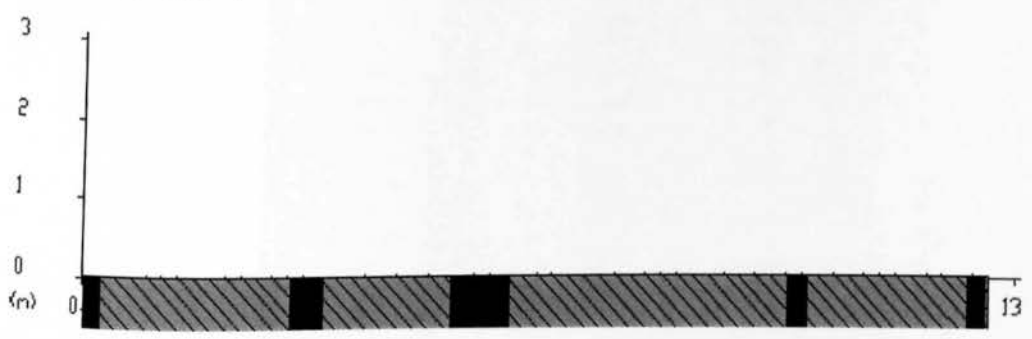
Ζώνη: 1  
 Οροφος: Α ΟΡΟΦΟΣ  
 Προσανατολισμός: Ν

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.398
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	12.60	3	28.20
2	12.60	3	28.20
3	12.60	3	28.20
		ΣΑ =	84.60

Ζώνη: 1  
 Οροφος: Α ΟΡΟΦΟΣ  
 Προσανατολισμός: Ν

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	0.26	3	0.78
2	0.80	3	2.40
3	0.44	3	1.32
4	0.23	3	0.69
5	0.25	3	0.75
6	0.26	3	0.78
7	0.80	3	2.40
8	0.44	3	1.32
9	0.23	3	0.69
10	0.25	3	0.75
11	0.26	3	0.78
12	0.80	3	2.40
13	0.44	3	1.32
14	0.23	3	0.69
15	0.25	3	0.75
		ΣΑ =	17.82

ΤΟΙΧΟΙ : 84.60 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 17.82 m<sup>3</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 10.99 m<sup>2</sup>



Ζώνη: 1  
 Οροφος: Α ΟΡΟΦΟΣ  
 Προσανατολισμός: Δ

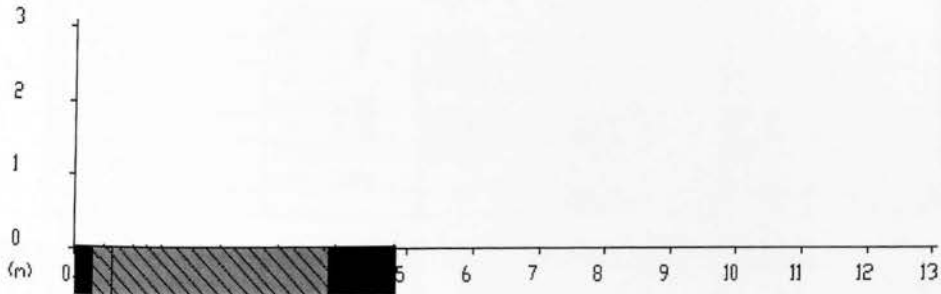
δομ. στοιχ.:	Τοιχοποιία
--------------	------------

ψφλ.	1.2	U=	0.398
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	1.40	3	3.60
2	0.55	3	0.93
3	4.25	3	9.78
4	1.40	3	3.60
5	0.55	3	0.93
6	4.25	3	9.78
7	1.40	3	3.60
8	0.55	3	0.93
9	4.25	3	9.78
		ΣΑ =	42.93

Ζώνη: 1  
 Όροφος: Α ΟΡΟΦΟΣ  
 Προσανατολισμός: Δ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	0.20	3	0.60
2	0.24	3	0.72
3	0.99	3	2.97
4	0.20	3	0.60
5	0.24	3	0.72
6	0.99	3	2.97
7	0.20	3	0.60
8	0.24	3	0.72
9	0.99	3	2.97
		ΣΑ =	12.87

ΤΟΙΧΟΙ : 42.93 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 12.87 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m<sup>2</sup>



Ζώνη: 1  
 Όροφος: Α ΟΡΟΦΟΣ  
 Προσανατολισμός: Β

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.398
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	3.40	3	7.03
2	4.80	3	6.37
3	1.35	3	0.30
4	3.10	3	4.57
5	3.40	3	7.03
6	4.80	3	6.37
7	1.35	3	0.30
8	3.10	3	4.57
9	3.40	3	7.03
10	4.80	3	6.37
11	1.35	3	0.30
12	3.10	3	4.57
		ΣΑ =	54.81

Ζώνη: 1  
 Όροφος: Α ΟΡΟΦΟΣ  
 Προσανατολισμός: Β

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.432



α	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδόν [m <sup>2</sup> ]
1	0.25	3	0.75
2	0.25	3	0.75
3	1.25	3	3.75
4	0.25	3	0.75
5	0.25	3	0.75
6	1.25	3	3.75
7	0.25	3	0.75
8	0.25	3	0.75
9	1.25	3	3.75
		ΣΑ =	15.75

ΤΟΙΧΟΙ : 54.81 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 15.75 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 43.28 m<sup>2</sup>



Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU [W/K]
A	Τοιχοποιία	0.398	36.36	1	14.47
A	Φέρων οργανισμός	0.432	20.34	1	8.79
N	Τοιχοποιία	0.398	84.60	1	33.67
N	Φέρων οργανισμός	0.432	17.82	1	7.70
Δ	Τοιχοποιία	0.398	42.93	1	17.09
Δ	Φέρων οργανισμός	0.432	12.87	1	5.56
B	Τοιχοποιία	0.398	54.81	1	21.81
B	Φέρων οργανισμός	0.432	15.75	1	6.80
			285.48		115.89

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU [W/K]
A	Τοιχοποιία	0.398	36.36	1	14.47
A	Φέρων οργανισμός	0.432	20.34	1	8.79
N	Τοιχοποιία	0.398	84.60	1	33.67
N	Φέρων οργανισμός	0.432	17.82	1	7.70
Δ	Τοιχοποιία	0.398	42.93	1	17.09
Δ	Φέρων οργανισμός	0.432	12.87	1	5.56
B	Τοιχοποιία	0.398	54.81	1	21.81
B	Φέρων οργανισμός	0.432	15.75	1	6.80
			285.48		115.89

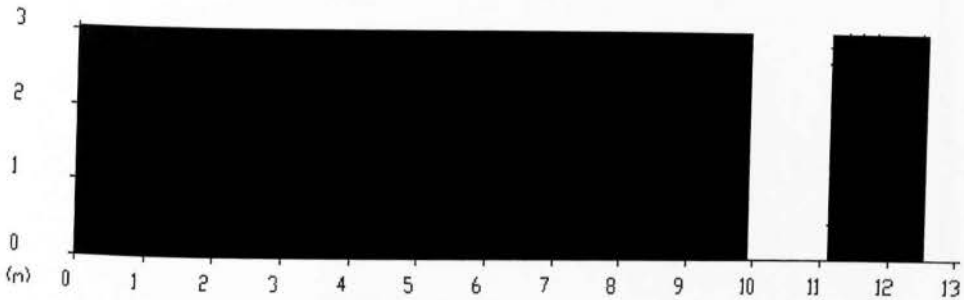
ώνη: 1  
ροφος: Α ΥΠΟΓΕΙΟ  
ροσανατολισμός: N

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2.2	U=	0.398
α	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδόν [m <sup>2</sup> ]
1	1.40	0.000	0.00
		ΣΑ =	0.00

ώνη: 1  
ροφος: Α ΥΠΟΓΕΙΟ  
ροσανατολισμός: N

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7.2	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	0.33	0.000	0.00
2	1.13	0.000	0.00
3	0.25	0.000	0.00
		ΣΑ =	0.00

ΤΟΙΧΟΙ : 0.05 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 34.78 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m<sup>2</sup>



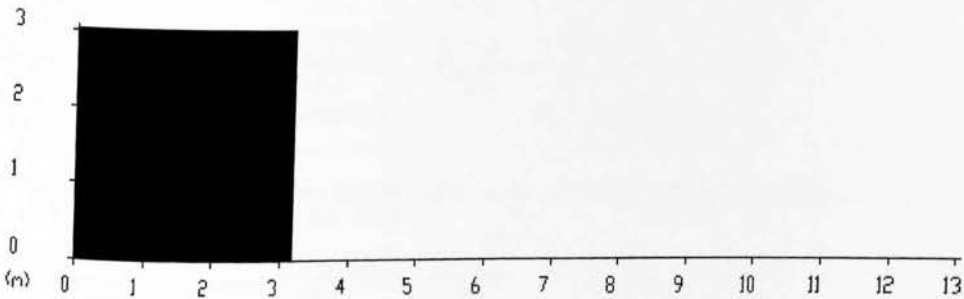
Ζώνη: 1  
 Όροφος: Α ΥΠΟΓΕΙΟ  
 Προσανατολισμός: ΝΔ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2.2	U=	0.398
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	3.15	0.000	0.00
		ΣΑ =	0.00

Ζώνη: 1  
 Όροφος: Α ΥΠΟΓΕΙΟ  
 Προσανατολισμός: ΝΔ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7.2	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	0.07	0.000	0.00
2	3.02	0.000	0.00
3	0.23	0.000	0.00
4	0.03	0.000	0.00
		ΣΑ =	0.00

ΤΟΙΧΟΙ : 0.00 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 10.05 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m<sup>2</sup>



Ζώνη: 1  
 Όροφος: Α ΥΠΟΓΕΙΟ  
 Προς Φ.Ε.

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία		
φύλ.:	1.2	U=	0.398	
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]
1	9.30	2.70	0.00	0.191
2	1.20	2.70	0.00	0.191

3	6.00	2.70	0.00	0.191
4	9.90	2.70	0.05	0.191
5	3.15	3.00	9.45	0.26
7	1.40	3.00	4.20	0.26
8	7.60	2.70	0.00	0.191
		ΣΑ =	16.63	

Ζώνη: 1  
Όροφος: Α ΥΠΟΓΕΙΟ  
Προς Φ.Ε.

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός		
φύλ.:	1.7	U=	0.432	
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]
1	9.05	2.70	24.44	0.227
2	0.25	2.70	0.68	0.227
3	9.30	0.30	2.79	0.140
4	0.20	2.70	0.54	0.227
5	1.00	2.70	2.70	0.227
6	1.20	0.30	0.36	0.140
7	0.62	2.70	1.67	0.227
8	0.45	2.70	1.22	0.227
9	0.20	2.70	0.54	0.227
10	3.25	0.30	0.98	0.140
11	0.20	2.70	0.54	0.227
12	5.78	2.70	15.61	0.227
13	0.20	2.70	0.54	0.227
14	6.00	0.30	1.80	0.140
15	4.03	2.70	10.88	0.227
16	5.65	2.70	15.26	0.227
17	0.20	2.70	0.54	0.227
18	9.90	0.30	2.97	0.140
19	0.07	3.00	0.21	0.27
20	3.02	3.00	9.06	0.27
21	0.23	3.00	0.69	0.27
22	0.03	3.00	0.09	0.27
23	0.33	3.00	0.99	0.27
24	1.13	3.00	3.39	0.27
25	0.25	3.00	0.75	0.27
26	0.25	2.70	0.68	0.227
27	7.61	2.70	20.55	0.227
28	7.60	0.30	2.28	0.140
		ΣΑ =	122.72	

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU [W/K]
N	Τοιχοποιία	0.398	0.00	1	0.00
N	Φέρων οργανισμός	0.432	0.00	1	0.00
NΔ	Τοιχοποιία	0.398	0.00	1	0.00
NΔ	Φέρων οργανισμός	0.432	0.00	1	0.00
Φ.Ε.	Τοιχοποιία	0.191	16.63	1	3.18
Φ.Ε.	Φέρων οργανισμός	0.227	122.72	1	27.86
			139.34		31.03

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU [W/K]
N	Τοιχοποιία	0.398	0.00	1	0.00
N	Φέρων οργανισμός	0.432	0.00	1	0.00
NΔ	Τοιχοποιία	0.398	0.00	1	0.00
NΔ	Φέρων οργανισμός	0.432	0.00	1	0.00
Φ.Ε.	Τοιχοποιία	0.191	16.63	1	3.18
Φ.Ε.	Φέρων οργανισμός	0.227	122.72	1	27.86
			139.34		31.03

Ζώνη: 1  
Όροφος: Β ΥΠΟΓΕΙΟ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία		
φύλ.:	1.2	U=	0.398	
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]
1	2.30	3	6.90	0.140
2	1.40	3	4.20	0.140
		ΣΑ =	11.10	

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU [W/K]
Φ.Ε.	Τοιχοποιία	0.140	11.10	1	1.55
			11.10		1.55

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU [W/K]
Φ.Ε.	Τοιχοποιία	0.140	11.10	1	1.55
			11.10		1.55

**5. Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία**

Ζώνη: 1  
 Όροφος: Α ΟΡΟΦΟΣ  
 Οροφή

δομ. στοιχ.:		Οροφή	
φύλ.:		U=	0.397
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	1	43.21	43.21
			43.21

Ζώνη: 1  
 Όροφος: Β ΥΠΟΓΕΙΟ  
 Δάπεδο προς έδαφος

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς έδαφος	
φύλ.:	2.2	U=	0.238
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	1	7.15	7.15
			7.15

Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

όροφος	δομικό στοιχείο	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	ΣΑxU [W/K]	b	b x ΣΑxU [W/K]
2	Οροφή	43.21	0.397	17.15	1.000	17.15
4	δάπεδο	7.15	0.238	1.70	1.000	1.70
		50.36				18.86

Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

όροφος	δομικό στοιχείο	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	ΣΑxU [W/K]	b	b x ΣΑxU [W/K]
2	Οροφή	43.21	0.397	17.15	1.000	17.15
4	δάπεδο	7.15	0.238	1.70	1.000	1.70
		50.36				18.86

**6. Διαφανή δομικά στοιχεία**

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανα όροφο για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Όροφος	Κουφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Τύπος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	UxA [W/K]
ΙΣΟΓΕΙΟ	B1	2.35	2.50	A6	5.88	3.342	19.63
	B2	3.80	2.50	A3	9.50	3.258	30.95
	A1	1.05	2.32	A8	2.44	3.209	7.82
	B4	2.15	2.10	A4	4.51	3.347	15.11
	N1	0.90	2.25	A10	2.02	3.197	6.47
	N2	0.80	2.10	A11	1.68	3.185	5.35
	N3	2.15	1.30	A7	2.80	3.219	9.00
	N4	1.50	0.44	A9	0.66	3.093	2.04
Α ΟΡΟΦΟΣ	N5	1.46	0.70	A12	1.02	3.154	3.22
	N6	1.76	1.50	A13	2.64	3.218	8.50
	B7	1.85	0.90	A16	1.66	3.189	5.31
	B8	3.65	2.20	A15	8.03	3.254	26.13
	B9	2.15	2.20	A14	4.73	3.241	15.33
	N5	1.46	0.70	A12	1.02	3.154	3.22
	N6	1.76	1.50	A13	2.64	3.218	8.50
	B7	1.85	0.90	A16	1.66	3.189	5.31
	B8	3.65	2.20	A15	8.03	3.254	26.13
	B9	2.15	2.20	A14	4.73	3.241	15.33
	N5	1.46	0.70	A12	1.02	3.154	3.22
	N6	1.76	1.50	A13	2.64	3.218	8.50
	B7	1.85	0.90	A16	1.66	3.189	5.31
	B8	3.65	2.20	A15	8.03	3.254	26.13
	B9	2.15	2.20	A14	4.73	3.241	15.33
	Α ΥΠΟΓΕΙΟ	B1	1.10	2.20	A17	2.42	3.210



Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Όροφος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Σ(UxA) [W/K]	n	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	n x Σ(UxA) [W/K]
ΙΣΟΓΕΙΟ	29.49	96.38	1	29.49	96.38
Α ΟΡΟΦΟΣ	54.26	175.46	1	54.26	175.46
Α ΥΠΟΓΕΙΟ	2.42	7.77	1	2.42	7.77
	0.00	0.00	1	0.00	0.00
Συνολικά:				86.17	279.61

## 7. Μη θερμαινόμενοι χώροι

## 8. Θερμογέφυρες

Για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

αα	επίπεδο	κατηγορία	$\Psi$ [W/(mK)]	l [m]	b	$\Sigma(bxix\Psi)$ [W/K]
1	1	AK - 4	0.550	2.35	1	1.3
2	1	AK - 4	0.550	2.35	1	1.3
3	1	Λ - 4	0.200	2.50	1	0.5
4	1	Λ - 4	0.200	2.50	1	0.5
5	1	AK - 4	0.550	3.80	1	2.1
6	1	AK - 4	0.550	3.80	1	2.1
7	1	Λ - 4	0.200	2.50	1	0.5
8	1	Λ - 4	0.200	2.50	1	0.5
9	1	AK - 4	0.550	1.05	1	0.6
10	1	AK - 4	0.550	1.05	1	0.6
11	1	Λ - 4	0.200	2.32	1	0.5
12	1	Λ - 4	0.200	2.32	1	0.5
13	1	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
14	1	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
15	1	Λ - 4	0.200	2.10	1	0.4
16	1	Λ - 4	0.200	2.10	1	0.4
17	1	AK - 4	0.550	0.90	1	0.5
18	1	AK - 4	0.550	0.90	1	0.5
19	1	Λ - 4	0.200	2.25	1	0.5
20	1	Λ - 4	0.200	2.25	1	0.5
21	1	AK - 4	0.550	0.80	1	0.4
22	1	AK - 4	0.550	0.80	1	0.4
23	1	Λ - 4	0.200	2.10	1	0.4
24	1	Λ - 4	0.200	2.10	1	0.4
25	1	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
26	1	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
27	1	Λ - 4	0.200	1.30	1	0.3
28	1	Λ - 4	0.200	1.30	1	0.3
29	1	AK - 4	0.550	1.50	1	0.8
30	1	AK - 4	0.550	1.50	1	0.8
31	1	Λ - 4	0.200	0.44	1	0.1
32	1	Λ - 4	0.200	0.44	1	0.1
33	2	AK - 4	0.550	1.46	1	0.8
34	2	AK - 4	0.550	1.46	1	0.8
35	2	Λ - 4	0.200	0.70	1	0.1
36	2	Λ - 4	0.200	0.70	1	0.1
37	2	AK - 4	0.550	1.76	1	1.0
38	2	AK - 4	0.550	1.76	1	1.0
39	2	Λ - 4	0.200	1.50	1	0.3
40	2	Λ - 4	0.200	1.50	1	0.3
41	2	AK - 4	0.550	1.85	1	1.0
42	2	AK - 4	0.550	1.85	1	1.0
43	2	Λ - 4	0.200	0.90	1	0.2
44	2	Λ - 4	0.200	0.90	1	0.2
45	2	AK - 4	0.550	3.65	1	2.0
46	2	AK - 4	0.550	3.65	1	2.0
47	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
48	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
49	2	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
50	2	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
51	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
52	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
53	2	AK - 4	0.550	1.46	1	0.8
54	2	AK - 4	0.550	1.46	1	0.8
55	2	Λ - 4	0.200	0.70	1	0.1
56	2	Λ - 4	0.200	0.70	1	0.1
57	2	AK - 4	0.550	1.76	1	1.0
58	2	AK - 4	0.550	1.76	1	1.0
59	2	Λ - 4	0.200	1.50	1	0.3
60	2	Λ - 4	0.200	1.50	1	0.3
61	2	AK - 4	0.550	1.85	1	1.0
62	2	AK - 4	0.550	1.85	1	1.0
63	2	Λ - 4	0.200	0.90	1	0.2
64	2	Λ - 4	0.200	0.90	1	0.2
65	2	AK - 4	0.550	3.65	1	2.0
66	2	AK - 4	0.550	3.65	1	2.0
67	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
68	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
69	2	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
70	2	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
71	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
72	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4

74	2	AK - 4	0.550	1.46	1	0.8
75	2	Λ - 4	0.200	0.70	1	0.1
76	2	Λ - 4	0.200	0.70	1	0.1
77	2	AK - 4	0.550	1.76	1	1.0
78	2	AK - 4	0.550	1.76	1	1.0
79	2	Λ - 4	0.200	1.50	1	0.3
80	2	Λ - 4	0.200	1.50	1	0.3
81	2	AK - 4	0.550	1.85	1	1.0
82	2	AK - 4	0.550	1.85	1	1.0
83	2	Λ - 4	0.200	0.90	1	0.2
84	2	Λ - 4	0.200	0.90	1	0.2
85	2	AK - 4	0.550	3.65	1	2.0
86	2	AK - 4	0.550	3.65	1	2.0
87	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
88	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
89	2	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
90	2	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
91	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
92	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
93	3	AK - 4	0.550	1.10	1	0.6
94	3	AK - 4	0.550	1.10	1	0.6
95	3	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
96	3	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
				177.24		69.3

τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	Σ(bxIxΨ) [W/K]
1	1	AK - 4	0.550	2.35	1	1.3
2	1	AK - 4	0.550	2.35	1	1.3
3	1	Λ - 4	0.200	2.50	1	0.5
4	1	Λ - 4	0.200	2.50	1	0.5
5	1	AK - 4	0.550	3.80	1	2.1
6	1	AK - 4	0.550	3.80	1	2.1
7	1	Λ - 4	0.200	2.50	1	0.5
8	1	Λ - 4	0.200	2.50	1	0.5
9	1	AK - 4	0.550	1.05	1	0.6
10	1	AK - 4	0.550	1.05	1	0.6
11	1	Λ - 4	0.200	2.32	1	0.5
12	1	Λ - 4	0.200	2.32	1	0.5
13	1	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
14	1	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
15	1	Λ - 4	0.200	2.10	1	0.4
16	1	Λ - 4	0.200	2.10	1	0.4
17	1	AK - 4	0.550	0.90	1	0.5
18	1	AK - 4	0.550	0.90	1	0.5
19	1	Λ - 4	0.200	2.25	1	0.5
20	1	Λ - 4	0.200	2.25	1	0.5
21	1	AK - 4	0.550	0.80	1	0.4
22	1	AK - 4	0.550	0.80	1	0.4
23	1	Λ - 4	0.200	2.10	1	0.4
24	1	Λ - 4	0.200	2.10	1	0.4
25	1	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
26	1	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
27	1	Λ - 4	0.200	1.30	1	0.3
28	1	Λ - 4	0.200	1.30	1	0.3
29	1	AK - 4	0.550	1.50	1	0.8
30	1	AK - 4	0.550	1.50	1	0.8
31	1	Λ - 4	0.200	0.44	1	0.1
32	1	Λ - 4	0.200	0.44	1	0.1
33	2	AK - 4	0.550	1.46	1	0.8
34	2	AK - 4	0.550	1.46	1	0.8
35	2	Λ - 4	0.200	0.70	1	0.1
36	2	Λ - 4	0.200	0.70	1	0.1
37	2	AK - 4	0.550	1.76	1	1.0
38	2	AK - 4	0.550	1.76	1	1.0
39	2	Λ - 4	0.200	1.50	1	0.3
40	2	Λ - 4	0.200	1.50	1	0.3
41	2	AK - 4	0.550	1.85	1	1.0
42	2	AK - 4	0.550	1.85	1	1.0
43	2	Λ - 4	0.200	0.90	1	0.2
44	2	Λ - 4	0.200	0.90	1	0.2
45	2	AK - 4	0.550	3.65	1	2.0
46	2	AK - 4	0.550	3.65	1	2.0
47	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4

49	2	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
50	2	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
51	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
52	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
53	2	AK - 4	0.550	1.46	1	0.8
54	2	AK - 4	0.550	1.46	1	0.8
55	2	Λ - 4	0.200	0.70	1	0.1
56	2	Λ - 4	0.200	0.70	1	0.1
57	2	AK - 4	0.550	1.76	1	1.0
58	2	AK - 4	0.550	1.76	1	1.0
59	2	Λ - 4	0.200	1.50	1	0.3
60	2	Λ - 4	0.200	1.50	1	0.3
61	2	AK - 4	0.550	1.85	1	1.0
62	2	AK - 4	0.550	1.85	1	1.0
63	2	Λ - 4	0.200	0.90	1	0.2
64	2	Λ - 4	0.200	0.90	1	0.2
65	2	AK - 4	0.550	3.65	1	2.0
66	2	AK - 4	0.550	3.65	1	2.0
67	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
68	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
69	2	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
70	2	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
71	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
72	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
73	2	AK - 4	0.550	1.46	1	0.8
74	2	AK - 4	0.550	1.46	1	0.8
75	2	Λ - 4	0.200	0.70	1	0.1
76	2	Λ - 4	0.200	0.70	1	0.1
77	2	AK - 4	0.550	1.76	1	1.0
78	2	AK - 4	0.550	1.76	1	1.0
79	2	Λ - 4	0.200	1.50	1	0.3
80	2	Λ - 4	0.200	1.50	1	0.3
81	2	AK - 4	0.550	1.85	1	1.0
82	2	AK - 4	0.550	1.85	1	1.0
83	2	Λ - 4	0.200	0.90	1	0.2
84	2	Λ - 4	0.200	0.90	1	0.2
85	2	AK - 4	0.550	3.65	1	2.0
86	2	AK - 4	0.550	3.65	1	2.0
87	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
88	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
89	2	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
90	2	AK - 4	0.550	2.15	1	1.2
91	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
92	2	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
93	3	AK - 4	0.550	1.10	1	0.6
94	3	AK - 4	0.550	1.10	1	0.6
95	3	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
96	3	Λ - 4	0.200	2.20	1	0.4
				177.24		69.3

**9. Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου  $U_{m1}$  του κτιρίου**

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Θερμική Ζώνη	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Ύψος [m]	Όγκος [m <sup>3</sup> ]
2486 ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ	294.30	3.00	883
Συνολικά			883

	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨxI] [W/K]
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	525.1	185.4
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	136.8	53.2
διαφανή δομικά στοιχεία	90.7	295.3
θερμογέφυρες	-	69.3
Συνολικά	752.6	603.2

$$\Sigma A/V=752.60(\text{m}^2)/882.90(\text{m}^3)=0.852$$

Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,\max} 0.804[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$

Πραγματοποιούμενο  $U_m=603.2(\text{W}/\text{K})/752.60(\text{m}^2)=0.801<0.804[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$



## 10. Υπολογισμός αθέλητου αερισμού

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανα όροφο για τον υπολογισμό αθέλητου αερισμού

Όροφος	Τύπος	Κούφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)]	Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /h]
ΙΣΟΓΕΙΟ	παράθυρο	A6	2.35	2.50	5.88	8.12	48
	παράθυρο	A3	3.80	2.50	9.50	8.12	77
	παράθυρο	A8	1.05	2.32	2.44	8.12	20
	παράθυρο	A4	2.15	2.10	4.51	8.12	37
	παράθυρο	A10	0.90	2.25	2.02	8.12	16
	παράθυρο	A11	0.80	2.10	1.68	8.12	14
	παράθυρο	A7	2.15	1.30	2.80	8.12	23
	παράθυρο	A9	1.50	0.44	0.66	8.12	5
	Α ΟΡΟΦΟΣ	παράθυρο	A12	1.46	0.70	1.02	8.12
παράθυρο		A13	1.76	1.50	2.64	8.12	21
παράθυρο		A16	1.85	0.90	1.66	8.12	14
παράθυρο		A15	3.65	2.20	8.03	8.12	65
παράθυρο		A14	2.15	2.20	4.73	8.12	38
παράθυρο		A12	1.46	0.70	1.02	8.12	8
παράθυρο		A13	1.76	1.50	2.64	8.12	21
παράθυρο		A16	1.85	0.90	1.66	8.12	14
παράθυρο		A15	3.65	2.20	8.03	8.12	65
παράθυρο		A14	2.15	2.20	4.73	8.12	38
παράθυρο		A12	1.46	0.70	1.02	8.12	8
παράθυρο		A13	1.76	1.50	2.64	8.12	21
παράθυρο		A16	1.85	0.90	1.66	8.12	14
παράθυρο		A15	3.65	2.20	8.03	8.12	65
παράθυρο		A14	2.15	2.20	4.73	8.12	38
Α ΥΠΟΓΕΙΟ		παράθυρο	A17	1.10	2.20	2.42	8.12
Β ΥΠΟΓΕΙΟ	πόρτα	A19	0.98	2.40	2.35	10.34	24
	πόρτα	A18	0.90	2.40	2.16	10.34	22
Συνολικά							746

Στη διείσδυση αέρα έχει ληφθεί υπόψη συντελεστής διεισδυτικότητας R=0.7 και συντελεστής θέσης H=1.87, σύμφωνα με την παράγραφο 3.4.2 της ΤΟΤΕΕ

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ**

**Διεύθυνση .....**

## **Μελέτη ενεργειακής απόδοσης**

**Έργο: ΝΕΑ ΔΙΩΡΟΦΗ ΟΙΚΟΔΟΜΗ ΜΕ ΔΥΟ ΥΠΟΓΕΙΑ**

**Διεύθυνση: ΣΚΥΡΟΥ ΔΗΜ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ  
ΜΕΣΟΓ.ΝΟΜΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

**Μελετητές: ΣΔ**

26 Ιανουαρίου 2011

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική, βάσει του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89) , για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με το άρθρο 10 και 10Α του νόμου 3851/2010. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β 407/9.4.2010) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Ειδικότερα, η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

- 20701-1/2010: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»,
- 20701-2/2010: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»,
- 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων»,

Η ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.) πέραν του άμεσου κέρδους, εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) και συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού - θέρμανσης (Σ.Η.Θ.) θα καλυφθεί στην αμέσως επόμενη φάση με την έκδοση των ακόλουθων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. που θα καθορίσουν με σαφήνεια τις παραμέτρους και τις προδιαγραφές των σχετικών μελετών - εγκαταστάσεων :

- 20701-X/2010: "Βιοκλιματικός σχεδιασμός".
- 20701-X/2010: "Εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. σε κτήρια".
- 20701-X/2010: "Εγκαταστάσεις Σ.Η.Θ. σε κτήρια".

Σύμφωνα με την εγκύκλιο οικ. 1603/4.10.2010: "Για την καλύτερη δυνατή εφαρμογή των απαιτήσεων της παραγράφου 1 του άρθρου 8 "Σχεδιασμός Κτηρίου", απαιτείται συστηματική προσέγγιση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηρίου με επαρκή τεχνική τεκμηρίωση, στη βάση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας και έως την έκδοση σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Στην περίπτωση που αποδεδειγμένα υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί (πολεοδομικού, τεχνικού, αισθητικού, οικονομικού χαρακτήρα, κ.ά.) που ενδεχομένως αποκλείουν την εφαρμογή της βέλτιστης ενεργειακά λύσης, υποβάλλεται υποχρεωτικά Τεχνική Έκθεση, η οποία θα τεκμηριώνει επαρκώς τους λόγους μη εφαρμογής κάθε μίας από τις περιπτώσεις της παραγράφου 1 του άρθρου 8. "

Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας για τη σωστή λειτουργία του κτηρίου, μέσω:

- του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηριακού κελύφους, αξιοποιώντας τη θέση του κτηρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης, κ.ά,
- της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, δηλαδή συνδυασμό υαλοπίνακα, αλλά και πλαισίου,
- της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγγένης) πρωτογενούς ενέργειας,
- της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως, ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) κ.ά. και
- της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

## 2.2. Τοπογραφία Οικόπεδου Κτηρίου

Στο επισυναπτόμενο τοπογραφικό που ακολουθεί δίνεται η ακριβή θέση του κτηρίου στο οικόπεδο όπου φαίνονται οι αποστάσεις που θα έχει σε σχέση με τα γειτονικά κτήρια.

## 3. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. , το κτήριο έχει σχεδιασθεί, λαμβάνοντας υπόψη:

- τη χωροθέτηση του κτηρίου και τον προσανατολισμό του στο οικόπεδο,
- την εσωτερική χωροθέτηση χώρων λόγω λειτουργιών του κτηρίου.
- την κατάλληλη χωροθέτηση των ανοιγμάτων για επαρκή ηλιασμό, φυσικό φωτισμό και φυσικό δροσισμό, καθώς και την ηλιοπροστασία τους,
- την ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός παθητικού ηλιακού συστήματος, ενός εκ των οποίων δύναται να είναι το σύστημα του άμεσου κέρδους,
- διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.

Ακόμη, σύμφωνα με το άρθρο 11 του Κ.Εν.Α.Κ. τα περιεχόμενα της ενεργειακής μελέτης τα οποία λαμβάνονται υπόψη και για τον ενεργειακό σχεδιασμό είναι τα ακόλουθα:

- γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτηρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.),
- τεκμηρίωση της χωροθέτησης και προσανατολισμού του κτηρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση,
- τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος,
- τεκμηρίωση του σχεδιασμού και χωροθέτησης των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φωτισμού και αερισμού (ποσοστό, τύπος και εμβαδόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό),
- χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού),
- περιγραφή λειτουργίας των παθητικών ηλιακών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο: υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους κατακόρυφης/ κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30° από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης,
- περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτηρίου ανά προσανατολισμό: διαστάσεις και υλικά κατασκευής, τύπος (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα) και ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης για
  - την 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο: μικρότερη διάρκεια ημέρας και χαμηλότερη θέση ήλιου)
  - την 21<sup>η</sup> Ιουνίου, (θερινό ηλιοστάσιο: μεγαλύτερη διάρκεια ημέρας και υψηλότερη θέση ήλιου)
- γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού.
- σχεδιαστική απεικόνιση με κατασκευαστικές λεπτομέρειες της θερμομονωτικής στρώσης, των παθητικών συστημάτων και των συστημάτων ηλιοπροστασίας στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου (κατόψεις, όψεις, τομές).

### 3.1. Χωροθέτηση κτηρίου στο οικοπέδο

Το κτήριο θα ανεγερθεί εντός του πυκνοκατοικημένου αστικού ιστού μη επιτρέποντας ουσιαστικά τη βέλτιστη εκμετάλλευση των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Παρ' όλα αυτά, η τοποθέτηση του κτηρίου στο οικοπέδο θα γίνει με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να γίνει δυνατή η μερική τουλάχιστον εκμετάλλευση των βασικών κλιματικών παραμέτρων.

Η χωροθέτηση του κτηρίου στο οικοπέδο θα γίνει ώστε στη βόρεια όψη του να τοποθετηθούν ελάχιστα ανοίγματα. Αντίθετα, στη νότια όψη ο σχεδιασμός θα εκμεταλλευτεί το γεγονός ότι τα απέναντι κτίρια είναι χαμηλότερα και σε μεγάλη απόσταση.

Στις εικόνες 3.1 - 3.6 δίνεται ο σκιασμός του οικοπέδου την 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου και την 21 Ιουνίου για τις ώρες 9:00, 12:00 και 15:00 (ηλιακός χρόνος). Στο σχέδιο σκιασμού του οικοπέδου (ENAK 1) δίνεται το αζιμούθιο του ήλιου για τις προαναφερθείσες ώρες και μέρες, ενώ στο σχέδιο σκιασμού των όψεων (ENAK 2) δίνεται το ηλιακό ύψος για την 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου και την 21<sup>η</sup> Ιουνίου, για την ανατολική όψη στις 09:00, για τη νότια στις 12:00 και για τη δυτική στις 15:00.

Όπως προκύπτει από τις παρακάτω εικόνες και το σχέδιο σκιασμού των όψεων κατά τη διάρκεια της χειμερινής και της θερινής περιόδου, το κτήριο θα σκιάζεται μερικώς υπό προϋποθέσεις. Τα στοιχεία αυτά θα χρησιμοποιηθούν και στους αντίστοιχους υπολογισμούς του προγράμματος.

**Παρατήρηση:** οι εικόνες παρακάτω έχουν παραχθεί με χρήση λογισμικού και δεν θεωρούνται απαραίτητα στοιχείο της μελέτης. Αντίθετα, το σχέδιο σκιασμού των όψεων που συνοδεύει την παρούσα μελέτη αποτελεί απαραίτητο συστατικό της αρχιτεκτονικής τεκμηρίωσης. Οι γωνίες που αποτυπώνονται στο σχέδιο είναι οι κατακόρυφες γωνίες σκιάς (Vertical Shadow Angle) και υπολογίζονται από τη σχέση:

$$VSA = \arctan(\tan(\alpha) / \cos(HSA)) \quad [3.1]$$

όπου:

- $\alpha$  το ηλιακό ύψος και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και
- $HSA$  η οριζόντια γωνία σκιάς (Horizontal Shadow Angle).

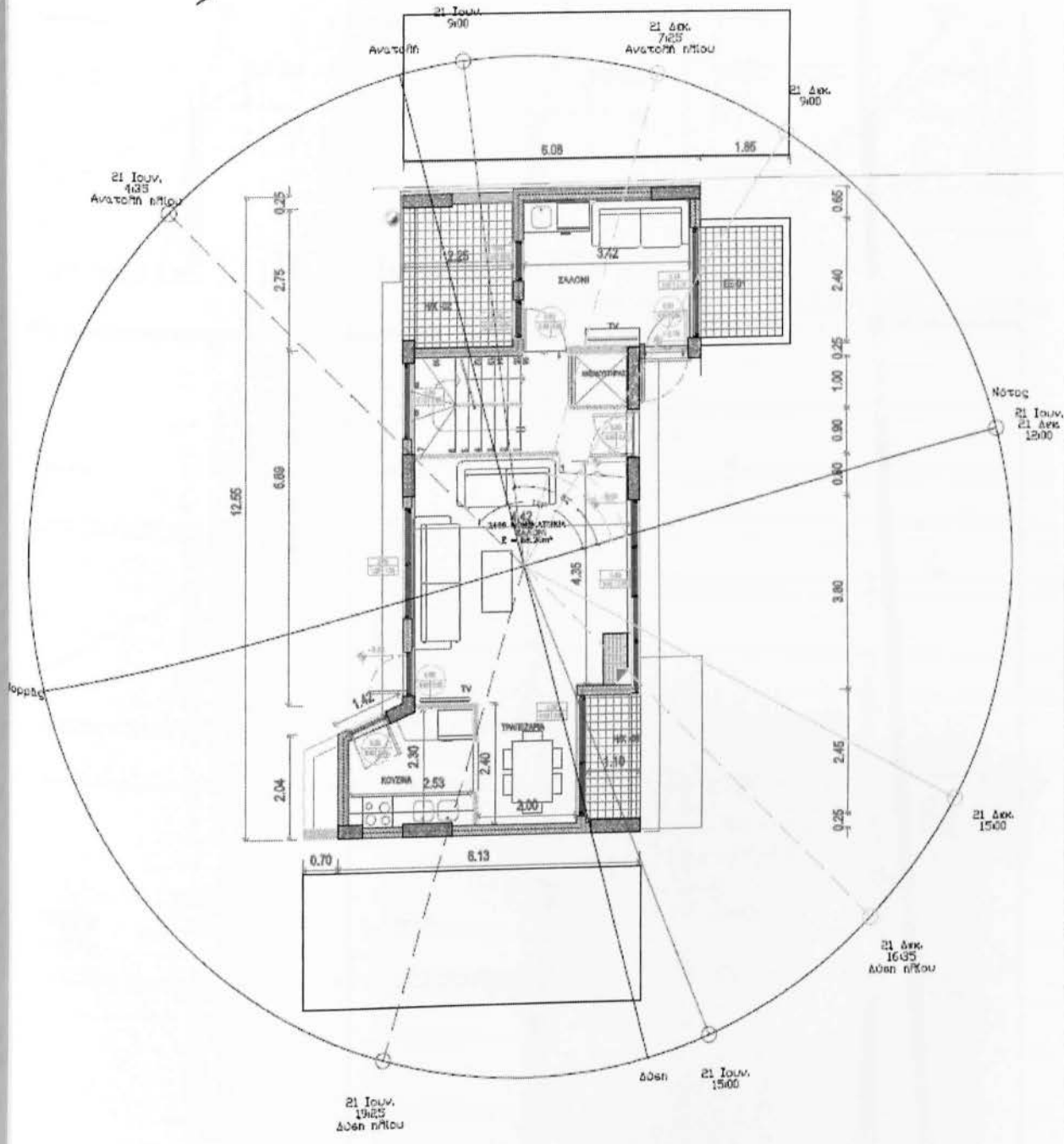
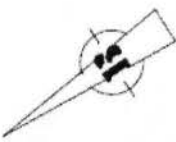
Η οριζόντια γωνία σκιάς ( $HSA$ ) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$HSA = |\gamma_s - \gamma| \leq 90^\circ \quad [3.2]$$

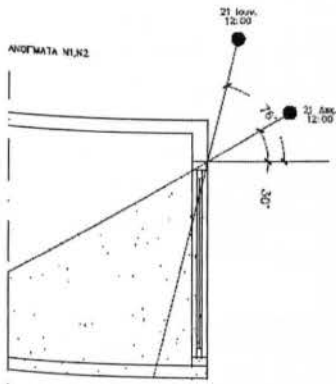
όπου:

- $\gamma_s$  το ηλιακό αζιμούθιο και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010
- $\gamma$  το αζιμούθιο της όψης.

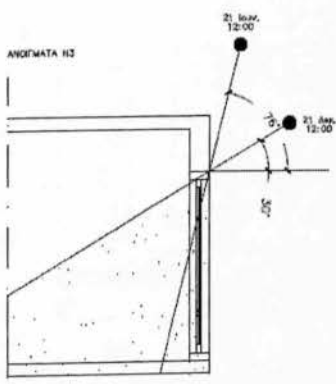
Στις παραπάνω σχέσεις, καθώς και στις σχέσεις 4.11 και 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. η αφετηρία μέτρησης του αζιμουθίου ορίζεται ο νότος, και λαμβάνει θετικές και αρνητικές τιμές.



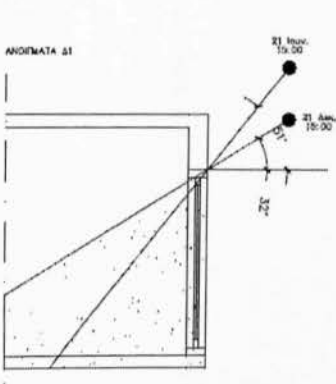
ANOFMATA NLK2



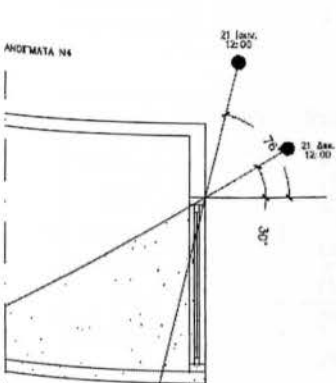
ANOFMATA H3



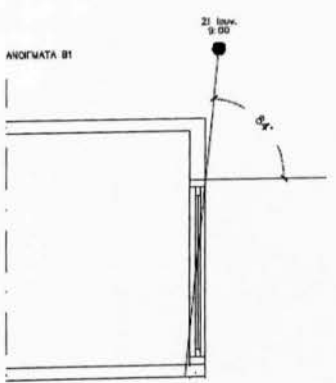
ANOFMATA Δ1



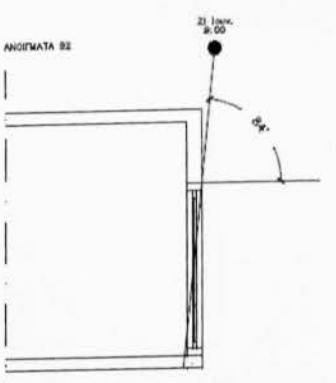
ANOFMATA N4



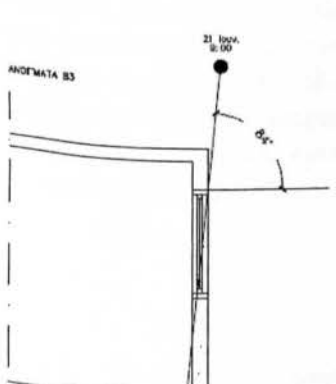
ANOFMATA B1



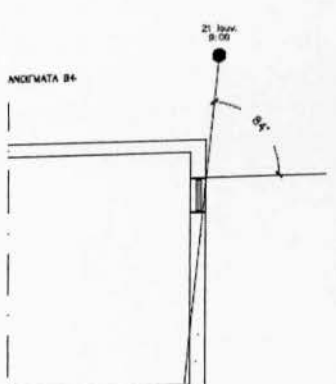
ANOFMATA B2



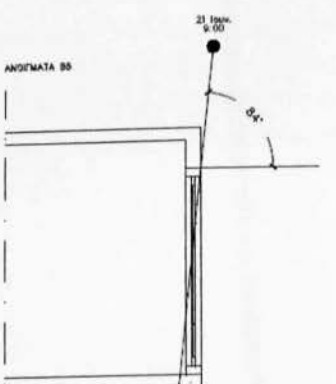
ANOFMATA B3



ANOFMATA B4



ANOFMATA B5





				Προσανατολισμός		Προσανατολισμός		Προσανατολισμός	
				N	15	Δ	105	N	15
Ημέρα	Ηλιακή ώρα	Ηλιακό ύψος	Ηλιακό αζιμούθιο	HSA	VSA	HSA	VSA	HSA	VSA
21η Ιουνίου	9:00	49	-82	-97	-84	-187	-49	-97	-84
	12:00	75	0	-15	76	-105	-86	-15	76
	15:00	49	82	68	72	-22	51	68	72
21η Δεκεμβρίου	9:00	16	-43	-57	28	-147	-19	-57	28
	12:00	29	0	-15	30	-105	-66	-15	30
	15:00	16	43	28	18	-62	32	28	18
				Προσανατολισμός		Προσανατολισμός		Προσανατολισμός	
				B	-165	B	-165	B	-165
Ημέρα	Ηλιακή ώρα	Ηλιακό ύψος	Ηλιακό αζιμούθιο	HSA	VSA	HSA	VSA	HSA	VSA
21η Ιουνίου	9:00	49	-82	83	84	83	84	83	84
	12:00	75	0	165	-76	165	-76	165	-76
	15:00	49	82	248	-72	248	-72	248	-72
21η Δεκεμβρίου	9:00	16	-43	123	-28	123	-28	123	-28
	12:00	29	0	165	-30	165	-30	165	-30
	15:00	16	43	208	-18	208	-18	208	-18
				Προσανατολισμός					
				A	-99				
Ημέρα	Ηλιακή ώρα	Ηλιακό ύψος	Ηλιακό αζιμούθιο	HSA	VSA				
21η Ιουνίου	9:00	49	-82	17	50				
	12:00	75	0	99	-88				
	15:00	49	82	181	-49				
21η Δεκεμβρίου	9:00	16	-43	56	27				
	12:00	29	0	99	-74				
	15:00	16	43	142	-20				

### 3.1 Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτήριο

Ο εσωτερικός σχεδιασμός και η διαμόρφωση των χώρων στο κτήριο, έγιναν με γνώμονα τη μέγιστη εκμετάλλευση ή αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα με την εποχή. Έγινε προσπάθεια τοποθέτησης ορισμένων εκ των κύριων χώρων στο νότιο προσανατολισμό, αλλά και στον ανατολικό, ώστε κατά τους χειμερινούς μήνες να γίνει δυνατή η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας τις πρωινές ώρες, ενώ κατά τους θερινούς μήνες να είναι ευχάριστη η χρήση των χώρων αυτών, προτού η εξωτερική θερμοκρασία να ανέβει αισθητά. Τέλος, η τοποθέτηση ορισμένων χώρων στους δυτικούς προσανατολισμούς έγινε ώστε να είναι δυνατή η χρήση του φυσικού δροσισμού ακόμη και τις πρώτες πρωινές ώρες κατά τη θερινή περίοδο.

### 3.2. Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων

Ως μέσο ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων επιλέχθηκαν οι πρόβολοι. Σε συνδυασμό με την κινητή ηλιοπροστασία, η οποία όμως δεν λαμβάνεται υπόψη κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου θεωρούνται ότι προσφέρουν επαρκή προστασία.

Πιο συγκεκριμένα, ο σκιασμός που προσφέρεται στο κτήριο φαίνεται αναλυτικά για κάθε άνοιγμα, για την 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου και την 21<sup>η</sup> Ιουνίου στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων (ENAK 3 - ENAK 5). Για τα ανατολικά ανοίγματα δίνεται ο σκιασμός στις 09:00, για τα νότια στις 12:00 και για τα δυτικά στις 15:00.

Σε όλα τα σχέδια δίνεται το ηλιακό αζιμούθιο για τις ίδιες μέρες και ώρες.

Οι συντελεστές σκίασης των ανοιγμάτων φαίνονται στα επισυναπτόμενα σχέδια.

**Παρατήρηση:** Οι γωνίες που αποτυπώνονται στο σχέδιο είναι οι κατακορυφες γωνίες σκιάς που υπολογίζονται σύμφωνα με τη σχέση [3.1] της παρούσας μελέτης.

### **3.3. Φυσικός Φωτισμός**

Σε όλους τους κυρίως χώρους θα τοποθετηθούν ανοίγματα τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχει ειδική πρόνοια να τοποθετηθούν μεγάλα ανοίγματα.

### **3.4. Φυσικός Δροσισμός**

Προσπάθεια θα γίνει επίσης να τοποθετηθούν ανοίγματα σε όλους τους χώρους, τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φυσικό δροσισμό.

### **3.5. Παθητικά ηλιακά συστήματα κτηρίου**

Όπως φαίνεται και στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων, κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει επαρκής ηλιασμός ενώ κατά την περίοδο του θέρους η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται στο ελάχιστο. Έχει γίνει προσπάθεια ούτως ώστε το κτήριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας.

### **3.6. Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος**

#### 4. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων και κτηρίου

Σύμφωνα με την Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 4.1:

**Πίνακας 4.1:** Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U <sub>R</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U <sub>T</sub>	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλότες)	U <sub>FA</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U <sub>TU</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U <sub>TB</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U <sub>FU</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U <sub>FB</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U <sub>W</sub>	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες ή μερικές ανοιγόμενες	U <sub>GF</sub>	2,20	2,00	1,80	1,80

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 4.2:

**Πίνακας 4.2:** Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του

Λόγος A/V [m <sup>-1</sup> ]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U <sub>m</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

1. Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.1.
2. Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U<sub>m</sub> και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια του πίνακα 4.2.

#### 1) Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικού στοιχείου

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων, όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U<sub>m</sub> του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_v + R_a} \quad [4.1]$$

όπου,  $d_j$  το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού  $j$ ,  
 $\lambda_j$  ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού  $j$ ,  
 $R_i$  και  $R_a$  οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατατέρωθεν του δομικού στοιχείου και  $R_v$  η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου  $U_w$  δίνεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad [4.2]$$

όπου,  $U_f$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,  
 $U_g$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος  
 $A_f$  το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,  
 $A_g$  το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,  
 $l_g$  το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και  
 $\Psi_g$  ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta, \sigma, \max} \quad [4.3]$$

όπου  $U$  ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων [4.1] ή [4.2] και

$U_{\delta, \sigma, \max}$  η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο [πίνακας 4.1].

## 2) Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα 4.1, απαιτείται και το κτήριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμικής διαπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^v l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [4.4]$$

όπου:  $A_j$  το εμβαδό δομικού στοιχείου  $j$   
 $U_j$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου  $j$ ,  
 $\Psi_i$  ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας  $i$ ,  
 $l_i$  το μήκος της θερμογέφυρας  $i$  και  
 $b$  μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

$$U_m \leq U_{m,max} \quad [4.5]$$

Όπου  $U_{m,max}$  είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου και δίνεται στον πίνακα 4.1.

Σε περίπτωση που  $U_m > U_{m,max}$  ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει μια εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

1. να βελτιώσει τη θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
2. να βελτιώσει τη θερμική προστασία των διαφανών δομικών στοιχείων,
3. να μειώσει τη δημιουργία θερμογεφυρών στο κτηριακό κέλυφος, τροποποιώντας τον σχεδιασμό των δομικών στοιχείων στα οποία οφείλονται αυτές.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών, ο μελετητής έχει δύο επιλογές:

1. να επακολουθήσει την απλουστευμένη μέθοδο με χρήση του πίνακα 15, της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010
2. να κάνει αναλυτικά τους υπολογισμούς με χρήση των πινάκων 15α έως και 15λ της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

Ο μειωτικός συντελεστής  $b$  υπολογίζεται με χρήση της σχέσης 2.21 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Εναλλακτικά, και για λόγους απλοποίησης, μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,5.

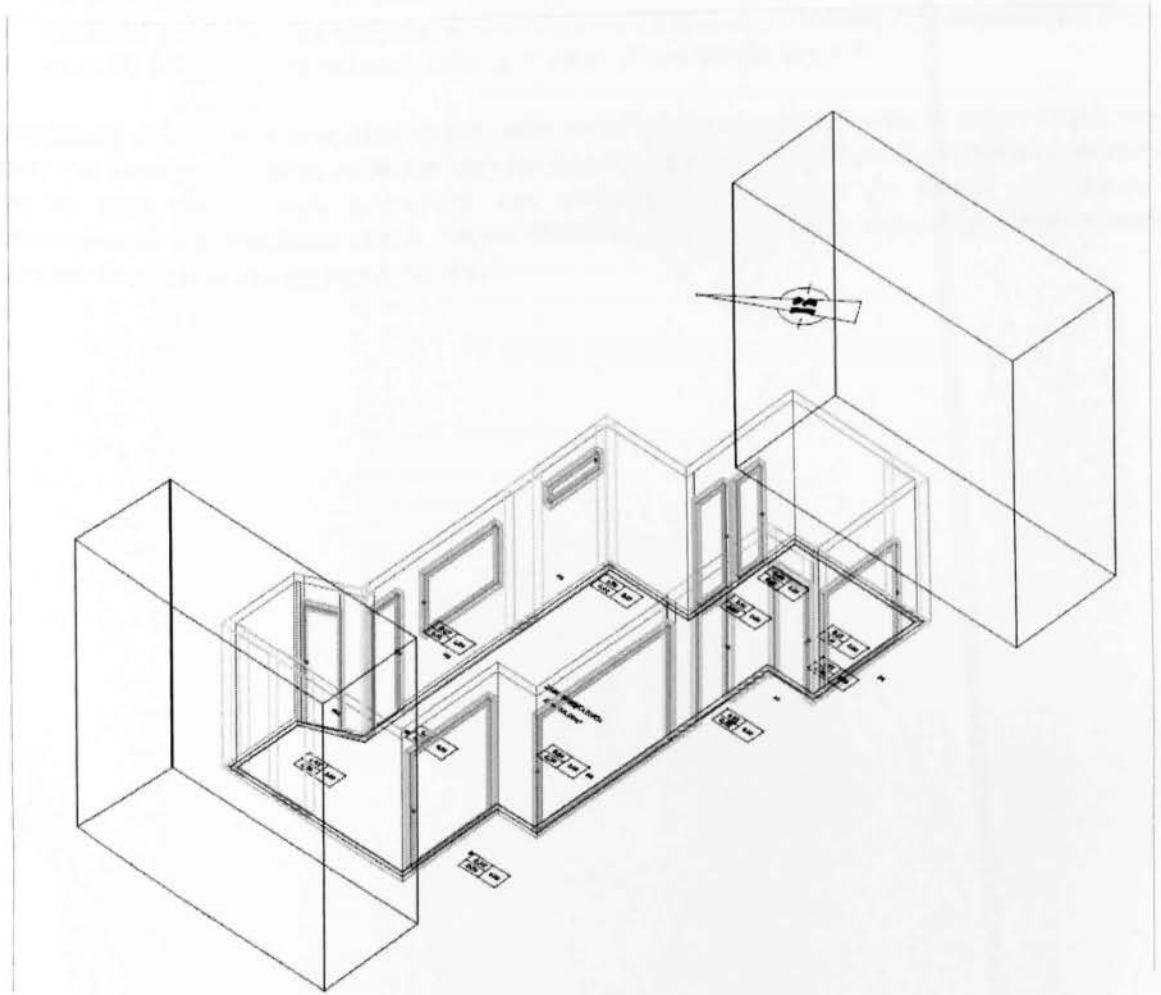
Στην παρούσα μελέτη ακολουθείται η απλουστευμένη μέθοδος υπολογισμού των θερμογεφυρών και ο μειωτικός συντελεστής  $b$  θεωρείται ίσος με 0,5.

#### 4.1. Γενικά στοιχεία κτηρίου

Το κτήριο θα κατασκευαστεί στην Αθήνα, οπότε βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. ανήκει στη Β κλιματική ζώνη. Κάθε δομικό στοιχείο πρέπει να έχει συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από αυτούς που δίνονται στον πίνακα 4.1 για την Β κλιματική ζώνη.

Οι κύριοι χώροι του κτηρίου καθώς και το πρώτο υπόγειο θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι, οπότε οφείλουν να είναι θερμομονωμένοι. Το δεύτερο υπόγειο θεωρείται μη θερμαινόμενος χώρος.

Στο σχήμα 4.1 δίνονται οι θερμαινόμενοι χώροι του κτηρίου.



Σχήμα 4.1: Θερμαινόμενοι χώροι του κτηρίου. Με κόκκινη γραμμή σημειώνεται η θερμομόνωση.

Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου φέρει θερμομόνωση εξωτερικά, ενώ οι τοιχοποιίες πλήρωσης έχουν θερμομόνωση στον πυρήνα.

Η συλλογή των γεωμετρικών οεοομένων και οι υπολογισμοί των θερμικών χαρακτηριστικών των επιφανειών του κτηρίου γίνεται έχοντας υπόψη τα εξής:

1. για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και κατ' επέκταση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου είναι απαραίτητα όχι μόνο τα θερμικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θερμαινόμενων χώρων αλλά και των μη θερμαινόμενων σε επαφή με τους θερμαινόμενους,
2. τα δομικά στοιχεία του κτηρίου που γειτνιάζουν με αλλά θερμαινόμενα κτήρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτηρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης θεωρούνται αδιαβατικά,
3. τα δομικά στοιχεία θερμικής ζώνης του κτηρίου που γειτνιάζουν με άλλη θερμική ζώνη του ίδιου κτηρίου θεωρούνται αδιαβατικά,
4. οι αδιαφανείς και οι διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό τους και τον σκιασμό τους,
5. σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, για κατακόρυφα δομικά αδιαφανή στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από  $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , ο συντελεστής σκίασης δύναται να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

**Παρατήρηση:** Επειδή στα ελληνικά κτήρια είναι συνηθισμένο να υπάρχει ένας ή περισσότεροι τυπικοί όροφοι, για λόγους απλότητας αλλά και ελέγχου από τις αρμόδιες Πολεοδομικές Υπηρεσίες, συνιστάται, χωρίς να είναι υποχρεωτικό, η συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων να γίνεται κατ' όροφο και προσανατολισμό. Υπενθυμίζεται ότι ο έλεγχος θερμικής επάρκειας ορόφου που υπήρχε στον παλαιότερο Κανονισμό Θερμομόνωσης δεν υφίσταται πλέον.

## 4.2. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων κτηρίου

Στον πίνακα 4.3 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου, οι οποίοι πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.. Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά οι υπολογισμοί των συντελεστών θερμοπερατότητας.

**Πίνακας 4.3:** Συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

Δομικό στοιχείο	Φύλλο ελέγχου	U[W/(m <sup>2</sup> K)]	U <sub>max</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)] [Πίνακας 1]
Τοιχοποιία	1.1	0.398	0.5
Φέρων οργανισμός	1.2	0.432	0.5
Οροφή	1.3	0.397	0.45

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 για τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας δομικών υλικών με τιμή  $\lambda \leq 0,18 \text{ W/(m.K)}$  οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. είναι ενδεικτικές. Οι τιμές που ελήφθησαν υπόψη για τα θερμομονωτικά υλικά προέκυψαν έπειτα από έρευνα αγοράς και με ευθύνη του μελετητών. Στη φάση της ενεργειακής επιθεώρησης που θα γίνει υποχρεωτικά με την αποπεράτωση της κατασκευής και πριν το κλείσιμο του φακέλου του κτηρίου στα αρμόδια Πολεοδομικά Γραφεία, ενεργειακός επιθεωρητής οφείλει να ελέγξει τα δελτία αποστολής των θερμομονωτικών υλικών καθώς και τα κατάλληλα πιστοποιητικά που τα συνοδεύουν.

Με βάση τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 οι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου και του υπολογισμό κατανάλωσης ενέργειας είναι οι ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας U' και όχι αυτοί που δίνονται στον πίνακα 4.2. Ο αναλυτικός υπολογισμός τους γίνεται βάσει της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται στην ενότητα 2.1.6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 και δίνεται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη. Στον πίνακα 4.4 δίνονται συνοπτικά οι ισοδύναμοι συντελεστές U' των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.

**Πίνακας 4.4:** Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

Δομικό στοιχείο	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Εμβαδό A [m <sup>2</sup> ]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]
Δ2	0.369	7.150	1.5	0.238
B τοίχωμα T2	0.398	0.000	3.0	0.191
B τοίχωμα T7	0.432	24.435	3.0	0.227
B τοίχωμα T7	0.432	0.675	3.0	0.227
B τοίχωμα T7	0.432	2.790	6.3	0.140
A τοίχωμα T2	0.398	0.000	3.0	0.191
A τοίχωμα T7	0.432	0.540	3.0	0.227
A τοίχωμα T7	0.432	2.700	3.0	0.227
A τοίχωμα T7	0.432	0.360	6.3	0.140
B τοίχωμα T2	0.398	2.925	3.0	0.191
B τοίχωμα T7	0.432	1.674	3.0	0.227
B τοίχωμα T7	0.432	1.215	3.0	0.227
B τοίχωμα T7	0.432	0.540	3.0	0.227
B τοίχωμα T7	0.432	0.975	6.3	0.140
Δ τοίχωμα T2	0.398	0.000	3.0	0.191
Δ τοίχωμα T7	0.432	0.540	3.0	0.227
Δ τοίχωμα T7	0.432	15.606	3.0	0.227
Δ τοίχωμα T7	0.432	0.540	3.0	0.227
Δ τοίχωμα T7	0.432	1.800	6.3	0.140
N τοίχωμα T2	0.398	0.050	3.0	0.191
N τοίχωμα T7	0.432	10.881	3.0	0.227
N τοίχωμα T7	0.432	15.255	3.0	0.227
N τοίχωμα T7	0.432	0.540	3.0	0.227
N τοίχωμα T7	0.432	2.970	6.3	0.140
NΔ τοίχωμα T2	0.398	9.450	3.0	0.259
NΔ τοίχωμα T7	0.432	0.210	3.0	0.273
NΔ τοίχωμα T7	0.432	9.060	3.0	0.273



NΔ τοίχωμα T7	0.432	0.090	3.0	0.273
N τοίχωμα T2	0.398	4.200	3.0	0.259
N τοίχωμα T7	0.432	0.990	3.0	0.273
N τοίχωμα T7	0.432	3.390	3.0	0.273
N τοίχωμα T7	0.432	0.750	3.0	0.273
A τοίχωμα T2	0.398	0.000	3.0	0.191
A τοίχωμα T7	0.432	0.675	3.0	0.227
A τοίχωμα T7	0.432	20.547	3.0	0.227
A τοίχωμα T7	0.432	2.280	6.3	0.140
N τοίχωμα T2	0.398	6.900	6.0	0.140
B τοίχωμα T2	0.398	4.200	6.0	0.140

### 4.3. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων

Το κτήριο θα λειτουργήσει ως Μονοκατοικία. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τη Β κλιματική ζώνη τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας  $U \leq 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Ο υπολογισμός του  $U$  των κουφωμάτων έγινε βάσει της σχέσης 4.2 και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Οι υπολογισμοί αυτοί δίνονται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη. Στον πίνακα 4.5 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων του κτηρίου. Όπως φαίνεται στους πίνακες οι τιμές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις.

Ο μελετητής εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιήσει τις τιμές θερμοπερατότητας της σήμανσης CE των κουφωμάτων. Στη φάση της ενεργειακής επιθεώρησης που θα γίνει υποχρεωτικά με την αποπεράτωση της κατασκευής, ο ενεργειακός επιθεωρητής οφείλει να ελέγξει τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων καθώς και τα κατάλληλα πιστοποιητικά CE που τα συνοδεύουν. Η σήμανση CE των κουφωμάτων είναι υποχρεωτική βάσει της ΚΥΑ Αριθμ. 12397/409 ΦΕΚ Β 1794/28-8-2009 από την 1η Φεβρουαρίου 2010.

Πίνακας 4.5: Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων.

Α/α κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Εμβαδό κουφώματος [m <sup>2</sup> ]	U κουφώματος [W/(m <sup>2</sup> K)]	U max [W/(m <sup>2</sup> K)]
1	2.35	2.50	5.88	3.342	3.0
2	3.80	2.50	9.50	3.258	
3	1.05	2.32	2.44	3.209	
4	2.15	2.10	4.51	3.347	
5	0.90	2.25	2.02	3.197	
6	0.80	2.10	1.68	3.185	
7	2.15	1.30	2.80	3.219	
8	1.50	0.44	0.66	3.093	
9	1.46	0.70	1.02	3.154	
10	1.76	1.50	2.64	3.218	
11	1.85	0.90	1.66	3.189	
12	3.65	2.20	8.03	3.254	
13	2.15	2.20	4.73	3.241	
14	1.46	0.70	1.02	3.154	
15	1.76	1.50	2.64	3.218	
16	1.85	0.90	1.66	3.189	
17	3.65	2.20	8.03	3.254	
18	2.15	2.20	4.73	3.241	
19	1.46	0.70	1.02	3.154	
20	1.76	1.50	2.64	3.218	
21	1.85	0.90	1.66	3.189	
22	3.65	2.20	8.03	3.254	
23	2.15	2.20	4.73	3.241	
24	1.10	2.20	2.42	3.210	

#### 4.4. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του λόγου της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας των θερμαινόμενων τμημάτων του κτηρίου προς τον όγκο τους. Στο Τεύχος Υπολογισμών δίνεται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού του λόγου  $A/V$ .

Όπως προέκυψε  $A/V = 0.852 \text{ m}^{-1}$  το οποίο από τον πίνακα 4.1 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,\max}=0.804 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Στον πίνακα 4.6 δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των  $Ux_A$ , καθώς και τα αθροίσματα των  $\Psi x_l$ . Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ισούται με:

$$U_m=0.801 \text{ W}/\text{m}^2\text{K} \leq U_{m,\max}=0.804 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Συνεπώς το κτήριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

Συνεπώς, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για το μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$ , το κτήριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο. Στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά όλοι οι υπολογισμοί.

Πίνακας 4.6: Συγκεντρωτικά στοιχεία κτηρίου

	$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]}$	$\Sigma [b_x U_x A] \text{ [W/K]}$ ή $\Sigma [b_x \Psi_x l] \text{ [W/K]}$
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	525.1	185.4
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	136.8	53.2
διαφανή δομικά στοιχεία	90.7	295.3
θερμογέφυρες	-	69.3
Συνολικά	752.6	603.2
$[\Sigma (b_x U_x A) + \Sigma (b_x \Psi_x l)] / \Sigma A$		0.801

#### 4.4.1 Παρατηρήσεις σχετικά με τις κατασκευαστικές λύσεις μειώσεις θερμικών απωλειών λόγω των θερμογεφυρών.

Τα κουφώματα του ισογείου τοποθετούνται εξωτερικά, και σε συνέχεια με τη θερμομόνωση σχεδόν σε όλα τα σημεία. Αντίθετα στους ορόφους η τοποθέτηση των κουφωμάτων είναι εσωτερική. Για τη μείωση των απωλειών από τις θερμογέφυρες που δημιουργούνται στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι, υπάρχει συνέχεια της θερμομόνωσης, κάθετα στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι των κουφωμάτων.

## 5. Τεκμηρίωση ελάχιστων προδιαγραφών και σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια, πρέπει να πληρούν ορισμένες ελάχιστες προδιαγραφές όσον αφορά τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τους, όπως:

- Όπου τοποθετούνται κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) ή μονάδες παροχής νωπού αέρα ή μονάδες εξαερισμού και όσες από αυτές λειτουργούν με νωπό αέρα > 60% της παροχής τους, πρέπει να διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με απόδοση τουλάχιστον 50%.
- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή άλλου μέσου) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης-κλιματισμού και ΖΝΧ, πρέπει να διαθέτουν την ελάχιστη θερμομόνωση που καθορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ιδιαίτερα τα δίκτυα που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους θα διαθέτουν κατ' ελάχιστον θερμομόνωση πάχους 19mm για θέρμανση-ψύξη-κλιματισμό και 13mm για ΖΝΧ, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού  $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$  στους 20°C (ή ισοδύναμα πάχη άλλου πιστοποιημένου θερμομονωτικού υλικού).
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού  $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$  στους 20°C, και ελάχιστο πάχος 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm (ή ισοδύναμα πάχη άλλων πιστοποιημένων θερμομονωτικών υλικών).
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής σε μερικά φορτία, ή άλλο πιστοποιημένο ισοδύναμο σύστημα.
- Σε μεγάλα δίκτυα ανακυκλοφορίας ΖΝΧ ανά κλάδους, θα χρησιμοποιούνται κυκλοφορητές με ρύθμιση στροφών ανάλογα με τη ζήτηση σε ΖΝΧ
- Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη τουλάχιστον του 60% των αναγκών σε ΖΝΧ από ηλιοθερμικά συστήματα. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν. 3661/08, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ΖΝΧ καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) είναι μεγαλύτερος από (1,15x1/η), όπου "η" είναι ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2009/28/ΕΚ. Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του η, ο SPF πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.
- Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτήρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m<sup>2</sup> ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.
- Σε κτήρια με πολλές ιδιοκτησίες και κεντρικά συστήματα, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης, ψύξης, καθώς και ΖΝΧ (όπου εφαρμόζεται κεντρική παραγωγή/διανομή) και εφαρμόζεται κατανομή δαπανών με θερμιδομέτρηση.
- Σε όλα τα κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου τουλάχιστον ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου.
- Σε όλα τα κτήρια του τριτογενή τομέα επιβάλλεται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργης ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο 0,95.

Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

Στο υπό μελέτη κτήριο θα εξεταστούν ανεξάρτητα οι τυχόν διαφορετικές χρήσεις του, σε ό,τι αφορά την ενεργειακή τους κατάταξη. Για τον λόγο αυτό οι πιο πάνω περιορισμοί δεν ισχύουν για το σύνολο του κτηρίου, αλλά διαφοροποιούνται για κάθε μία από τις τυχόν χρήσεις του κτηρίου.

### 5.1. Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού

Θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτηρίου, σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης (διαστασιολόγησης συστήματος), γίνεται μέσω κεντρικής μονάδας θέρμανσης, με λέβητα-καυστήρα φυσικού αερίου, με μονοσωλήνιο σύστημα και

αυτονομία ανα οικητοκτησία.

Η ψύξη των χώρων του κτηρίου θα γίνεται με τοπικές αντλίες θερμότητας (split units). Στις κατοικίες θα εγκατασταθούν αντλίες θερμότητας σε μεμονωμένους χώρους των διαμερισμάτων με δυνατότητα κάλυψης του 50% του μέγιστου απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου για κάθε διαμέρισμα.

**Παρατήρηση:** Με τροποποίηση που αναμένεται στον κτηριοδομικό κανονισμό σχετικά με άρθρο 25, οι ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες είναι πλέον υποχρεωτικές για όλα τα κτήρια με επιφάνεια άνω των 50 m<sup>2</sup>. Κατά το σχεδιασμό (διαστασιολόγηση) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και αερισμού, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ελάχιστες προδιαγραφές για τα Η-Μ όπως καθορίζονται στον Κ.Ε.ν.Α.Κ. και να επιλέγονται τεχνολογίες που να έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν σε πλήρη και μερικά φορτία κατά τη θέρμανση ή ψύξη. Η υπερδιαστασιολόγηση του κεντρικού συστήματος λέβητα-καυστήρα για τη θέρμανση χώρων, μειώνει την τελική απόδοση του συστήματος σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στην παράγραφο 4.1.2.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

### 5.1.1. Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος θέρμανσης

Σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης του κτηρίου, έχει υπολογιστεί το μέγιστο απαιτούμενο θερμικό φορτίο του κτηρίου. Για τον υπολογισμό της ισχύος λαμβάνεται συντελεστής προσαύξησης 20%, λόγω θερμικών απωλειών στο λέβητα, στο δίκτυο διανομής και για την επιτάχυνση της έναρξης λειτουργίας. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής θερμότητας θα παρουσιαστούν παρακάτω.

Ο καυστήρας θα είναι διβάθμιος για την κάλυψη των μερικών φορτίων σε υψηλή απόδοση. Η διανομή, θα γίνεται με δισωλήνιο. Οι κατακόρυφες σωλήνες προσαγωγής θα τροφοδοτούνται μέσω ενός κοινού κεντρικού συλλέκτη (κολεκτέρ), όπως και οι κατακόρυφες σωλήνες επιστροφής θερμού νερού. Για κάθε τελικό χρήστη θα υπάρχουν ξεχωριστοί συλλέκτες (κολεκτέρ) διανομής (προσαγωγή και επιστροφή), από τους οποίους θα αναχωρούν και στους οποίους θα επιστρέφουν όλα τα οριζόντια κυκλώματα θερμού νερού προς και από τα θερμαντικά σώματα. Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ και η ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 (πίνακας 4.7). Οι οριζόντιες στήλες του δικτύου διανομής, από τους τοπικούς συλλέκτες στους εσωτερικούς θερμαινόμενους χώρους, όπου δεν απαιτείται θερμομόνωση των σωληνώσεων. Οι κατακόρυφες στήλες του δικτύου θα θερμομονωθούν στο σύνολό τους. Η κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης θα διαθέτει σύστημα αντιστάθμισης, για την κάλυψη μερικών φορτίων θέρμανσης, με την χρήση τριόδου βάνας αυτόματης ρύθμισης κυκλοφορίας νερού. Ο κυκλοφορητής που βρίσκεται στην κεντρική σωλήνα προσαγωγής ζεστού νερού, θα έχει χαρακτηριστικά που θα παρουσιαστούν στη συνέχεια.

**Παρατήρηση:** Για κάθε ιδιοκτησία, οι επιμέρους κλάδοι διανομής θερμικής ενέργειας από το κολλεκτέρ προς τα σώματα καλοριφέρ, θα πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να καλύπτουν χώρους με ίδιες λειτουργικές ιδιαιτερότητες όπως: ίδια χρήση και ωράριο λειτουργίας (υπνοδωμάτια, κοινόχρηστοι χώροι, κ.α.), ίδια εσωτερικά φορτία (συσκευές, ηλιακά κέρδη λόγω κοινού προσανατολισμού), κ.α. Με το σχεδιασμό αυτό μπορεί να εφαρμοστεί και ξεχωριστός θερμοστατικός έλεγχος στους επιμέρους αυτούς χώρους κάθε ιδιοκτησίας (π.χ. διαμέρισμα), με παράλληλη ρύθμιση τροφοδοσίας κάθε κλάδου ξεχωριστά (μέσω αυτόματης βάνας στο επίπεδο του κολλεκτέρ), ανάλογα τις απαιτήσεις σε θερμική ενέργεια.

### 5.1.2. Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος ψύξης

Στην κατοικία θα εγκατασταθούν αερόψυκτες τοπικές αντλίες θερμότητας οι οποίες θα καλύπτουν περίπου το 50% των αναγκών των ψυκτικών φορτίων του κτηρίου.

Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω 30°C προκύπτει σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010. Τις βραδινές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός τις ημέρες που η εξωτερική θερμοκρασία υπερβαίνει τους 37°C (κατάσταση καύσωνα).

Στον πίνακα 5.1 που ακολουθεί, δίνονται αναλυτικά, η ψυκτική ικανότητα (Btu/h), η ονομαστική απορροφούμενη (καταναλισκόμενη) ηλεκτρική ισχύ (kW) και ο δείκτης αποδοτικότητας EER των αερόψυκτων αντλιών θερμότητας

που εγκατασταθούν στις επιμερους ιοικητικές του κτηρίου, σύμφωνα με τις μοναοες που επιλεχθηκαν κατα τη μελέτη ψύξης.

**Πίνακας 5.1:** Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμότητας για κάθε ιδιοκτησία

Σύστημα	Τύπος	Απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς [KW]	Δείκτης αποδοτικότητας EER	Καύσιμο
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	25.0	2.000	Ηλεκτρισμός

**Παρατήρηση:** Σε περίπτωση που για το υπό μελέτη κτήριο δεν προβλεπόταν η εγκατάσταση συστήματος ψύξης, για τους υπολογισμούς θεωρείται ότι το κτήριο ψύχεται και το σύστημα ψύξης θα έχει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αντίστοιχου κτηρίου αναφοράς, όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφος 4.2.1) και στον Κ.Εν.Α.Κ. Στην περίπτωση αυτή, στην παρούσα παράγραφο θα περιγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης του κτηρίου αναφοράς.

### 5.1.3. Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος αερισμού

Το κτήριο, αναλόγως τη χρήση του, καλύπτει τις ανάγκες του για αερισμό μέσω φυσικού ή τεχνικού αερισμού και σύμφωνα πάντα με τις ελάχιστες απαιτήσεις νωπού αέρα που ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 2.4.3 (πίνακας 2.3).

Τα στοιχεία του συστήματος αερισμού του υπό μελέτη κτηρίου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

**Πίνακας 5.1.1:** Στοιχεία συστήματος αερισμού

Ζώνη	Χρήση	Τύπος αερισμού	Απαιτήση για νωπό αέρα [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
2486 ΜΟΝΟΚΑΤΟΙ ΚΙΑ	Μονοκατοικία	Φυσικός	0.75

## 5.2. Σχεδιασμός συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) για το υπο μελέτη τμήμα ορίζεται στην παράγραφο 2.5 (πίνακας 2.5) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 ανά χρήση, και είναι αυτή η τιμή που θα χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς.

Μονοκατοικία : 2.50 lt/ημέρα/m<sup>2</sup>.

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο κτήριο είναι 736

Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 50°C, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου της Αθήνας όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, δίνονται στον πίνακα 5.2.

Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q<sub>d</sub> σε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου για Z.N.X. δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \cdot \rho \cdot \Delta T$$

όπου: V<sub>d</sub> [lt /ημέρα] το ημερήσιο φορτίο, V<sub>d</sub> = 736 (lt/ημέρα),

ρ [kg/lt] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήσης, ρ = 0,998 (kg/ lt),

c [kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα, c = 4,18 kJ/(kg.K),

ΔT [K] ή [°C] θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού δικτύου και ζεστού νερού χρήσης.

Εφαρμόζοντας την πιο πάνω σχέση και για τις θερμοκρασίες νερού δικτύου (πίνακας 5.2), υπολογίστηκε το ημερήσιο θερμικό φορτίο (kWh/ημέρα) για ZNX του κτηρίου για κάθε μήνα, όπως δίνεται στον πίνακα 5.2.

Ζώνη	Χρήση	Vd [lt/ημέρα]	Vstore [lt]	QD [kWh/ημέρα]	Pn [kW]
2486 MONOK ΑΤΟΙΚΙ Α	Μονοκατοικία	735.75	147.15	27.24	5.45

### 5.2.1. Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος για την παραγωγή ZNX

Για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης του υπό μελέτη κτηρίου, θα εγκατασταθούν τα παρακάτω συστήματα, όπως αυτά παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους πίνακες που ακολουθούν.

Οι σχέσεις υπολογισμού για τη συνολική χωρητικότητα και τη θερμική ισχύ είναι σύμφωνες με τις αντίστοιχες που αναφέρονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/1010 και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 5.2.1:** Στοιχεία συστήματος για ZNX

Σύστημα	Τύπος	Ισχύς [KW]	Βαθμός απόδοσης	Καύσιμο
1	Κεντρική μονάδα λέβητα-καυστήρα	40.0	0.870	Πετρέλαιο θέρμανσης

Οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής ZNX θα είναι θερμομονωμένες σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και τα οριζόμενα στην σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (πίνακας 4.7).

### 5.2.2. Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών

Στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου δεν υπάρχει άλλο φυσικό ή τεχνητό εμπόδιο που να περιορίζει τον ηλιασμό του δώματος. Το κτήριο που συνορεύει με την υπό μελέτη πολυκατοικία στη βόρειο-δυτική πλευρά της, έχει σχεδόν το ίδιο ύψος και δεν προκαλεί σκιασμό στο δώμα, ούτε κατά τις απογευματινές ώρες που ο ήλιος βρίσκεται στη δύση. Προκειμένου για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, εκτιμήθηκε ότι η επιφάνεια τους θα είναι 4 m<sup>2</sup> ενδείκνυται για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

**Παρατήρηση:** Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφος 5.3.1.) κατά τη διαστασιολόγηση του συστήματος ηλιακών συλλεκτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες μεθοδολογίες όπως, η ωριαία προσομοίωση λειτουργίας του συστήματος σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006, η μέθοδος καμπυλών *f* των S.klein, W.A.Beckman και J.A Duffie που αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο του Winsconsin και οποιαδήποτε άλλη αναγνωρισμένη αναλυτική ή μη μέθοδος εφαρμόζεται μέχρι σήμερα. Στη μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος ηλιακών συλλεκτών πρέπει να αναφέρεται η μέθοδος και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικά, ενώ στην παρούσα μελέτη θα πρέπει να αναφέρονται τα αποτελέσματα και η τεκμηρίωση του ποσοστού κάλυψης του φορτίου Z.N.X.

Για τον υπολογισμό του φορτίου κάλυψης των ηλιακών συλλεκτών στην παρούσα μελέτη, εφαρμόστηκε η μέθοδος καμπυλών *f* (S. Klein, W.A. Beckman και J.A Duffie). Η μέθοδος αυτή, δίνει περίπου τα ίδια αποτελέσματα για την κάλυψη του φορτίου ζεστού νερού χρήσης, με την αναλυτική μέθοδο υπολογισμού όπως δίνεται από το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006, και για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης είναι επαρκής.

Για το συγκεκριμένο κτήριο, μελετήθηκε η εφαρμογή ηλιακών συλλεκτών, προκειμένου για την κάλυψη τουλάχιστον ενός μέρους του απαιτούμενου φορτίου για ζεστό νερό χρήσης. Τα στοιχεία των συλλεκτών που επιλέχθηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα 5.4.

Η βέλτιστη γωνία κλίσης ηλιακών συλλεκτών, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον προσανατολισμό τοποθέτησης τους. Σύμφωνα με τον εμπειρικό κανόνα, για τις ελληνικές περιοχές, η βέλτιστη κλίση ενός ηλιακού συλλέκτη για ετήσια χρήση είναι περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, όπου για την Αθήνα είναι  $37.54^\circ$ . Στο υπό μελέτη κτήριο ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών καθώς και η γωνία κλίσης της εγκατάστασης τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Σύστημα	Προσανατολισμός	Γωνία κλίσης [°]
I	N	45

Έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί για επιμέρους γωνίες κλίσεως των ηλιακών συλλεκτών, όπου παρουσιάστηκαν μικρές διαφορές στο φορτίο κάλυψης του υπό μελέτη κτηρίου.

Στον πίνακα 5.3 δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαία ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας ( $kWh/m^2$ ), για την περιοχή της Αθήνας, για οριζόντια επιφάνεια και για επιφάνεια με κλίση  $45^\circ$ .

**Πίνακας 5.3.** Μέση μηνιαία ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία ( $kWh/m^2$ ) για οριζόντια επιφάνεια και κεκλιμένη επιφάνεια  $40^\circ$ .

	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ
Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβ. σε οριζ. επίπεδο ( $kWh/m^2$ )	63.0	79.0	117.7	154.3	195.4	214.0	222.4	202.7	152.6	109.0	70.7	55.7
Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβ. σε επίπεδο $45.0^\circ$	104.0	108.0	135.0	151.0	171.0	178.0	189.0	190.0	167.0	144.0	114.0	98.0

Προκειμένου για τη σωστή τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών και για την αποφυγή αλληλοσκίασης, υπολογίστηκε η κατάλληλη μεταξύ τους απόσταση τοποθέτησης ως προς τον άξονα βορρά-νότου. Η απόσταση αυτή υπολογίστηκε για την ημέρα του χρόνου με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος που είναι η 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο). Για την περιοχή της Αθήνας (γεωγραφικό πλάτος  $\phi = 37.54^\circ$ ), η ηλιακή απόκλιση στις 21 Δεκεμβρίου είναι  $\delta = -23.45^\circ$ .

Για την ηλιακή απόκλιση αυτή η ζενιθιακή γωνία ( $\theta_z$ ) κατά το ηλιακό μεσημέρι, είναι περίπου  $61^\circ$ . Με βάση αυτή τη γωνία και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ηλιακού συλλέκτη, υπολογίζεται η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να απέχουν οι ηλιακοί συλλέκτες μεταξύ τους, όταν τοποθετηθούν υπό γωνία, για να μην αλληλοσκιάζονται. Στο σχήμα 5.2 δίνεται σχηματική απεικόνιση της διάταξης και απόστασης τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών για το υπό μελέτη κτήριο.

[ΗΛΙΑΚΟΙ\_ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ2]

**Σχήμα 5.2.** Απόσταση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, ως προς τον νότο.

Με βάση την ελάχιστη απόσταση τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών, τις διαστάσεις τους και τη διαθέσιμη επιφάνεια, η οποία δεν παρουσιάζει προβλήματα σκιασμού, εκτιμήθηκε ο αριθμός ηλιακών συλλεκτών που μπορούν να εγκατασταθούν στο υπό μελέτη κτήριο. Στη συνέχεια υπολογίστηκε το φορτίο κάλυψης για τους συγκεκριμένους ηλιακούς συλλέκτες όπως περιγράφονται στη μελέτη διαστασιολόγησης και τη συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό τοποθέτησης. Στο πίνακα 5.4, δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα υπολογισμών για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβ. σε οριζ. επίπεδο (kWh/m <sup>2</sup> )	Μέσο μηνιαίο φορτίο (kWh/mo)	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. (kWh/mo)	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. - fi (%)
I	908.06	143.10	15.8
Φ	820.18	148.61	18.1
M	908.06	185.76	20.5
A	878.77	207.78	23.6
M	908.06	235.30	25.9
I	878.77	244.93	27.9
I	908.06	260.06	28.6
A	908.06	261.44	28.8
Σ	878.77	229.79	26.1
O	908.06	198.14	21.8
N	878.77	156.86	17.9
Δ	908.06	134.85	14.9
Σύνολο	10691.65	2406.62	
Μέσος όρος ετησίως			22.5

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών, το μέσο ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου για ζεστό νερό χρήσης ανέρχεται σε 22.51%. Τα επιμέρους μηνιαία ποσοστά κάλυψης φορτίου από τους προτεινόμενους ηλιακούς συλλέκτες κυμαίνονται από 14.9% έως και 28.8%. Η μεγαλύτερη κάλυψη παρουσιάζεται το μήνα Αύγουστο για τη δεδομένη κλίση εγκατάστασης.

Η εγκατάσταση μεγαλύτερης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών, θα δημιουργούσε προβλήματα αλληλοσκίασης μεταξύ των επιφανειών, κυρίως τους χειμερινούς μήνες. Υπάρχει όπως η δυνατότητα να μεταβάλλεται η κλίση των ηλιακών συλλεκτών ιδιαίτερα τους εαρινούς και φθινοπωρινούς μήνες, ώστε να υπάρχει ακόμα μεγαλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια κάλυψη των θερμικών φορτίων για ZNX από τους ηλιακούς συλλέκτες. Σε περίπτωση μεταβολής της κλίσης εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών, αυτή δεν μπορεί να υπερβεί την επιλεγείσα κλίση.

Στο σχήμα 5.3, δίνεται μια σχηματική απεικόνιση της θέσης εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, με τον ακριβή αριθμό των πάνελς και την απόσταση τοποθέτησης μεταξύ των πάνελς.

[ΗΛΙΑΚΟΙ\_ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ3]

Σχήμα 5.3. Θέση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, εκτός περιοχής σκίασης.

### 5.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η κύρια χρήση του κτηρίου είναι : Μονοκατοικία.

Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό στις κατοικίες δεν λαμβάνεται υπόψη για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου. Έτσι, η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό θα υπολογισθεί μόνο για άλλη χρήση κτηρίου και θα συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την ενεργειακή πιστοποίηση του αντίστοιχου τμήματος του κτηρίου.

Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό στις κατοικίες δεν λαμβάνεται υπόψη για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου.

### 5.4. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΥ

Στο κτήριο δεν εφαρμόζεται διόρθωση (συνφ) σε κανένα από τα δύο καταστήματα λόγω χαμηλής εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος.



## **5.5. ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ**

Σύμφωνα με τη μελέτη σκοπιμότητας εξετάστηκαν οι εξής εναλλακτικές λύσεις για την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων του κτηρίου:

1. Η εγκατάσταση συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, η οποία κρίνεται ως μη οικονομικά βιώσιμη εφαρμογή.
2. Η περίπτωση εγκατάστασης οριζόντιων γεωθερμικών εναλλακτών για τη λειτουργία αντλίας θερμότητας δεν μπορεί να εφαρμοστεί, λόγω ανεπαρκούς ελεύθερου οικοπέδου (υπολογίστηκε πως υπάρχει δυνατότητα κάλυψης μόνο του 14% των απαιτούμενων ψυκτικών - θερμικών φορτίων του κτηρίου).
3. Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών όπως παρουσιάστηκε παραπάνω και η οποία είναι υποχρεωτική βάσει των κανονισμών, θα καλύψει μέρος του θερμικού φορτίου για ζεστό νερό χρήσης του κτηρίου. Λόγω της περιορισμένης επιφάνειας, δεν υπάρχει δυνατότητα εφαρμογής περαιτέρω εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών ή φωτοβολταϊκών στοιχείων.

## **6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ**

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων θα πρέπει να εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, οι θερμικές ζώνες ενός κτηρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου έγιναν με τη χρήση του υπολογιστικού εργαλείου ΤΕΕ-KENAK, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Για τους επιμέρους υπολογισμούς και τη διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου (εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, κ.ά.), χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικές μέθοδοι και τεχνικές οδηγίες, όπως εφαρμόζονται μέχρι σήμερα και αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους.

### **6.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**

Τα κλιματικά δεδομένα για την περιοχή της της Αθήνας, είναι ενσωματωμένα στη βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, "Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών". Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους τους προσανατολισμούς, για την περιοχή της της Αθήνας. Το υψόμετρο της περιοχής όπου θα κατασκευασθεί το κτήριο είναι μικρότερο από τα 500 m. Η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Β.

### **6.2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ**

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης εκδίδεται ανά κύρια χρήση και για ξεχωριστές ιδιοκτησίες (Ν. 3851/2010-ΦΕΚ 85), ανεξαρτήτως εάν τα τμήματα του κτηρίου που αφορούν στις χρήσεις/ιδιοκτησίες εξυπηρετούνται από το ίδιο σύστημα θέρμανσης/ψύξης. Συνεπώς για το υπό μελέτη κτήριο θα εκδοθεί ΠΕΑ για αντίστοιχη κύρια χρήση: Μονοκατοικία.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κάθε τμήματος του κτηρίου με διαφορετική κύρια χρήση, προσδιορίζονται τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται στο άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ. και στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού στο συγκεκριμένο κτήριο και ανά τμήμα μελέτης, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

- Η χρήση του κτηρίου, Μονοκατοικία,
- Οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.ά.) και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτηρίου (ωράριο, εσωτερικά κέρδη κ.ά.).
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτηρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτηρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.), ο προσανατολισμός τους, τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (π.χ. εσωτερικοί τοίχοι) και άλλα.
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών (διαφανών και μη) στοιχείων του κτηριακού κελύφους, όπως: η θερμοπερατότητα, η θερμική μάζα, η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, η διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής ζεστού νερού, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων, όπως: ο τύπος των μονάδων παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής, ο τύπος των τερματικών μονάδων κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ΖΝΧ, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, η απόδοσή της, οι απώλειες του δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης, το σύστημα αποθήκευσης κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού όσον αφορά τους χώρους των καταστημάτων.

- 1α παθητικά ηλιακά συστήματα που έχουν επιλεγεί από τη μελέτη σχεδιασμού για το κτήριο.
- Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη τμήματος του φορτίου για ΖΝΧ.

### 6.3. ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το εμβαδό και ο όγκος του υπό μελέτη τμήματος ανά χρήση δίνονται στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1: Εμβαδό και όγκος τμήματος

Θερμική Ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
2486 ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙ Α	294.30	294.30	882.90	882.90

#### 6.3.1. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, η διακριτοποίηση ενός κτηρίου σε θερμικές ζώνες γίνεται με τα εξής κριτήρια:

- 1) Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων να διαφέρει περισσότερο από 4 Κ για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- 2) Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία.
- 3) Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που καλύπτονται με διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- 4) Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές εσωτερικών ή/και ηλιακών κερδών ή/και θερμικών απωλειών.
- 5) Υπάρχουν χώροι όπου το σύστημα του μηχανικού αερισμού καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για το διαχωρισμό του κτηρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- ο διαχωρισμός του κτηρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο,
- ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτηρίου,
- τμήματα του κτηρίου με επιφάνεια μικρότερη από το 10% της συνολικής επιφάνειας του κτηρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Με βάση τα παραπάνω, τα γενικά δεδομένα για κάθε θερμική ζώνη του υπό μελέτη κτηρίου δίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 6.2: Γενικά δεδομένα για τις θερμικές ζώνες

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης Ι (Μονοκατοικία)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Μονοκατοικία	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m <sup>2</sup> )	294.3	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m <sup>2</sup> K)]	260	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου ήια ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	A	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)	746	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	0.75	Μόνο για κατοικίες από

		Γ.Ο.Γ.Ε.Ε. 20/01-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	1	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο		
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής		

### 6.3.2. Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης

Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 έχουν καθορισθεί οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός) και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές.

Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας του τμήματος κατοικιών δίνονται αναλυτικά στον πίνακα 6.3.

Πίνακας 6.3: Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)		
Ωράριο λειτουργίας	18	Προκαθορισμένη παράμετρος από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 και 20701-3/2010
Ημέρες λειτουργίας	7	
Μήνες λειτουργίας	12	
Περίοδος θέρμανσης	1/11 έως 15/4	
Περίοδος ψύξης	15/5 έως 15/9	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20.00	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26.00	
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	0.75	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	200.0	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς (W/m <sup>2</sup> )	3.6	
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> έτος)	0.9	
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	50	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	18.1	
Εκλυόμενη θερμοκρασία από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	4.0	
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.8	
Εκλυόμενη θερμοκρασία από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	5.6	
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.8	

### 6.3.3. Κτηριακό κέλυφος κτηρίου

#### 6.3.3.1. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου θα επιχριστούν με ανοιχτόχρωμα επίχρισμα. Όπου θεωρηθεί σκόπιμο πιθανόν να χρησιμοποιηθούν στρώσεις από πλάκες πεζοδρομίου ή κεραμικά πλακίδια κ.α. Σε κάθε περίπτωση, οι συντελεστές απορροφητικότητας και οι συντελεστές εκπομπής των δομικών στοιχείων λαμβάνονται από τον πίνακα 3.14 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Στον πίνακα 6.4 δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα.

Οροφος	Τύπος	Δομικό στοιχείο	$\gamma^1$	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$A$ [m <sup>2</sup> ]	$\alpha^2$	$\epsilon^3$
ΙΣΟΓΕΙΟ	Τοίχος	T2	180	0.398	5.40	0.00	0.00
	Τοίχος	T7	180	0.432	0.75	0.00	0.00
	Τοίχος	T2	90	0.398	10.65	0.00	0.00
	Τοίχος	T7	90	0.432	3.00	0.00	0.00
	Τοίχος	T7	90	0.432	1.50	0.00	0.00
	Τοίχος	T2	0	0.398	2.22	0.00	0.00
	Τοίχος	T2	90	0.398	3.30	0.00	0.00

Τοίχος	T7	0	0.432	0.60	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	0.00	0.00	0.00
Τοίχος	T7	0	0.432	1.80	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	2.82	0.00	0.00
Τοίχος	T7	0	0.432	0.03	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	0.00	0.00	0.00
Τοίχος	T7	0	0.432	3.00	0.00	0.00
Τοίχος	T2	90	0.398	0.59	0.00	0.00
Τοίχος	T7	90	0.432	0.72	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	1.20	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	3.59	0.00	0.00
Τοίχος	T7	0	0.432	0.75	0.00	0.00
Τοίχος	T2	270	0.398	8.55	0.00	0.00
Τοίχος	T7	270	0.432	3.00	0.00	0.00
Τοίχος	T2	180	0.398	5.45	0.00	0.00
Τοίχος	T2	270	0.398	6.00	0.00	0.00
Τοίχος	T7	270	0.432	0.75	0.00	0.00
Τοίχος	T2	180	0.398	11.09	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	2.40	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	0.90	0.00	0.00
Τοίχος	T2	180	0.398	2.55	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	0.00	0.00	0.00
Τοίχος	T2	180	0.398	0.03	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	0.42	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	0.00	0.00	0.00
Τοίχος	T2	225	0.398	0.00	0.00	0.00
Τοίχος	T7	225	0.432	1.11	0.00	0.00
Τοίχος	T2	225	0.398	2.29	0.00	0.00
Τοίχος	T7	225	0.432	0.26	0.00	0.00
Τοίχος	T7	225	0.432	0.00	0.00	0.00
Τοίχος	T2	225	0.398	0.60	0.00	0.00
Τοίχος	T2	180	0.398	28.20	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	0.78	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	2.40	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	1.32	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	0.69	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	0.75	0.00	0.00
Τοίχος	T2	90	0.398	8.52	0.00	0.00
Τοίχος	T7	90	0.432	3.00	0.00	0.00
Τοίχος	T7	90	0.432	3.03	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	7.03	0.00	0.00
Τοίχος	T7	0	0.432	0.75	0.00	0.00
Τοίχος	T7	0	0.432	0.75	0.00	0.00
Τοίχος	T2	270	0.398	3.60	0.00	0.00
Τοίχος	T7	270	0.432	0.60	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	6.37	0.00	0.00
Τοίχος	T2	90	0.398	3.60	0.00	0.00
Τοίχος	T7	90	0.432	0.75	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	0.30	0.00	0.00
Τοίχος	T7	0	0.432	3.75	0.00	0.00
Τοίχος	T2	270	0.398	0.93	0.00	0.00
Τοίχος	T7	270	0.432	0.72	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	4.57	0.00	0.00
Τοίχος	T2	270	0.398	9.78	0.00	0.00
Τοίχος	T7	270	0.432	2.97	0.00	0.00
Οροφή	O1		0.397	43.21	0.00	0.00
Τοίχος	T2	180	0.398	28.20	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	0.78	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	2.40	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	1.32	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	0.69	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	0.75	0.00	0.00
Τοίχος	T2	90	0.398	8.52	0.00	0.00
Τοίχος	T7	90	0.432	3.00	0.00	0.00
Τοίχος	T7	90	0.432	3.03	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	7.03	0.00	0.00
Τοίχος	T7	0	0.432	0.75	0.00	0.00
Τοίχος	T7	0	0.432	0.75	0.00	0.00
Τοίχος	T2	270	0.398	3.60	0.00	0.00
Τοίχος	T7	270	0.432	0.60	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	6.37	0.00	0.00
Τοίχος	T2	90	0.398	3.60	0.00	0.00
Τοίχος	T7	90	0.432	0.75	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	0.30	0.00	0.00
Τοίχος	T7	0	0.432	3.75	0.00	0.00

Α ΟΡΟΦΟΣ

Τοίχος	T2	270	0.398	0.93	0.00	0.00
Τοίχος	T7	270	0.432	0.72	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	4.57	0.00	0.00
Τοίχος	T2	270	0.398	9.78	0.00	0.00
Τοίχος	T7	270	0.432	2.97	0.00	0.00
Οροφή	O1		0.397	43.21	0.00	0.00
Τοίχος	T2	180	0.398	28.20	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	0.78	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	2.40	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	1.32	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	0.69	0.00	0.00
Τοίχος	T7	180	0.432	0.75	0.00	0.00
Τοίχος	T2	90	0.398	8.52	0.00	0.00
Τοίχος	T7	90	0.432	3.00	0.00	0.00
Τοίχος	T7	90	0.432	3.03	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	7.03	0.00	0.00
Τοίχος	T7	0	0.432	0.75	0.00	0.00
Τοίχος	T7	0	0.432	0.75	0.00	0.00
Τοίχος	T2	270	0.398	3.60	0.00	0.00
Τοίχος	T7	270	0.432	0.60	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	6.37	0.00	0.00
Τοίχος	T2	90	0.398	3.60	0.00	0.00
Τοίχος	T7	90	0.432	0.75	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	0.30	0.00	0.00
Τοίχος	T7	0	0.432	3.75	0.00	0.00
Τοίχος	T2	270	0.398	0.93	0.00	0.00
Τοίχος	T7	270	0.432	0.72	0.00	0.00
Τοίχος	T2	0	0.398	4.57	0.00	0.00
Τοίχος	T2	270	0.398	9.78	0.00	0.00
Τοίχος	T7	270	0.432	2.97	0.00	0.00
Οροφή	O1		0.397	43.21	0.00	0.00
A ΥΠΟΓΕΙΟ	Τοίχος	T2	225	0.398	0.00	0.00
	Τοίχος	T7	225	0.432	0.00	0.00
	Τοίχος	T7	225	0.432	0.00	0.00
	Τοίχος	T7	225	0.432	0.00	0.00
	Τοίχος	T7	225	0.432	0.00	0.00
	Τοίχος	T2	180	0.398	0.00	0.00
	Τοίχος	T7	180	0.432	0.00	0.00
	Τοίχος	T7	180	0.432	0.00	0.00
	Τοίχος	T7	180	0.432	0.00	0.00
B ΥΠΟΓΕΙΟ	Δάπεδο	Δ2	0.369	5.65	0.00	0.00

### 6.3.3.2. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

Πλάκες σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Εμβαδό A [m <sup>2</sup> ]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m <sup>2</sup> ]	B'=2A/Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]
Δ2	0.369	7.150	39.000	0.367	1.5	0.238

κατακόρυφα δομικά στοιχεία σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Εμβαδό A [m <sup>2</sup> ]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]
B τοίχωμα T2	0.398	0.000	3.0	0.191
B τοίχωμα T7	0.432	24.435	3.0	0.227
B τοίχωμα T7	0.432	0.675	3.0	0.227
B τοίχωμα T7	0.432	2.790	6.3	0.140
A τοίχωμα T2	0.398	0.000	3.0	0.191
A τοίχωμα T7	0.432	0.540	3.0	0.227
A τοίχωμα T7	0.432	2.700	3.0	0.227
A τοίχωμα T7	0.432	0.360	6.3	0.140
B τοίχωμα T2	0.398	2.925	3.0	0.191

Β τοίχωμα T7	0.432	1.215	3.0	0.227
Β τοίχωμα T7	0.432	0.540	3.0	0.227
Β τοίχωμα T7	0.432	0.975	6.3	0.140
Δ τοίχωμα T2	0.398	0.000	3.0	0.191
Δ τοίχωμα T7	0.432	0.540	3.0	0.227
Δ τοίχωμα T7	0.432	15.606	3.0	0.227
Δ τοίχωμα T7	0.432	0.540	3.0	0.227
Δ τοίχωμα T7	0.432	1.800	6.3	0.140
Ν τοίχωμα T2	0.398	0.050	3.0	0.191
Ν τοίχωμα T7	0.432	10.881	3.0	0.227
Ν τοίχωμα T7	0.432	15.255	3.0	0.227
Ν τοίχωμα T7	0.432	0.540	3.0	0.227
Ν τοίχωμα T7	0.432	2.970	6.3	0.140
ΝΔ τοίχωμα T2	0.398	9.450	3.0	0.259
ΝΔ τοίχωμα T7	0.432	0.210	3.0	0.273
ΝΔ τοίχωμα T7	0.432	9.060	3.0	0.273
ΝΔ τοίχωμα T7	0.432	0.690	3.0	0.273
ΝΔ τοίχωμα T7	0.432	0.090	3.0	0.273
Ν τοίχωμα T2	0.398	4.200	3.0	0.259
Ν τοίχωμα T7	0.432	0.990	3.0	0.273
Ν τοίχωμα T7	0.432	3.390	3.0	0.273
Ν τοίχωμα T7	0.432	0.750	3.0	0.273
Α τοίχωμα T2	0.398	0.000	3.0	0.191
Α τοίχωμα T7	0.432	0.675	3.0	0.227
Α τοίχωμα T7	0.432	20.547	3.0	0.227
Α τοίχωμα T7	0.432	2.280	6.3	0.140
Ν τοίχωμα T2	0.398	6.900	6.0	0.140
Β τοίχωμα T2	0.398	4.200	6.0	0.140

### 6.3.3.3. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους

Πίνακας 6.4. Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

### 6.3.3.4. Δεδομένα για δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενων χώρων

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται τα δεδομένα των αδιαφανών δομικών στοιχείων των τυχόν μη θερμαινόμενων χώρων, που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και εκείνων που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος αντίστοιχα.

Πίνακας 6.16. Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων μ.θ.χ. σε επαφή με αέρα.

Πίνακας 6.17. Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων μ.θ.χ. σε επαφή με έδαφος.

### 6.3.3.5. Δεδομένα για αερισμό μη θερμαινόμενων χώρων

Ο συνολικός αερισμός μη θερμαινόμενων χώρων υπολογίζεται βάσει του πίνακα 3.27 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Για το υπό μελέτη κτήριο η παροχή αέρα των μη θερμαινόμενων χώρων καθώς και ο αερισμός τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

ΜΟΧ	Παροχή [m <sup>3</sup> /h/m <sup>3</sup> ]	Συνολικός όγκος [m <sup>3</sup> ]	Αερισμός [m <sup>3</sup> /h]
-----	--	-----------------------------------	------------------------------

### 6.3.3.6. Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία

Στην παράγραφο 4.3 παρουσιάστηκαν αναλυτικά τα χαρακτηριστικά των κουφωμάτων που θα χρησιμοποιηθούν στο





### 6.3.4. Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτηρίου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτηρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων,
- Σύστημα ψύξης χώρων,
- Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης,
- Σύστημα ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης,

Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, στο λογισμικό.

#### 6.3.4.1. Δεδομένα για σύστημα θέρμανσης χώρων

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθεί για τη θερμική ζώνη με χρήση "Μονοκατοικία".

Πίνακας 6.6. Δεδομένα συστήματος θέρμανσης τμήματος "Μονοκατοικία"

Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης I (Μονοκατοικία)											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας: Λέβητας ισχύος 40 kW											
Θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 0.870											
Είδος καυσίμου: Πετρέλαιο θέρμανσης											
Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης $\eta_{e1}$ : 1.000											
Συντελεστής μόνωσης $\eta_{e2}$ : 1.000											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠ	0	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (€/m <sup>2</sup> ):											
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW):											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 90											
Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 70											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής: 95%											
Υπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων/Αμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.89 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.12											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m <sup>2</sup> )			

		0.00
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 50% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου		

Η υπολογισμένη ισχύς του λέβητα-καυστήρα, ελέγχθηκε για υπερδιαστασιολόγηση σύμφωνα με την σχέση 4.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ο συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης ( $n_{g1}$ ) είναι μονάδα, καθώς επίσης και ο συντελεστής μόνωσης λέβητα ( $n_{g2}$ ). Κατά συνέπεια και η τελική απόδοση του λέβητα θα είναι ίδια με αυτή που δίνει ο κατασκευαστής, σύμφωνα με την μελέτη θέρμανσης.

Ο κυκλοφορητής που χρησιμοποιείται για την κυκλοφορία του θερμού νερού, έχει ισχύ που δίνεται από τον κατασκευαστή. Επειδή καλύπτει κάθε υπό μελέτη τμήμα, θα πρέπει να επιμεριστεί η ισχύς του αντίστοιχα με τα υπολογιζόμενα από τη μελέτη θέρμανσης θερμικά φορτία των τμημάτων.

Στον πίνακα 6.6. δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης του τμήματος με χρήση "Μονοκατοικία"

### 6.3.4.2. Δεδομένα για σύστημα ψύξης χώρων

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξης του τμήματος με χρήση "Μονοκατοικία"

Πίνακας 6.7. Δεδομένα συστήματος ψύξης τμήματος "Μονοκατοικία"

Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης I (Μονοκατοικία)											
Μονάδα παραγωγής ψύξης: Αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 25 kW											
Βαθμός απόδοσης EER: 2.000											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	0.5	ΙΟΥΝ	0.5
ΙΟΥΛ	0.5	ΑΥΓ	0.5	ΣΕΠ	0.5	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής ψύξης											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW):											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 7											
Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 12											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής: 98%											
Υπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων: Άμεσα συστήματα (μονάδες ανεμιστήρα (fan coils), δαπέδου ή οροφής											
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.96 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.12											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m <sup>2</sup> )			

		0.00
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 30% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου		

#### 6.3.4.3. Δεδομένα για σύστημα αερισμού

Ο αερισμός που εφαρμόζεται σε όλους τους χώρους του κτηρίου είναι φυσικός και σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, η παροχή του αέρα θα είναι ίση με τον απαιτούμενο νοπό αέρα. Από τον πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 λαμβάνεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τη χρήση του υπό μελέτη τμήματος ως εξής :

- Μονοκατοικία:  $0.75 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ .

#### 6.3.4.4. Δεδομένα για σύστημα ζεστού νερού χρήσης

Τα στοιχεία (ισχύς, καύσιμο, δίκτυο διανομής κτλ) του συστήματος που χρησιμοποιείται στο υπο μελέτη κτήριο για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης παρουσιάζονται στον πίνακα 6.8 που ακολουθεί. Το δίκτυο διανομής είναι μονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και με ποσοστό απωλειών που φαίνεται παρακάτω.

Πίνακας 6.8. Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης

Σύστημα ζεστού νερού χρήσης ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: Κεντρική μονάδα λέβητα-καυστήρα ισχύος 40 kW											
Θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 0.870											
Είδος καυσίμου: Πετρέλαιο θέρμανσης											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ZNX από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠ	1	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Σύστημα ανακυκλοφορίας ZNX: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											
Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι <input type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ZNX (%): 100%											

#### 6.3.4.5. Δεδομένα για σύστημα ηλιακών συλλεκτών

Οι ηλιακοί συλλέκτες που θα εγκατασταθούν στο δάμα, έχουν τη δυνατότητα κάλυψης μέρος του ZNX του κτηρίου. Ο είδος, η επιφάνεια, ο βαθμός αξιοποίησης, αλλά και τα υπόλοιπα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δίνονται στον πίνακα 6.9. που ακολουθεί:

Πίνακας 6.9. Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών

Ηλιακοί συλλέκτες θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)	
Είδος ηλικού συλλέκτη	Επίπεδος συλλεκτικός
Χρήση ηλικού συλλέκτη για: <input checked="" type="checkbox"/> ZNX <input checked="" type="checkbox"/> Θέρμανση χώρων	
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για ζεστό νερό χρήσης (%):	34
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για θέρμανση χώρων (%):	37
Εμβαδόν επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών (m <sup>2</sup> ):	4.0
Κλίση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών (°):	45
Προσανατολισμός ηλιακών συλλεκτών (°):	180
Συντελεστής σκίασης F-s:	1.00

#### 6.3.4.6. Δεδομένα για σύστημα φωτισμού

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων φωτισμού του κτηρίου, όπου αυτά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., συνοψίζονται παρακάτω:

Τα φωτιστικά που θα χρησιμοποιηθούν για του χώρους κατοικιών και για τους κοινόχρηστους μη θερμαινόμενους χώρους, δε λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.

#### 6.3.4.7. Δεδομένα κτηρίου αναφοράς

Τα δεδομένα του κτηρίου αναφοράς εισάγονται αυτόματα από το λογισμικό, παράλληλα με την εισαγωγή και ανάλογα τη χρήση και τη λειτουργία του κτηρίου ή των θερμικών ζωνών και σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

## 7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Στις επόμενες παραγράφους δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα για τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>), όπως:

Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη

Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m<sup>2</sup>), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός), ανά θερμική ζώνη και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.)

Ετήσια ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Οι συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με το Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφος 1.2) είναι οι εξής:

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Ελκόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO <sub>2</sub> /kW)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347

Η αυξημένη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνει σημαντικά την τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο κτήριο, καθώς και την έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής πρωτογενούς ενέργειας.

## 7.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το υπό μελέτη τμήμα έχει χρήση "Μονοκατοικία" και τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη δίδονται στον πίνακα 7.1.

Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 7.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτηρίου

Χρήση: Μονοκατοικία

Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	12.44	9.99	6.98	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.62	9.13	41.79
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.46	16.52	23.05	21.38	5.22	0.00	0.00	0.00	69.63
Ζεστό νερό χρήσης	2.02	1.77	1.90	1.77	1.77	1.67	1.71	1.70	1.71	1.87	1.90	2.04	21.84

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας ανά τελική χρήση δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 7.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση: Μονοκατοικία

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	10.2	8.2	5.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	7.5	34.3
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.7	3.7	3.4	0.8	0.0	0.0	0.0	11.2
Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZNX	2.0	1.8	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.9	1.9	2.0	21.8
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.7	0.5	0.5	8.2
Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Βοηθητικά συστήματα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Φωτοβολταϊκά	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Σύνολο	12.2	10.0	7.6	2.3	2.3	4.3	5.4	5.1	2.6	1.9	4.1	9.5	67.4

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) δίνονται στον πίνακα 7.3.:

Πίνακας 7.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο - "Μονοκατοικία"

Χρήση: Μονοκατοικία

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	
Ηλεκτρισμός	11.2
Πετρέλαιο θέρμανσης	56.2
Σύνολο	67.4

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανα τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα 7.4. που ακολουθεί.

**Πίνακας 7.4.** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση: Μονοκατοικία

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο (Μονοκατοικία)
Θέρμανση	46.5	37.8
Ψύξη	27.2	32.5
Φωτισμός	0.0	0.0
ZNX	27.7	24.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	101.4	94.3

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο, δίνονται στον πίνακα 7.5.

**Πίνακας 7.5.** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Χρήση: Μονοκατοικία

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	32.5	11.1
Πετρέλαιο θέρμανσης	61.8	14.8
Σύνολο	94.3	25.9

### 7.3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (πίνακας 7.4) του τμήματος του υπο μελέτη κτηρίου, φαίνεται να ανήκει στην κατηγορία B (βλ. επόμενο σχήμα σχήμα). Άρα υπερπληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του KENAK, για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση με την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς.

A+ EP ≤ 0.33	
A 0.33 R <sub>R</sub> < EP ≤ 0.50 R <sub>R</sub>	
B+ 0.50 R <sub>R</sub> < EP ≤ 0.75 R <sub>R</sub>	
B 0.75 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1.00 R <sub>R</sub>	B
Γ 1.00 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1.41 R <sub>R</sub>	94.26 kWh/m <sup>2</sup>
Δ 1.41 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1.82 R <sub>R</sub>	
E 1.82 R <sub>R</sub> < EP ≤ 2.27 R <sub>R</sub>	
Z 2.27 R <sub>R</sub> < EP ≤ 2.73 R <sub>R</sub>	
H 2.73 R <sub>R</sub> < EP	

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ

Ενεργειακή κατάταξη τμήματος κτηρίου

**7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ**

Για τη σύνταξη της μελέτης αυτής χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα πρότυπα, κανονισμοί, επιστημονικά συγγράμματα και δημοσιεύσεις :

- Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων».
- Φ.Ε.Κ. 89, νόμος 3661/19-05-2008. «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις».
- Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010, «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων- Κ.Εν.Α.Κ.».
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».
- Duffie A John., Beckman A. William, «Solar Engineering of Thermal Processes». John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.

**ΛΙΣΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (CHECK LIST) ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ**

Το κτήριο πρέπει να πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και αφορούν τον σχεδιασμό του, τη θερμομονωτική επάρκεια του κτηριακού κελύφους και τις τεχνικές προδιαγραφές για ορισμένα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα.  
 Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά οι ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να πληροί το κτήριο.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.
Στο σχεδιασμό του κτηρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κάτωθι παράμετροι:	Για τον σχεδιασμό του κτηρίου εφαρμόστηκαν τα εξής:



Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτηρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών	Παράγραφος 3.1.
Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών	Παράγραφος 3.7.
Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.	
Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).	Παράγραφος 3.2.
Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός Παθητικού Ηλιακού Συστήματος (ΠΗΣ), όπως: άμεσου ηλιακού κέρδους (νότια ανοίγματα), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο) κ.α. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών	Παράγραφος 3.6.
Ηλιοπροστασία κτηρίου	Παράγραφος 3.3.
Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.	Παράγραφος 3.5.
Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.	Παράγραφος 3.4.
Σχέδια σκιασμού από μακρινά εμπόδια.	Αρ.Σχ. ENAK 2
Σχέδια σκιασμού από προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ.Σχ. ENAK 3-5
Σχέδια γωνιών σκιασμού ανοιγμάτων από μακρινά εμπόδια, προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ.Σχ. ENAK 6-9
Σχέδια κατασκευαστικών λεπτομερειών παθητικών ηλιακών συστημάτων (εκτός άμεσου κέρδους), με σχηματικές τομές τρόπου λειτουργίας τους.	Δεν προβλέπονται τέτοια ΠΗΣ

### ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.
Τεύχος αναλυτικών προμετρήσεων εμβαδών αδιαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών

<p>Τεύχος ελέγχου θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται:</p> <p>Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων</p> <p>Αναλυτικές προμετρήσεις εμβαδών αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή: με εξωτερικό αέρα, με έδαφος, με μη θερμαινόμενους χώρους.</p> <p>Αναλυτικές προμετρήσεις θερμογεφυρών</p> <p>Έλεγχος μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας <math>U_m</math>.</p>	<p>Παράγραφος 4</p> <p>Τεύχος Υπολογισμών</p>
---	---

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ	ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ
ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ		
<b>Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.</b>	<b>Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.</b>	
Κάθε σύστημα κεντρικής κλιματιστικής μονάδας ΚΚΜ, που εγκαθίσταται στο κτήριο με παροχή νωπού αέρα $\geq 60\%$ , επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 50%	Παράγραφος 5.1.3.	
Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή άλλου μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης ή του συστήματος ΖΝΧ, διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.	Παράγραφοι 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3. και 5.2	
Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους των κτηρίων θα πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα υλικού $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$ και πάχος θερμομόνωσης τουλάχιστον 40mm, ενώ για διέλευση σε σεωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm.	Παράγραφος 5.1.3.	
Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων, ή άλλο ισοδύναμο σύστημα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας υπό μερικό φορτίο.	Παράγραφοι 5.1.1. και 5.1.2.	
Σε περίπτωση μεγάλου κυκλώματος με ανακυκλοφορία ΖΝΧ ανά κλάδους, εφαρμόζεται ανακυκλοφορία με σταθερό $\Delta p$ και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών ( $\Delta v-cP$ ) βάσει της ζήτησης σε ΖΝΧ	Παράγραφος 5.2	
Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα	Παράγραφος 5.2.2.	

κτήρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα σε ποσοστό 60% κατ'ελάχιστο.	
Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτήρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m <sup>2</sup> ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 60% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.	Παράγραφος 5.3.
Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης και ψύξης.	Παράγραφος 5.1.1.
Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών για τη θέρμανση χώρων, καθώς επίσης και σε κεντρικά συστήματα παραγωγής ΖΝΧ, εφαρμόζεται θερμιδομέτρηση	Παράγραφος 5.1.1.
Σε όλα τα κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερική ζώνη κτηρίου	Παράγραφος 5.1.1.
Σε όλα τα κτήρια του τριτογενή τομέα απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργου ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ'ελάχιστο 0,95.	Παράγραφος 5.4.

#### ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο
Τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια θα πρέπει να έχουν ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ίση ή μικρότερη από την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς και κατά συνέπεια να κατατάσσονται κατ'ελάχιστο στην ενεργειακή κλάση <b>B</b> , δηλαδή την ίδια με το κτήριο αναφοράς	Παράγραφοι 7.3 και 7.4.
Το υπό μελέτη κτήριο ή τμήμα κτηρίου, θα πρέπει να έχει ανά κύρια χρήση μικρότερη ή ίση μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το κτήριο αναφοράς.	Παράγραφοι 7.1. και 7.2.

#### ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Μελέτη σκοπιμότητας που συνοδεύει	Παράγραφος 5.4.
-----------------------------------	-----------------

την ενεργειακή μελέτη, σύμφωνα με το άρθρο	
Τεχνική έκθεση για τις περιπτώσεις που ανφέρει η εγκύκλιος, σχετικά με τη ριζική ανακαίνιση κλπ.	Δεν απαιτείται

Ο μηχανικός,

	Κτίριο υπό μελέτη		Κτίριο Αναφοράς		Διαφορά		Αξιολόγηση
	Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό απαιτούμενης ενέργειας (%)	Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό απαιτούμενης ενέργειας (%)	Διαφορά απαιτούμενης πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό διαφοράς (%)	
<b>Θέρμανση</b>							
Ζήτηση	34.5	91.3%	38.6	83.0%	-4.1	-10.7%	
Σύστημα εκπομπής	4.1	10.7%	4.5	9.8%	-0.5	-10.7%	
Σύστημα διανομής	2.0	5.4%	-0.1	-0.2%	2.1	-1856.8%	3
Σύστημα παραγωγής	6.1	16.0%	3.5	7.5%	2.6	73.8%	2
Βοηθητικά συστήματα	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα BMS	-8.9	-23.5%	0.0	0.0%	-8.9		
Κατανάλωση	37.8	100.0%	46.5	100.0%	-8.7	-18.8%	
<b>Ψύξη</b>							
Ζήτηση	75.7	233.2%	78.1	287.6%	-2.4	-3.0%	
Σύστημα εκπομπής	3.3	10.0%	3.4	12.4%	-0.1	-3.0%	
Σύστημα διανομής	1.2	3.7%	0.0	0.0%	1.2		5
Σύστημα παραγωγής	-40.1	-123.5%	-54.3	-200.0%	14.2	-26.2%	1
Βοηθητικά συστήματα	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα BMS	-7.6	-23.5%	0.0	0.0%	-7.6		
Κατανάλωση	32.5	100.0%	27.2	100.0%	5.3	19.6%	
<b>ZNX</b>							
Συνολική Ζήτηση	30.0	100.0%	30.0	100.0%	-0.0	-0.0%	
Ζήτηση	27.9	93.0%	27.9	93.0%	-0.0	-0.0%	
Σύστημα εκπομπής	2.1	7.0%	2.1	7.0%	-0.0	-0.0%	
Σύστημα διανομής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	-0.0		
Κέρδος ηλιακής ενέργειας	-6.7	-22.5%	-4.5	-15.0%	-2.2	50.0%	
Ζήτηση μετά από ηλιακά κέρδη	23.2	96.7%	25.5	91.9%	-2.3	-8.9%	
Σύστημα παραγωγής	3.5	14.4%	2.2	8.1%	1.2	54.5%	4
Σύστημα BMS	-2.7	-11.1%	-0.0	-0.0%	-2.7		
Κατανάλωση	24.0	100.0%	27.7	100.0%	-3.7	-13.4%	
<b>Υγρανση</b>							
Ζήτηση	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα εκπομπής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα διανομής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα παραγωγής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0		
<b>Λοιπά συστήματα</b>							
Βοηθητικά συστήματα ΚΚΜ	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση Φωτισμού	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Συνολική κατανάλωση κτιρίου	94.3	0.0%	101.4	0.0%	-7.1	-7.0%	

Πιθανές διορθωτικές ενέργειες		
A/a	Διορθωτική ενέργεια	Μέγεθος προβλήματος (kWh/m <sup>2</sup> )
1	Βελτίωση συστήματος παραγωγής ψύξης	14.2
2	Βελτίωση συστήματος παραγωγής θέρμανσης	2.6
3	Βελτίωση συστήματος διανομής θέρμανσης	2.1
4	Βελτίωση συστήματος παραγωγής ZNX	1.2
5	Βελτίωση συστήματος διανομής ψύξης	1.2

Χρήση		Μονοκατοικία	
Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	294.30	Αριθμός ορόφων	4
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	294.30	Τυπικό ύψος ορόφου (m)	3
Ψυχόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	294.30	Ύψος ισογείου (m)	3
Συνολικός όγκος (m <sup>3</sup> )	882.90	Αριθμός θερμικών ζωνών	1
Θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	882.90	Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	0
Ψυχόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	882.90	Αριθμός ηλιακών χώρων	0
Έκθεση κτιρίου*	-1		

\* -1: Μη επιλογή, 0: Εκτεθειμένο, 1: Ενδιάμεσο, 2: Προστατευμένο

## Γενικά στοιχεία ζώνης 1

### Χρήση Μονοκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	294.3
Αν. θερμοχωρητικότητα (kJ/m <sup>2</sup> K)	260
Διατάξεις ελέγχου, αυτοματισμών	0
Διείσδυση από κουφώματα (m <sup>3</sup> /h)	745.97318
Αριθμός καμινάδων	
Αριθμός θυρίδων αερισμού	
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0
Κόστος ανεμιστήρων οροφής (€)	

### Κέλυφος

#### Αδιαφανείς επιφάνειες

#### Τύπος

Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος  
 Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος  
 Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος  
 Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος  
 Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος  
 Τοίχος Τοίχος Τοίχος Οροφή Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος  
 Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος  
 Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Οροφή Τοίχος  
 Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος  
 Τοίχος Τοίχος Τοίχος Οροφή Πόρτα Πόρτα

#### Περιγραφή

T2 T7 T2 T7 T7 T2 T2 T2 T7 T2  
 T7 T2 T7 T2 T7 T2 T7 T2 T2 T7  
 T2 T7 T2 T2 T7 T2 T7 T2 T7  
 T2 T7 T7 T2 T7 T2 T7 T7 T2 T2  
 T7 T7 T7 T7 T7 T2 T7 T7 T2 T7  
 T7 T2 T7 T2 T2 T7 T2 T7 T2 T7  
 T2 T2 T7 O1 T2 T7 T7 T7 T7 T7  
 T2 T7 T7 T2 T7 T7 T2 T7 T2 T2  
 T7 T2 T7 T2 T7 T2 T2 T7 O1 T2  
 T7 T7 T7 T7 T7 T2 T7 T7 T2 T7  
 T7 T2 T7 T2 T2 T7 T2 T7 T2 T7  
 T2 T2 T7 O1 A19 A18

#### Προσ/σμός (deg)

180 180 90 90 90 0 90 0 0 0  
 0 0 0 0 90 90 0 0 0  
 270 270 180 270 270 180 180 180 180 180  
 180 180 180 225 225 225 225 225 180  
 180 180 180 180 180 90 90 90 0 0  
 0 270 270 0 90 90 0 0 270 270  
 0 270 270 180 180 180 180 180 180  
 90 90 90 0 0 0 270 270 0 90  
 90 0 0 270 270 0 270 270 180  
 180 180 180 180 180 90 90 90 0 0  
 0 270 270 0 90 90 0 0 270 270  
 0 270 270 0 0

#### Κλίση (deg)









12 11 11 11 12 11 11 11 12 11  
T7 T7 T7 T2 T7 T7 T7 T7 T2 T7  
T7 T7 T7 T2 T7 T7 T7 T7 T2 T7  
T7 T7 T2 T7 T7 T7 T2 T2 Δ2

0.000 24.435 0.675 2.790 0.000 0.540 2.700 0.360 2.925 1.674  
1.215 0.540 0.975 0.000 0.540 15.606 0.540 1.800 0.050 10.881  
15.255 0.540 2.970 0.000 0.210 9.060 0.690 0.090 0.000 0.990  
3.390 0.750 0.000 0.675 20.547 2.280 6.900 4.200 7.150

0.191 0.227 0.227 0.140 0.191 0.227 0.227 0.140 0.191 0.227  
0.227 0.227 0.140 0.191 0.227 0.227 0.227 0.140 0.191 0.227  
0.227 0.227 0.140 0.000 0.273 0.273 0.273 0.273 0.000 0.273  
0.273 0.273 0.191 0.227 0.227 0.140 0.140 0.140 0.238

3.00 3.00 3.00 6.30 3.00 3.00 3.00 6.30 3.00 3.00  
3.00 3.00 6.30 3.00 3.00 3.00 3.00 6.30 3.00 3.00  
3.00 3.00 6.30 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00  
3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 6.30 6.00 6.00 1.5

3.00 3.00 3.00 6.30 3.00 3.00 3.00 6.30 3.00 3.00  
3.00 3.00 6.30 3.00 3.00 3.00 3.00 6.30 3.00 3.00  
3.00 3.00 6.30 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00  
3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 6.30 6.00 6.00

39

## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

---

### ΘΕΡΜΑΝΣΗ

#### Θέρμανση (Παραγωγή)

---

Τύπος	Λέβητας
Πηγή ενέργειας	Fuel oil
Ισχύς (kW)	40.0000
Βαθμός απόδοσης	0.8700
COP (-)	1
Κόστος (€/m <sup>2</sup> )	

#### Θέρμανση (Δίκτυο Διανομής)

---

Τύπος	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου Αεραγωγοί
Ισχύς (kW)	
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
T <sub>i</sub> (°C)	90
T <sub>r</sub> (°C)	70
Βαθμός απόδοσης	0.9500
Κόστος (€/m <sup>2</sup> )	

#### Θέρμανση (Τερματικές μονάδες)

---

Τύπος	Σώματα καλοριφέρ
Βαθμός απόδοσης	0.8947
Κόστος (€/m <sup>2</sup> )	

### ΨΥΞΗ

#### Ψύξη (Παραγωγή)

---

Τύπος	Αερόψυκτη Α.Θ.
Πηγή ενέργειας	Electricity
Ισχύς (kW)	25.0000
Βαθμός απόδοσης	1

Εν. απορροφητικότητα  
Κόστος (€/m<sup>2</sup>)

2.0000

Ψύξη (Δίκτυο Διανομής)

---

Τύπος  
Ισχύς (kW)  
Χώρος διέλευσης  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€/m<sup>2</sup>)

Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου Αεραγωγοί  
Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς  
0.9850

Ψύξη (Τερματικές μονάδες)

---

Τύπος  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€/m<sup>2</sup>)

Κλιματιστικά  
0.9588

ΥΓΡΑΝΣΗ

Υγρανση (Παραγωγή)

---

Τύπος  
Πηγή ενέργειας  
Ισχύς (kW)  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€/m<sup>2</sup>)

Υγρανση (Δίκτυο Διανομής)

---

Τύπος  
Χώρος διέλευσης  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€/m<sup>2</sup>)

Τοπική παραγωγή  
Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς  
0.0000

Υγρανση (Τερματικές μονάδες)

---

Τύπος  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€/m<sup>2</sup>)

Ψεκασμός  
1

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

ΚΚΜ (Τμήμα θέρμανσης)

---

Παροχή αέρα (m<sup>3</sup>/h)  
Ti\_h (°C)  
R\_h (-)  
Q\_r\_h (-)

ΚΚΜ (Τμήμα ψύξης)

---

Παροχή αέρα (m<sup>3</sup>/h)  
Ti\_h (°C)  
R\_h (-)  
Q\_r\_h (-)

ΚΚΜ (Τμήμα ύγρανσης)

---

H\_r (-)  
E\_vent (kW s/m<sup>3</sup>)

ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ

ZNX (Παραγωγή)

---

Τύπος  
Πηγή ενέργειας  
Ισχύς (kW)

Λέβητας  
Fuel oil  
40.0000

Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€/m<sup>2</sup>)

0.8700

ZNX (Δίκτυο Διανομής)

---

Τύπος  
Χώρος διέλευσης  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€/m<sup>2</sup>)

Άμεση κατανάλωση  
Πάνω από 20% σε εξωτερικούς  
1.0000

ZNX (Σύστημα αποθήκευσης)

---

Τύπος  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€/m<sup>2</sup>)

Δεξαμενή  
0.9300

ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

Τύπος  
Συν. α (-)  
Συν. β (-)  
Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)  
Προσ/σμός (deg)  
F\_s (-)  
Κόστος (€/m<sup>2</sup>)  
Κόστος (€/m<sup>2</sup>)

Απλός επίπεδος  
0.34400  
0.00000  
4.00000  
180  
45.00000  
1.00000  
1.00000

ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Ισχύς (kW)  
Περιοχή ΦΦ (%)  
Αυτ. ελέγχου ΦΦ  
Αυτ. αν. κίνησης  
Κόστος (€/m<sup>2</sup>)

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ kWh/m <sup>2</sup>	ZNX	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	14.8	0.0	2.7	0.0
ΦΕΒ	11.9	0.0	2.5	0.0
ΜΑΡ	9.0	0.0	2.7	0.0
ΑΠΡ	1.2	0.0	2.6	0.0
ΜΑΙ	0.0	2.9	2.7	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	16.1	2.6	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	24.5	2.7	0.0
ΑΥΓ	0.0	22.8	2.7	0.0
ΣΕΠ	0.0	4.8	2.6	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.7	0.0
ΝΟΕ	3.8	0.0	2.6	0.0
ΔΕΚ	11.0	0.0	2.7	0.0
ΣΥΝ	51.6	71.0	31.8	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ kWh/m <sup>2</sup>	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	22.2	0.0	3.0	0.0
ΦΕΒ	17.6	0.0	2.0	0.0
ΜΑΡ	13.4	0.0	2.0	0.0
ΑΠΡ	3.2	0.0	2.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	4.4	2.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	12.4	2.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	18.9	2.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	17.5	2.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	7.3	2.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.0	0.0
ΝΟΕ	5.7	0.0	2.0	0.0
ΔΕΚ	16.4	0.0	3.0	0.0
ΣΥΝ	78.5	60.4	32.0	0.0

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ kWh/m <sup>2</sup>	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	16.3	0.0	2.5	0.0
ΦΕΒ	13.0	0.0	2.2	0.0
ΜΑΡ	9.9	0.0	2.4	0.0
ΑΠΡ	2.4	0.0	2.2	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.6	2.2	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	3.5	2.1	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	5.3	2.1	0.0
ΑΥΓ	0.0	4.9	2.1	0.0
ΣΕΠ	0.0	1.0	2.1	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.3	0.0
ΝΟΕ	4.2	0.0	2.4	0.0
ΔΕΚ	12.1	0.0	2.5	0.0
ΣΥΝ	57.9	15.3	27.1	0.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ kWh/m <sup>2</sup>	ZNX	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	16.4	0.0	2.3	0.0
ΦΕΒ	13.1	0.0	2.1	0.0
ΜΑΡ	10.1	0.0	2.3	0.0
ΑΠΡ	1.6	0.0	2.2	0.0
ΜΑΙ	0.0	2.9	2.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	16.4	2.2	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	25.3	2.3	0.0
ΑΥΓ	0.0	23.4	2.3	0.0
ΣΕΠ	0.0	4.7	2.2	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.3	0.0
ΝΟΕ	4.5	0.0	2.2	0.0
ΔΕΚ	12.2	0.0	2.3	0.0
ΣΥΝ	57.5	72.7	27.0	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ kWh/m <sup>2</sup>	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	22.8	0.0	3.0	0.0
ΦΕΒ	18.3	0.0	2.0	0.0
ΜΑΡ	13.9	0.0	2.0	0.0
ΑΠΡ	3.5	0.0	2.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	2.9	2.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	8.3	2.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	12.8	2.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	11.8	2.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	4.7	2.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.0	0.0
ΝΟΕ	6.3	0.0	2.0	0.0
ΔΕΚ	17.0	0.0	2.0	0.0
ΣΥΝ	81.8	40.5	34.0	0.0

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ kWh/m <sup>2</sup>	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	20.7	0.0	2.7	0.0
ΦΕΒ	16.6	0.0	2.4	0.0
ΜΑΡ	12.7	0.0	2.7	0.0
ΑΠΡ	3.2	0.0	2.6	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.5	2.7	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	2.8	2.6	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	4.4	2.7	0.0
ΑΥΓ	0.0	4.1	2.7	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.8	2.6	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	2.7	0.0
ΝΟΕ	5.7	0.0	2.6	0.0
ΔΕΚ	15.5	0.0	2.7	0.0
ΣΥΝ	74.4	12.6	31.7	0.0

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΣΧΕΔΙΟ  
ΤΕΛΟΣ