

MSc course in Renewable Energy Systems (RES) with specialization in:

1. PV Systems, Wind Energy, Solar Thermal Engineering
2. Zero Energy Buildings, Passive Solar Buildings, Bioclimatic Buildings

A cost-effective re-engineering process to convert an existing building into nearly Zero Energy Building(nZEB) and finally into an Intelligent Energy Building (I.E.B.)

Configurations:

SOLAR ASSISTED (DIRECT) HEAT PUMP+ PV GENERATOR

SOLAR ASSISTED (INDIRECT) HEAT PUMP+ PV GENERATOR

ABSORPTION CHILLERS+ PV GENERATOR

Μια αποδοτική οικονομικά διαδικασία ανασχεδιασμού, για να μετατρέψει ένα υφιστάμενο κτήριο σε σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης(nZEB) και επακόλουθα σε Έξυπνο Ενεργειακά Κτήριο(I.E.B).

Διαμορφώσεις:

ΑΜΕΣΑ ΗΛΙΑΚΑ ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ + Φ / Β ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

ΕΜΜΕΣΑ ΗΛΙΑΚΑ ΥΠΟΒΟΗΘΟΥΜΕΝΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ + Φ / Β ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

ΨΥΚΤΕΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ + Φ / Β ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

Supervisor: Prof. Socrates Kaplanis

Postgraduate Student: Georgia Andrikopoulou

T.E.I. of Western Greece Department of Mechanical Engineering

December 2017

Θα ήθελα να ευχαριστήσω, νιώθοντας απέραντο σεβασμό,  
τους καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος  
για την ανιδιοτελή βοήθειά τους καθώς και για το γεγονός  
ό,τι αποκόμισα αστείρευτες γνώσεις από αυτούς.  
Πιο συγκεκριμένα θα ήθελα να ευχαριστήσω  
τον επιβλέπων Καθηγητή κ. Σωκράτη Καπλάνη  
που με την συνεχή παρότρυνση και στηριξή του κατάφερα  
να εξελίξω το αντικείμενο μου επάνω στο επάγγελμα  
του μηχανικού και να φτάσω εις πέρας τη διπλωματική μου εργασία.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο σχεδιασμός κτηρίων μηδενικής ενεργειακής απόδοσης (ΖΕΒ), γίνεται βάσει ευρωπαϊκών οδηγιών [1], [2], που έχουν ενσωματωθεί στα ελληνικά κλιματολογικά δεδομένα και αφορούν την ενσωμάτωση τεχνολογιών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε). Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της μελέτης ενεργειακής απόδοσης που εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. σύμφωνα με το Φ.Ε.Κ. Β 407/9.4.2010 [3] 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.) θα καλύπτεται με την έκδοση των ακόλουθων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. που καθορίζουν με σαφήνεια τις παραμέτρους και τις προδιαγραφές των σχετικών μελετών - εγκαταστάσεων :
- 20701-Χ/2010: "Βιοκλιματικός σχεδιασμός".
- 20701-Χ/2010: "Εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. σε κτήρια".

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 (ανεργής) πρωτογενούς ενέργειας,
- της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως, ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα κ.ά. και
- της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών

εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται αναλυτικός προσδιορισμός των φορτίων για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης, μέσω της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) μιας υφιστάμενης οικοδομής στην κλιματολογική ζώνη 'B στην πόλη της Ναυπάκτου.

Πιο αναλυτικά στην πρώτη παράγραφο αναλύεται η τοπογραφία του οικοπέδου. Επίσης γίνεται περιγραφή των όμορων οικοπέδων καθώς και του προσανατολισμού του οικοπέδου.

Στην δεύτερη ενότητα περιγράφεται ο προσανατολισμός του κτηρίου ως προς το οικόπεδο. Γίνεται καταγραφή του προσανατολισμού των ανοιγμάτων του κτηρίου και γίνεται ανάλυση της προσφοράς τους ως προς της λειτουργίας σε ότι αφορά την ηλιακή αξιοποίηση από το κτήριο, του φωτισμού και του δροσισμού. Επιπλέον περιγράφεται η διαμόρφωση του μικροκλίματος στο εν λόγω κτήριο.

Στην τρίτη παράγραφο γίνεται έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των δομικών, διαφανών και αδιαφανών στοιχείων του κτηρίου. Υπολογίζονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας των στοιχείων και συγκρίνονται με τις μέγιστες τιμές για την κλιματολογική ζώνη 'B. Τέλος γίνεται έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου στο σύνολο του και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου επί την επιφάνεια του περιβάλλοντος κτηρίου ( $UA_b$ ).

Εποπρόσθετα στην τέταρτη ενότητα γίνεται καταγραφή των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης. Υπολογίζεται σύμφωνα με την μέθοδο f-CHART, το ποσοστό κάλυψης των φορτίων, των υφιστάμενων ηλιακών συλλεκτών, για την παραγωγή ζεστού νερού και για υποβοήθηση στη θέρμανση για το μήνα Δεκέμβριο, καθώς και τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ζεστό νερό του κτηρίου. Ακόμη με το υπολογιστικό πρόγραμμα της 4M- Κ.Εν.Α.Κ., υπολογίζονται τα απαιτούμενα φορτία για ψύξη.

Στη συνέχεια, στην πέμπτη ενότητα υπολογίζεται η ενεργειακή κατάταξη του υφιστάμενου κτιρίου με το υπολογιστικό πρόγραμμα TEE-Κ.Εν.Α.Κ. Πιο αναλυτικά, υπολογίζεται η ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση ( $kWh/m^2$ ), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ), ανά θερμική ζώνη και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.), το άθροισμα των επιμέρους υπολογιζόμενων ενεργειακών καταναλώσεων ενός κτιρίου για τη ΘΨΚ, παραγωγή ΖΝΧ και φωτισμό, εκφραζόμενο σε ενέργεια ανά μονάδα μισκής επιφάνειας των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου το έτος [ $kWh/m^2 \cdot \text{έτος}$ ].

Στην έκτη ενότητα γίνονται εναλλακτικές προτάσεις στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του κτηρίου, με σκοπό την μείωση των καταναλώσεων, έστι ώστε σχεδόν να μετατραπεί σε μηδενικά ενεργειακό κτήριο και υπολογίζονται οι ενεργειακές καταναλώσεις του κτηρίου ανά πρόταση, καθώς και η κάθε ενεργειακή κατάταξη. Οι λύσεις που προτείνονται είναι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων είτε με άμεσα ηλιακά

υποβοηθούμενη αντλία θερμότητας, είτε με έμμεσα ηλιακά υποβοηθούμενη αντλία θερμότητας, είτε με ψύκτη απορρόφησης.

Στην έβδομη και τελευταία ενότητα γίνεται σύγκριση όλων των προτεινόμενων λύσεων για τη μείωση των καταναλώσεων ενέργειας , καθώς και του κόστους. Κατάγραφεται η εξοικονόμηση της πρωτογενούς ενέργειας καθώς και η μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα για την κάθε περίπτωση.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ .....	6
1.1.	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	6
1.2.	ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	6
2.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	9
2.1.	ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ .....	9
2.2.	ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ .....	9
2.3.	ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ .....	9
2.4.	ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ .....	9
2.5.	ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ .....	10
2.6.	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ.....	10
3.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	11
3.1.	ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ.....	12
3.2.	ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	14
3.3.	ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ & ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	17
3.4.	ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ (UA).....	19
4.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΤΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	21
4.1.	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ(ZNX) ΚΑΙ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗ ΣΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ .....	21
4.2.	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗ.....	25
4.3.	ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΨΥΞΗ.....	26
5.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	27
5.1.	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	27
5.2.	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΑΕΡΑ .....	29
5.3.	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ .....	30
5.4.	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	30
5.5.	ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	31
5.6.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ .....	33
	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	34
5.7.	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	36
6.	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΕ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟ ΜΕ Α.Π.Ε. ....	38
6.1.	ΠΡΟΤΑΣΗ 1: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΑΜΕΣΗ ΗΛΙΑΚΗ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗ...38	
6.2.	ΠΡΟΤΑΣΗ 2: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΕΜΜΕΣΗ ΗΛΙΑΚΗ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗ. 48	
6.3.	ΠΡΟΤΑΣΗ 3: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΨΥΚΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ.....	55
7.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	62
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ.....	65
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α- ΤΕΥΧΟΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ .....	66
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β- ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΦΥΛΛΟ EXCEL ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ F-CHART .....	82
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ- ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ/ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ.....	84

## 1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Σε αυτήν την ενότητα, γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη κτηρίου, σχετικά με την θέση του και τον περιβάλλοντα χώρο, τη χρήση και το προφίλ λειτουργίας των επιμέρους τμημάτων (χώρων) του.

### 1.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το υπό μελέτη κτήριο έχει ανεγερθεί στη συμβολή των ανωνύμων οδών πλάτους 4 και 2 μέτρων , στην περιοχή Τερψιθέας του Δήμου Ναυπακτίας . Πρόκειται για διώροφο κτήριο. Ο όροφος και το ισόγειο θα χρησιμοποιηθεί ως χώρος κατοικίας . Όλοι οι χώροι θα θεωρηθούν θερμαινόμενοι . Η επιφάνεια του κτιρίου είναι 166m<sup>2</sup>.

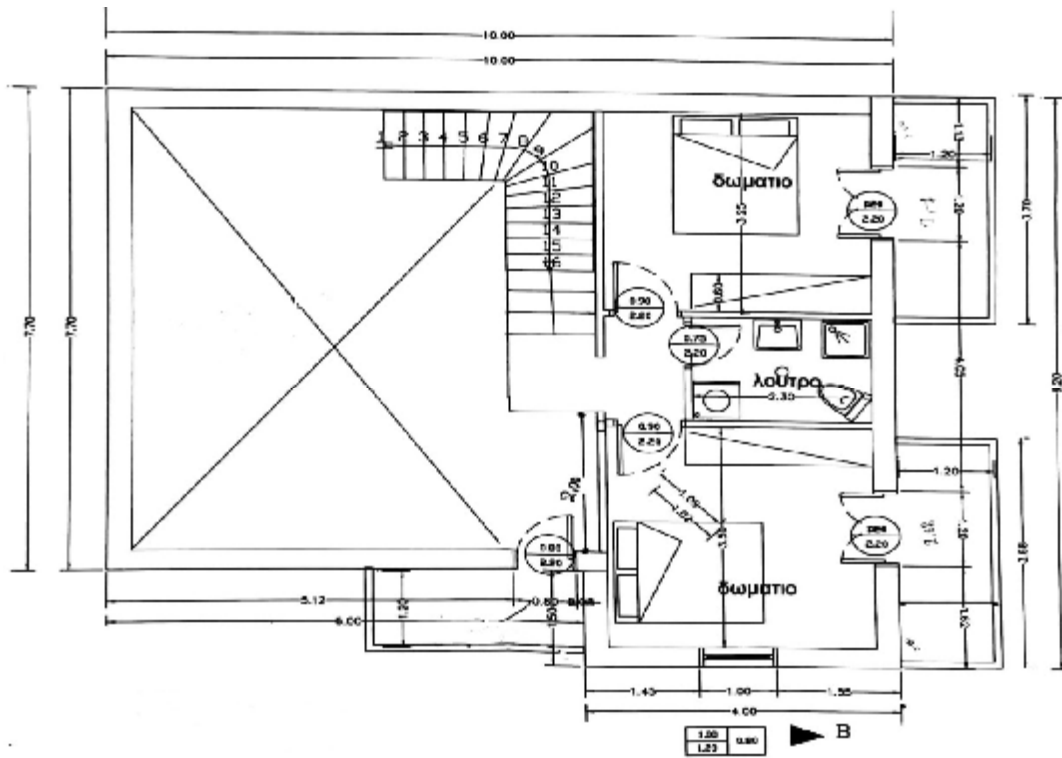
### 1.2. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το οικόπεδο ΑΒΓΔΖΗΘΙΚΛΜΝΞΟΠΡΑ στο οποίο έχει ανεγερθεί το κτήριο είναι πολυγωνικού σχήματος με το μεγάλο του άξονα σε απόκλιση κατά γωνία 50° από τον άξονα Ανατολής - Δύσης. Το οικόπεδο είναι γωνιακό και βρίσκεται σε μη πυκνοδομημένο οικιστικό περιβάλλον, με διώροφα κτήρια. Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν παλιές, αλλά και νεότερες κτηριακές κατασκευές, κυρίως κτήρια κατοικιών , σε μη συνεχή δόμηση και σε μεγάλη απόσταση. Το κτήριο δεν έχει σε καμία πλευρά του οικοπέδου κτήρια σε μικρή απόσταση. Η θέση του κτηρίου ευνοεί τον ηλιασμό, κυρίως της στέγης αλλά και των κατακόρυφων όψεων . Η στέγη του κτηρίου διαθέτει αρκετό χώρο ελεύθερο με δυνατότητα επαρκούς ηλιασμού. Στο σχήμα 1.1 που ακολουθεί δίνεται τοπογραφικό με την ακριβή θέση του κτηρίου στο οικόπεδο όπου φαίνονται οι αποστάσεις που θα έχει σε σχέση με τα γειτονικά κτήρια.

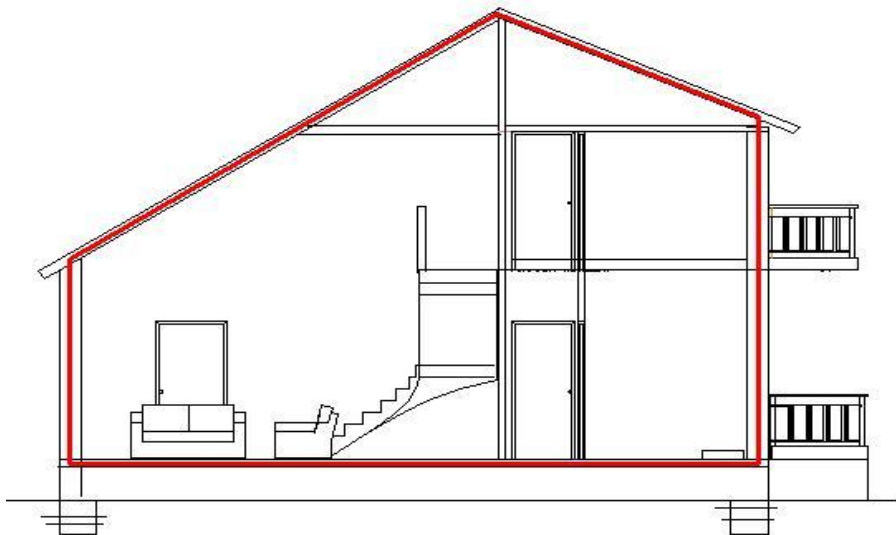
**Σχήμα 1.1:** Τοπογραφικό διάγραμμα.







Σχήμα 1.3: Τομή κτηρίου.



## **2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ**

### **2.1. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ**

Το κτήριο έχει ανεγερθεί εντός του μη πυκνοκατοικημένου οικιστικού ιστού επιτρέποντας ουσιαστικά τη βέλτιστη εκμετάλλευση των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Η τοποθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο έχει γίνει με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να γίνει δυνατή η εκμετάλλευση των βασικών κλιματικών παραμέτρων. Η χωροθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο έχει γίνει έτσι ώστε στη βόρεια όψη του να τοποθετηθούν ελάχιστα ανοίγματα. Αντίθετα, στη νότια όψη υπάρχουν πολλά ανοίγματα εκμεταλλεόμενα το γεγονός ότι δεν υπάρχουν απέναντι κτίρια και όσα είναι, είναι σε μεγάλη απόσταση.

### **2.2. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ**

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.

### **2.3. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ**

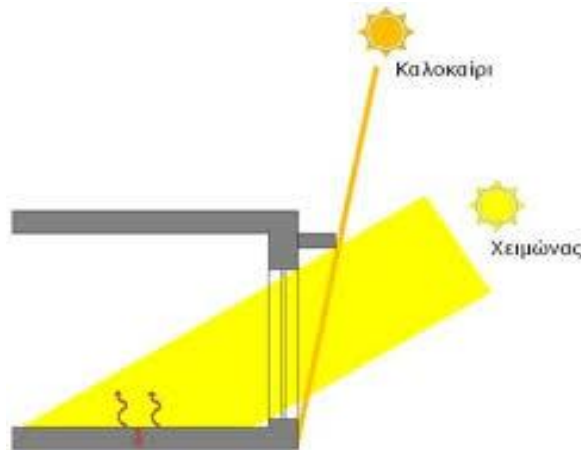
Ως μέσο ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων επιλέχθηκαν οι πρόβολοι. Σε συνδυασμό με την κινητή ηλιοπροστασία, η οποία όμως δεν λαμβάνεται υπόψη κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου, διότι για να υπολογιστεί σημαίνει ότι οι χρήστες του σπιτιού θα πρέπει να λειτουργούν σωστά την κινητή ηλιοπροστασία, πράγμα που δεν είναι δεδομένο θεωρούνται ότι προσφέρουν επαρκή προστασία.

### **2.4. ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

Σε όλους τους κυρίως χώρους έχουν τοποθετηθεί ανοίγματα τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος έχουν τοποθετηθεί μεγάλα ανοίγματα. Τα ανοίγματα βοηθούν στο άμεσο κέρδος της ηλιακής ακτινοβολίας με σκοπό τη μείωση των ενεργειακών φορτίων του κτηρίου. Ο νότιος προσανατολισμός του κτηρίου αποκλίνει λίγο από το βέλτιστο καθαρά νότιο. Τα ανοίγματα καταλαμβάνουν ποσοστό 13.72% της όψης. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει επαρκής ηλιασμός ενώ κατά την περίοδο του θέρους η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται στο ελάχιστο μέσω της ηλιοπροστασίας. (Σχήμα

2.1).

Σχήμα 2.1: Παθητικό ηλιακό σύστημα άμεσου κέρδους.



## 2.5. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

Στην κατοικία έχουν τοποθετηθεί ανοίγματα στην ανατολική και δυτική όψη εξασφαλίζοντας διαμπερή αερισμό, για τη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού δροσισμού. Προσπάθεια έχει γίνει επίσης να τοποθετηθούν ανοίγματα σε όλους τους χώρους, τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φυσικό δροσισμό.

## 2.6. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ

Λόγω της θέσης του οικοπέδου εντός του μη πυκνού οικιστικού ιστού, του μεγέθους του κτιρίου, έχει γίνει εφικτή η διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου ούτως ώστε να βελτιωθεί το μικροκλίμα της περιοχής. Πιο συγκεκριμένα το καλοκαίρι με τη χρήση περοκοκλάδων περιμετρικά του οικοπέδου, η σκίαση και η εξατμισοδιαπνοή μειώνει τη θερμοκρασία μέχρι και 5 βαθ. Κελσίου. Επειδή ο κρύος αέρας είναι βαρύτερος και μένει στο έδαφος, η θερμοκρασία του αέρα κάτω από τα δέντρα είναι μέχρι 14 βαθμούς χαμηλότερη από ότι πάνω από την κόμη τους. Μελέτες του Lawrence Berkeley Laboratory έδειξαν ημερήσιες μέσες θερμοκρασίες αέρα 2-3 βαθ. Κελσίου χαμηλότερες σε γειτονιές με δέντρα από ότι σε γειτονιές χωρίς δέντρα. Ένα καλά σχεδιασμένο τοπίο μπορεί να σημαίνει μείωση ενέργειας για ένα απροστάτευτο σπίτι κατά 15-50%. Το χειμώνα εάν η θερμοκρασία του αέρα είναι -12 βαθ. Κελσίου και η ταχύτητα του ανέμου 32 χιλ/ώρα, το «ενεργό κρύο» είναι -31 βαθ. Κελσίου. Τα δέντρα, οι φράχτες και τα άλλα γεωγραφικά στοιχεία του χώρου μπορούν να χρησιμεύσουν ως ανεμοφράχτες. Μια μελέτη στην South Dakota έδειξε ότι οι ανεμοφράχτες στα βόρεια, δυτικά και ανατολικά του σπιτιού μειώνουν την κατανάλωση καυσίμων κατά 40%. Τα σπίτια με ανεμοφράχτες που βρίσκονταν μόνο στην κατεύθυνση από όπου έρχεται ο άνεμος, είχαν μείωση 25% σε σχέση με παρόμοια αλλά απροστάτευτα.

3.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ****ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ**

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 [4] όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακατασκευαζόμενου κτηρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 3.1:

**Πίνακας 3.1:** 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 (πυλωτές)	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	U <sub>GF</sub>	2,20	2,00	1,80	1,80

μερικώς ανοιγόμενες					
---------------------	--	--	--	--	--

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 3.2.

**Πίνακας 3.2.:** 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:

- Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 3.1.
- Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U<sub>m</sub> και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια του πίνακα 3.2.

### 3.1. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

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.[5]

Τα κλιματολογικά δεδομένα υπολογίζονται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε- 3/2010. [6]

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

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a}$$

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 εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου κατά ISO 6946

$R_\delta$  η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

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

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g}$$

όπου,

$U_f$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

$U_g$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

$A_f$  το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

$A_g$  το εμβαδόν 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:

$$U \leq U_{\delta, \sigma, \max}$$

όπου

$U$  ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου

$U_{\delta, \sigma, \max}$  η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο [πίνακας 3.1].

### 3.2. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

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:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^v l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j}$$

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:

$$U_m \leq U_{m,max}$$

Όπου  $U_{m,max}$  είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου και δίνεται στον πίνακα 3.1.

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:

να βελτιώσει τη θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,

να βελτιώσει τη θερμική προστασία των διαφανών δομικών στοιχείων,

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:

να επακολουθήσει την απλουστευμένη μέθοδο με χρήση του πίνακα 15, της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010

να κάνει αναλυτικά τους υπολογισμούς με χρήση των πινάκων 16α έως και 16λ 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 αναλυτική μέθοδος υπολογισμού των θερμογεφυρών.

Ο μειωτικός συντελεστής ( $b$ ) προσαρμόζει τις υπολογισθείσες θερμικές απώλειες από κάθε επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου στις πραγματικές θερμοκρασιακές συνθήκες. Η κάθε ποσότητα  $F \cdot U$  (συντελεστής μεταφοράς θερμότητας) ορίζει τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσω των επί μέρους δομικών στοιχείων του κελύφους του κτιρίου στη μονάδα του χρόνου και για διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού - εξωτερικού περιβάλλοντος  $1^\circ\text{C}$  ( ή  $1\text{ K}$ ). Όμως σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως σε επιφάνειες που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος η ποσότητα αυτή είναι υπερεκτιμημένη (ή υποτιμημένη, όπως στην περίπτωση αντεστραμμένου τύπου δώματος). Με το μειωτικό συντελεστή επιχειρείται η επαναφορά της σε μεγέθη πλησιέστερα στην πραγματικότητα. Έτσι ο μειωτικός συντελεστής ( $b$ ) λαμβάνει τιμές όπως ορίζονται σε καθεμιά από τις παρακάτω περιπτώσεις:

#### **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα**

Ο συντελεστής **λαμβάνει τιμή  $b = 1,0$** , καθώς η ποσότητα  $F \cdot U$  θεωρείται η πραγματικά υπολογισθείσα. Η τιμή  $b = 1,0$  ισχύει τόσο για κατακόρυφες επιφάνειες, όσο και για οριζόντιες, είτε είναι η ροή θερμότητας στις τελευταίες από επάνω προς τα κάτω είτε από κάτω προς τα επάνω.

#### **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με όμορο κτίριο**

Αν και στην περίπτωση ενός όμορου κτιρίου η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου που εφάπτεται σε αντίστοιχο δομικό στοιχείο του όμορου είναι μειωμένη συγκριτικά με τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας θα πρέπει να παραμένει υπερεκτιμημένη με τιμή **συντελεστή  $b = 1,0$** , διότι είναι απροσδιόριστος ο χρόνος ζωής του όμορου κτιρίου. Ίδια θα είναι η αντιμετώπιση είτε οι χώροι του όμορου κτιρίου είναι θερμαινόμενοι είτε όχι. Αντίθετα, στην ενεργειακή επιθεώρηση εκτιμάται η πραγματική κατάσταση του κτιρίου και αποτιμάται η πραγματική μεταφερόμενη ποσότητα ενέργειας μέσω των δομικών στοιχείων των ερχόμενων σε επαφή με τα δομικά στοιχεία του όμορου κτιρίου.

#### **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους του ίδιου κτιρίου**

Σε περίπτωση που υφίστανται χώροι του ίδιου κτιρίου οι οποίοι, αν και θερμαινόμενοι, δεν συνυπολογίζονται στη μελέτη θερμικής προστασίας και επομένως παραμένουν ενδεχομένως αδιαβατικοί, τα διαχωριστικά δομικά στοιχεία προς αυτούς τους χώρους λαμβάνονται κατά τον υπολογισμό κατά απλοποιητική παραδοχή με τιμή μειωτικού **συντελεστή  $b = 0,5$** . Για παράδειγμα σε περίπτωση προσθήκης νέου κτίσματος (ή και ενός μόνο δωματίου) σε υφιστάμενο θερμομονωμένο ή μη θερμομονωμένο κτίριο τα δομικά στοιχεία



$$b_u = \frac{\sum (U_{w/a} \cdot A_{w/a}) + (n_u \cdot V_u \cdot c_{ααρα})}{\sum (U_{w/a} \cdot A_{w/a}) + \sum (U_{i/u} \cdot A_{i/u})}$$

όπου	$U_{w/a}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
	$U_{i/u}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,
	$A_{w/a}$ [m <sup>2</sup> ]	το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,
	$A_{i/u}$ [m <sup>2</sup> ]	το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,
	$n_u$ [-]	το πλήθος των εναλλαγών αέρα ανά ώρα,
	$V_u$ [m <sup>3</sup> ]	ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου,
	$c_{ααρα}$ [W/(m <sup>3</sup> ·K)]	η θερμοχωρητικότητα του αέρα ανά μονάδα όγκου: $c_{ααρα} = 0,34$ W/(m <sup>3</sup> ·K)

Η απλοποιητική παραδοχή που διατηρείται είναι  $b=0.5$ .

### Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το έδαφος

Για επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με έδαφος θεωρείται ότι η διόρθωση των θερμικών ροών με χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι επαρκής και δεν απαιτείται διόρθωση. Συνεπώς σε αυτήν την περίπτωση **λαμβάνεται  $b=1.0$**

### ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το κτήριο βρίσκεται στην Τερψιθέα Ναυπακτίας, 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 3.1 για την Β κλιματική ζώνη.

Η είσοδος της κατοικίας και το κλιμακοστάσιο θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι, οπότε οφείλουν να είναι θερμομονωμένοι.

Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου φέρει θερμομόνωση εξωτερικά, ενώ οι τοιχοποιίες πλήρωσης έχουν θερμομόνωση στον πυρήνα. Η στέγη του ορόφου, όπως επίσης η απόληξη του κλιμακοστασίου και το δάπεδο του ισόγειου, είναι θερμομονομένες από την άνω παρειά τους.

Η συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων και οι υπολογισμοί των θερμικών χαρακτηριστικών των επιφανειών του κτηρίου γίνεται έχοντας υπόψη τα εξής:

- 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,
- 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,

- τα δομικά στοιχεία θερμικής ζώνης του κτηρίου που γειτνιάζουν με άλλη θερμική ζώνη του ίδιου κτηρίου θεωρούνται αδιαβατικά,
- οι αδιαφανείς και οι διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό τους και τον σκιασμό τους. Πιο συγκεκριμένα στις αδιαφανείς επιφάνειες για τον υπολογισμό του ηλιακού κέρδους χρησιμοποιείται ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του κουφώματος  $g_w$  εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας από την επιφάνεια του κουφώματος προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό. Η τιμή του εξαρτάται από το είδος του υαλοπίνακα και το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος. Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από το πλαίσιο και μεταδίδεται με τη μορφή θερμότητας στο εσωτερικό είναι πολύ μικρή συγκριτικά με αυτήν που διέρχεται από το διαφανές τμήμα του κουφώματος και γι' αυτό αγνοείται. Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους  $g_w$  υπολογίζεται από τη σχέση κάτωθι. Επειδή όπως αναφέρθηκε η τιμή του  $g_w$  εξαρτάται από το ποσοστό του πλαισίου θα πρέπει να υπολογίζεται για κάθε τύπο κουφώματος ξεχωριστά. Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα ( $gg_i$ ), εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του υαλοπίνακα προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σ' αυτό και λαμβάνεται ίση με το 90% του συντελεστή ηλιακού κέρδους  $g$  σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας.
- $g_w = gg_i (1 - F_f)$
- όπου:  $F_f$  το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα,
- $gg_i$  ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα.

### 3.3. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ & ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Στον πίνακα 3.3 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.. Στο Παράρτημα 'Α - Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά οι υπολογισμοί των συντελεστών θερμοπερατότητας. Όλοι οι υπολογισμοί έχουν γίνει με το πρόγραμμα της ιδιωτικής εταιρίας «4M», «4M KENAK».

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 τον υπολογισμό κατανάλωσης ενέργειας είναι οι ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας  $U'$  και όχι αυτοί που δίνονται στον πίνακα 3.2. 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 Παράρτημα 'Α-Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

Στον πίνακα 3.4 δίνονται συνοπτικά οι ισοδύναμοι συντελεστές  $U'$  των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος

**Πίνακας 3.3:** Συντελεστές 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]
Εξωτερική τοιχοποιία 27	1.1	0.562	1.00
Δοκοί υποστυλώματα 25	1.7	0.489	0.5
Εξωτερική τοιχοποιία 25	1.10	0.450	0.5
Ξύλινη στέγη με κερ.	2.3	0.415	0.45
Δάπεδο μαρμάρινο σε φυσικό έδαφος	4.1	0.424	0.90

**Πίνακας 3.4:** 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)]
Δ1	0.424	83.000	0.0	0.286
ΒΑ τοίχωμα T1	0.562	1.500	0.2	0.535
ΒΔ τοίχωμα T1	0.562	1.155	0.2	0.535
ΝΔ τοίχωμα T1	0.562	0.900	0.2	0.535
ΒΔ τοίχωμα T1	0.562	0.225	0.2	0.535
ΝΔ τοίχωμα T1	0.562	0.600	0.2	0.535
ΝΑ τοίχωμα T1	0.562	1.380	0.2	0.535

Το κτήριο λειτουργεί ως Μονοκατοικία.

Για τα κουφώματα επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή, με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_f=3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ , όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό και μέσου πλάτους πλαισίου 12.5 cm. Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη 4-16-4 με επιστρωση χαμηλής εκπομπής (low\_e) στη θέση 2 (εσωτερική

παρειά εξωτερικού υαλοπίνακα) και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι  $U_g=1.6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό.

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 (Παράρτημα Α) που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

Στον πίνακα 3.5 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων του κτηρίου. Όπως φαίνεται στους πίνακες οι τιμές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις.

**Πίνακας 3.5:** Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων.

A/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	1.00	1.20	1.20	2.225	3.0
2	1.00	1.20	1.20	2.225	
3	1.20	1.20	1.44	2.175	
4	1.00	1.20	1.20	2.225	
5	1.00	1.20	1.20	2.225	

### 3.4. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ (U<sub>A</sub>)

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 (Παράρτημα Α) δίνεται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού του λόγου A/V.

Όπως προέκυψε  $A/V = 0.914 \text{ m}^{-1}$  το οποίο από τον πίνακα 3.1 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,max}=0.773 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Στον πίνακα 3.6 δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των  $Ux A$ , καθώς και τα αθροίσματα των  $\Psi x I$ . Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ισούται με:

$$U_m=0.650 \text{ W}/\text{m}^2\text{K} \leq U_{m,max}=0.773 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

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 Παράρτημα Α - Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά όλοι οι υπολογισμοί.

**Πίνακας 3.6:** Συγκεντρωτικά στοιχεία κτηρίου.

Στοιχεία κτιρίου	$\Sigma A$ [ $m^2$ ]	$\Sigma [b\chi U\chi A]$ [W/K] ή $\Sigma [b\chi \psi \chi l]$ [W/K]
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	175.2	108.3
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	165.9	58.1
διαφανή δομικά στοιχεία	6.2	13.8
θερμογέφυρες	-	45.6
Συνολικά	347.3	225.9
$[\Sigma (b\chi U\chi A) + \Sigma (b\chi \psi \chi l)] / \Sigma A$		0.650

#### 4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΤΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

##### 4.1. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ(ZNX) ΚΑΙ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗ ΣΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Αριθμός ατόμων: 4 άτομα

Ημερήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.: 50 l/άτομο/ ημέρα.

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ΖΝΧ στο κτήριο είναι 200m<sup>3</sup>.

Έχει τοποθετηθεί ηλιακός θερμοσίφοντας με 10 συλλέκτες στο νότιο τμήμα της στέγης εμβαδού 18τ.μ.

Επίσης έχει τοποθετηθεί τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας με ισχύ 2,5KW με βαθμό απόδοσης 1.00 και μποϊλέρ παραγωγής και αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης το οποίο είναι συνδεδεμένο με το λέβητα.

Οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής ΖΝΧ 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.

##### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΧΩΡΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Για την ενεργειακή μελέτη πρέπει να υπολογιστεί η ωφέλιμη ενέργεια των ηλιακών συλλεκτών, ώστε να εκτιμηθεί η κάλυψη των συλλεκτών  $f$  που ισούται με το ωφέλιμο φορτίο/φορτίο θέρμανσης & ζνχ σύμφωνα με τη μέθοδο καμπυλών  $f$  (S. Klein, W.A. Beckman και J.A Duffie) [7]. Στο υπό μελέτη κτήριο ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών είναι 180° καθώς και η γωνία κλίσης είναι 50° δεδομένου ότι θέλουμε τη δυνατότερη ηλιακή αξιοποίηση και για τους χειμερινούς μήνες. Οι υπολογισμοί παρατίθενται στο Παράρτημα 'B.

Ο υπολογισμός θα γίνει για τον μήνα Δεκέμβριο.

Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 60°C.

Το απαιτούμενο θερμικό φορτίο  $L_w$  σε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου για Ζ.Ν.Χ. δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$L_w = N * \bar{V}_w * \rho * C_p * (T_w - T_m)$$

όπου:

$N$  ο αριθμός των ημερών του μήνα

$\bar{V}_w$  [lt /ημέρα] η μέση ημερήσια κατανάλωση νερού/ άτομο \* πλήθος ατόμων

$\rho$  [kg/lit] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήση  
 $c$  [kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα  
 $T_w$  επιθυμητή θερμοκρασία νερού ανάμεσα 50-60 °C  
 $T_m$  η θερμοκρασία του ψυχρού νερού από το δίκτυο

Για την περίπτωση μας:

$N=31$  ημέρες για το Δεκέμβριο

$\bar{V}_w=50l/\text{άτομο}/\text{ημέρα} * 4(\text{άτομα})=200l/\text{day}$

$T_w=60$  °C

$T_m=12$  °C από πίνακα 4.1. [8]

**Πίνακας 4.1:** Θερμοκρασία του ψυχρού νερού στο δίκτυο διανομής για διάφορες κλιματικές ζώνες (°C).

ΖΩΝΗ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
1.2	12	12	14	16	19	22	24	24	22	19	16	14
3.4	10	10	12	15	19	21	24	24	22	19	15	12
5.6	8	8	10	13	17	19	22	22	20	17	13	10

Οι απώλειες  $L_p$  του θερμικού φορτίου στο δίκτυο διανομής του θερμού νερού:

$$L_p = N * t * \bar{U} * l$$

Όπου

$t$  η ημερήσια λειτουργία του δικτύου των επιστροφών(s)

$l$  το μήκος του δικτύου σωληνώσεων, επιστροφών (m)

$\bar{U}$  ο μέσος συντελεστής απωλειών των σωλήνων (W/m)

Για την περίπτωση μας:

$t=16 * 3600=57600$ (s)

$l=20$ m, διάμετρος  $\Phi=3/4$ in

$\bar{U}=0.42 * (60-20)=16.8$ W/m από πίνακα 4.2.

$$L_{h,w}=L_p+L_w$$

**Πίνακας 4.2:** Απώλειες σωλήνων ανά μονάδα μήκους σε δίκτυα διανομής θερμού νερού (W/m-°C).[8]

Εξωτερική διάμετρος (in)	Σωλήνες γυμνοί: Μέσος συντελεστής θερμικών απωλειών σε W/m K	Σωλήνες μονωμένοι: Μέσος συντελεστής θερμικών απωλειών: Συντελεστής αγωγιμότητας της μόνωσης $\lambda=0.035W/mK$ (θεωρείται ότι το πάχος μόνωσης είναι: 13mm)
½	0.66	0.37
¾	0.81	0.42
1	0.98	0.49
1 ¼	1.20	0.57
1 ½	1.34	0.62
2	1.62	0.73
2 ½	1.99	0.87
3	2.28	0.98
4	2.84	1.21

Το απαιτούμενο φορτίο θέρμανσης:

$$L_{\text{th}} = 24(\text{h/day}) \cdot (UA)_b \left( \frac{W}{^\circ\text{C}} \right) \cdot D(^\circ\text{C} \cdot \text{day}) \quad (\text{Wh})$$

D οι βαθμομέρες του μήνα Δεκεμβρίου

Για να μετατρέψουμε τις βαθμομέρες στη θερμοκρασία των  $T_{\text{ref}}=20^\circ\text{C}$  από τους  $18^\circ\text{C}$

$$D = \{N \cdot \Delta T_b + (0.744 + 0.00387D_\alpha - 0.5 \cdot 10^{-6} \cdot D_\alpha^2) \cdot N \cdot \exp(-[(\Delta T_b + 11.11)/9.02]^2)\}$$

Όπου

$$\Delta T_b = T_{\text{ref}} - T_\alpha$$

$D_\alpha$  ο ετήσιος αριθμός βαθμομερών με βάση τους  $18^\circ\text{C}$

$(UA)_b$  το γινόμενο του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας επί την εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου

Για την περίπτωση μας:

$$T_{\text{ref}}=20^\circ\text{C}$$

$D_\alpha=1076^\circ\text{C/day}$  at  $18^\circ\text{C}$  από τη άση δεδομένων Retscreen

$T_\alpha=13^\circ\text{C}$  για το μήνα Δεκέμβριο στην κλιματική ζώνη 3 από τον πίνακα 4.3.

**Πίνακας 4.3:** Μέση θερμοκρασία περιβάλλοντος ανά μήνα °C.[8]

ΖΩΝΗ	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	ΜΟ
1	13	13	15	17	21	26	28	28	25	22	18	15	20
2	11	12	13	16	20	25	27	27	24	20	16	13	19
3	11	12	13	16	20	25	27	27	24	20	16	13	19
4	8	9	11	16	20	25	27	27	23	18	14	9	17



5	5	7	10	14	20	24	27	27	23	17	12	7	16
6	4	6	9	15	20	24	27	24	22	16	11	6	15

Υπολογισμός του ποσοστού  $f$  των ενεργειακών αναγκών που καλύπτεται το Δεκέμβριο απο τους ηλιακούς συλλέκτες επιφάνειας  $18m^2$ .

$$f(X,Y) = 1.029 * Y - 0.065 * X - 0.245 * Y^2 + 0.0018X^2 + 0.0215 * Y^3$$

$$X_A = F_R U_L * (F_R' / F_R) * (100 - \overline{T_{\alpha}}) * (\Delta t) * K_2 * K_3$$

$$Y_A = F_R (\tau\alpha)_n * \frac{F_R'}{F_R} * \frac{\overline{\tau\alpha}}{(\tau\alpha)_n} * \left( N * \frac{\overline{H_T}}{L} \right) * K_4$$

$$X = X_A * A_c$$

$$Y = Y_A * A_c$$

$\Delta t$  (s) ο χρόνος του μήνα σε δυτερόλεπτα

Correction factors:

$$K_2 = (M/75)^{-1/4}, M \text{ χωρητικότητα της δεξαμενής (l/m}^2 \text{ επιφάνεια συλλεκτών)}$$

$$K_3 = (11.6 + 1.18 * T_{W'} + 3.86 * T_{m'} - 2.32 * \overline{T_{\alpha}}) / (100 - \overline{T_{\alpha}})$$

$$K_4 = a + b * e^{-c/\lambda}$$

$$a = 0.39, b = 0.65, c = 0.139, \lambda = \epsilon * C_{\min} / (UA)_c$$

$\epsilon$  συντελεστής εκμετάλλευσης του εναλλάκτη

$$C_{\min} = (\dot{m} * C_p)_c \text{ η ελάχιστη θερμοχωρητική παροχή στον εναλλάκτη}$$

$\dot{m}$  η μαζική παροχή του ρευστού που διέρχεται από συλλέκτη επιφάνειας  $A_c$ .

Για το κτήριο:

$$F_R(\tau\alpha)_n = 0.78$$

$$F_R U_L = 4.75 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\epsilon = 0.6$$

$$F_R' / F_R = 0.95$$

$$M = 75 \text{ l/m}^2$$

$$C_p = 4180 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$

$$\rho = 1 \text{ kg/l}$$

$$\Pi = 0.015 \text{ l/s/m}^2 \text{ ηλιακού συλλέκτη}$$

$$\Delta t = 24 * 31 * 3600 = 2678400 \text{ s}$$

$$\overline{H_T} = 3520 \text{ J/m}^2$$

$$A_c = 18 \text{ m}^2$$

$$\frac{\overline{\tau\alpha}}{(\tau\alpha)_n} = 0.94 \text{ από πίνακα 4.4.}$$

**Πίνακας 4.4.:** Μέσες μηνιαίες τιμές του λόγου  $(\overline{\tau\alpha})/(\tau\alpha)_n$  για συλλέκτη με ένα γυάλινο κάλυμμα και με διαφορετική κλίση του ηλιακού συλλέκτη ως προς το οριζόντιο επίπεδο.[8]

Κλίση Μήνας	0°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°	80°	90°
Ιανουάριος	0.79	0.85	0.88	0.91	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94	0.93
Φεβρουάριος	0.84	0.88	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.91
Μάρτιος	0.88	0.91	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.91	0.89	0.86
Απρίλιος	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92	0.90	0.88	0.84	0.78
Μάιος	0.93	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91	0.9	0.88	0.84	0.78	0.71
Ιούνιος	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91	0.89	0.86	0.81	0.81	0.75	0.67
Ιούλιος	0.94	0.94	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.87	0.82	0.76	0.68
Αύγουστος	0.93	0.94	0.94	0.94	0.93	0.92	0.92	0.89	0.86	0.81	0.74
Σεπτέμβρης	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.94	0.93	0.92	0.90	0.88	0.83
Οκτώβριος	0.86	0.89	0.92	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.92	0.89
Νοέμβριος	0.80	0.85	0.89	0.92	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94	0.93
Δεκέμβριος	0.77	0.83	0.88	0.91	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95	0.94
Μέσος Όρος	0.88	0.90	0.92	0.93	0.93	0.93	0.92	0.91	0.90	0.87	0.82

Από του υπολογισμούς που έγιναν στο Παράρτημα 'B το ποσοστό των ενεργειακών αναγκών του κτηρίου που καλύπτεται από τους ηλιακούς συλλέκτες για το μήνα Δεκέμβριο είναι  $f=60\%$ . Το ποσοστό κάλυψης για τους καλοκαιρινούς μήνες φτάνει το 100%, αλλά για να υπολογιστεί με ακρίβεια πρέπει να γίνουν υπολογισμοί για κάθε μήνα του χρόνου.

Επίσης τα φορτία για θέρμανση και ζυχ είναι:

$$L_{h,w}=345,56kW \quad L_{h,w}=345,56kW/166m^2=2.1kW/m^2$$

$$L_{sh}=1189.6kW \quad L_{sh}=1189.6kW/166m^2=7.1kW/m^2$$

#### 4.2. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Το υφιστάμενο σύστημα θέρμανσης είναι λέβητας πετρελαίου.

Η ισχύς του είναι 15KW

Το δίκτυο διανομής είναι καυστήρας με ισχύ 12.90KW με απόδοση 0.89.

Ο βαθμός απόδοσης του είναι 0.86.

Οι τερματικές μονάδες είναι σώματα καλοριφέρ με απόδοση 0.93.

Ο κυκλοφορητής έχει ισχύ 50W.

#### 4.3. ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΨΥΞΗ

Κάτωθι παρατείνονται τα διαγράμματα συστημάτων που αφορούν τις ανάγκες για ψύξη στο κτήριο. Αναλυτικά οι υπολογισμοί έχουν γίνει στο Παράρτημα Γ με τη βοήθεια του προγράμματος 4M-KENAK. Όπως παρατηρούμε το μέγιστο ωριαίο φορτίο για ψύξη τους καλοκαιρινούς μήνες ανέρχεται στα 12000Btu/h δηλαδή 2.2kW. Η επιθυμητή θερμοκρασία τους καλοκαιρινούς μήνες είναι 26°C. Οι ώρες που χρειάζονται για κλιματισμό είναι 4h. Άρα τα απαιτούμενα φορτία για κλιματισμό ανέρχονται στα  $3 \cdot 2.2 \cdot 2 = 8.6 \text{ kWh}$ .

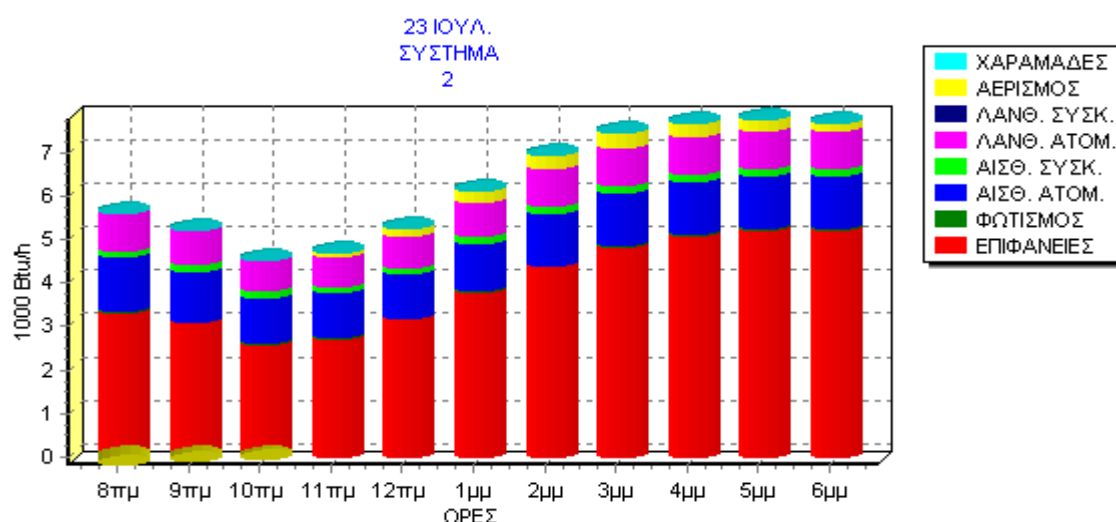
Το υφιστάμενο σύστημα ψύξης είναι δύο κλιματιστικά.

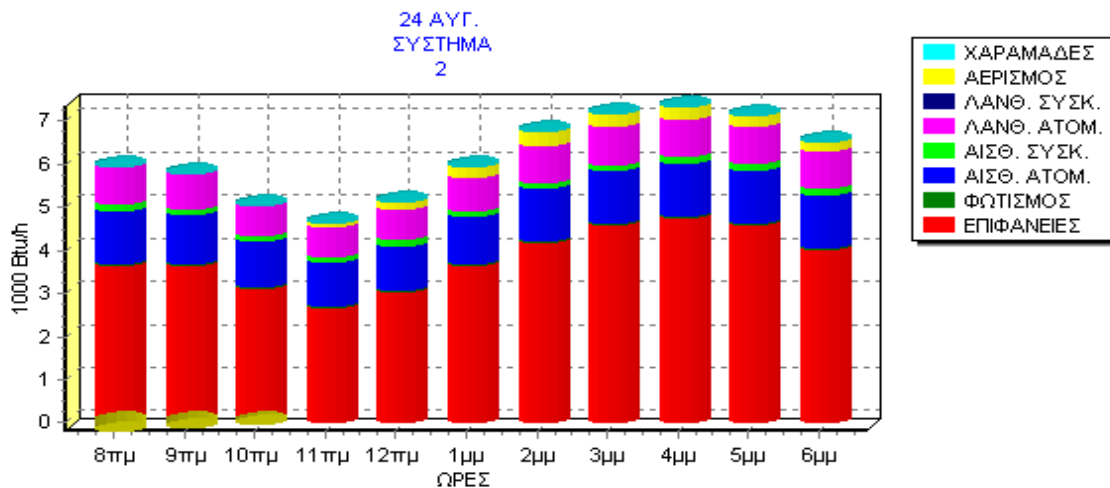
Οι ισχύς τους είναι από 2.5kW δηλαδή 17000Btu/h.

Ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας (EER) τους είναι 2.3.

Οι τερματικές μονάδες είναι κλιματιστικά με απόδοση 0.90.

**Σχηματα 4.1-4.2:** Διαγράμματα Συστημάτων.





## 5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

### 5.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ 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 α 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-ΚΕΝΑΚ, 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.

Τα γενικά δεδομένα του υπό μελέτη κτηρίου δίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

**Πίνακας 5.1:** Γενικά δεδομένα για τις θερμικές ζώνες.

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Μονοκατοικία	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m <sup>2</sup> )	166.0	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m <sup>2</sup> K)]	260	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό	Γ	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 5.5

εξοπλισμό		
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)	131	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	0.75	Μόνο για κατοικίες από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	1	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα

Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας του τμήματος κατοικιών δίνονται αναλυτικά στον πίνακα 5.2.

**Πίνακας 5.2:** 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	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	40	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	45	
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	0.75	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	200	
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)	0.91	
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	60	
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	0.75	

Εκλυόμενη θερμοκρασία από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	5.60
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.75

## 5.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΑΕΡΑ

Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου είναι επιχρισμένα 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 5.3 δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα.

**Πίνακας 5.3:** Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Όροφος	Τύπος	Δομικό στοιχείο	$\gamma'$	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	$\alpha^2$	$\varepsilon^3$
ΚΑΤΟΙΚΙΑ	Τοίχος	T10	41	0.450	24.80	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	41	0.489	3.00	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	311	0.450	18.39	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	311	0.489	2.31	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	221	0.450	12.56	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	221	0.489	1.80	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	311	0.450	4.05	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	311	0.489	0.45	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	221	0.450	9.60	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	221	0.489	1.20	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	131	0.450	19.56	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	131	0.489	2.76	0.40	0.80
	Δάπεδο	Δ1			0.424	83.00	0.00
ΚΑΤΟΙΚΙΑ	Τοίχος	T10	41	0.450	4.41	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	41	0.489	1.89	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	311	0.450	5.39	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	311	0.489	2.31	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	221	0.450	4.20	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	221	0.489	1.80	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	311	0.450	2.85	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	311	0.489	0.45	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	221	0.450	6.40	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	221	0.489	1.20	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	131	0.450	12.20	0.40	0.80

Τοίχος	T7	131	0.489	2.76	0.40	0.80
Τοίχος	T10	41	0.450	7.03	0.40	0.80
Τοίχος	T7	41	0.489	1.11	0.40	0.80
Οροφή	O3		0.415	82.89	0.65	0.80

### 5.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

Πίνακας 5.4: Δεδομένα για 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)]
Δ1	0.424	83.000	38.400	4.323	0.0	0.286

Πίνακας 5.5: Δεδομένα για 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)]
BA τοίχωμα T1	0.562	1.500	0.2	0.535
BΔ τοίχωμα T1	0.562	1.155	0.2	0.535
NΔ τοίχωμα T1	0.562	0.900	0.2	0.535
BΔ τοίχωμα T1	0.562	0.225	0.2	0.535
NΔ τοίχωμα T1	0.562	0.600	0.2	0.535
NA τοίχωμα T1	0.562	1.380	0.2	0.535

### 5.4. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.

Πίνακας 5.5: Δεδομένα κουφωμάτων.

Όροφος	Κουφωμα	γ	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	g <sub>w</sub>	F <sub>hor</sub> θέρμ.	F <sub>hor</sub> ψύξη	F <sub>ov</sub> θέρμ.	F <sub>ov</sub> ψύξη	F <sub>fin</sub> θέρμ.	F <sub>fin</sub> ψύξη
ΚΑΤΟΙΚΙΑ	BΔ1	311	1.20	2.225	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	BΔ2	311	1.20	2.225	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	NΔ1	221	1.44	2.175	0.43	1.0	1.0	0.22	0.27	1.0	1.0
	NΔ3	221	1.20	2.225	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ΚΑΤΟΙΚΙΑ	NΔ1	221	1.20	2.225	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

## 5.5. ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

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.

### Δεδομένα για σύστημα θέρμανσης χώρων

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης.

Πίνακας 5.6: Δεδομένα συστήματος θέρμανσης.

Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
<b>Μονάδα παραγωγής θερμότητας:</b> Λέβητας ισχύος 15 kW											
Συνολική θερμική απόδοση μονάδας : 0.86 (ΑΠΟ ΤΟ ΦΥΛΛΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ)											
Είδος καυσίμου: Πετρέλαιο											
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
<b>Δίκτυο διανομής θερμότητας</b>											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 12.9											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής: 89% (ΑΠΟ ΦΥΛΛΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΛΕΒΗΤΑ)											
Ύπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ											
<b>Τερματικές μονάδες</b>											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων: Σώματα καλοριφέρ											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.93											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων: Κυκλοφορητή			Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W):50				
			1								
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 50% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											



Ο κυκλοφορητής που χρησιμοποιείται για την κυκλοφορία του θερμού νερού, έχει ισχύ που δίνεται από τον κατασκευαστή.

### Δεδομένα για σύστημα ψύξης χώρων

Στον πίνακα 5.7 που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξης του τμήματος με χρήση "Μονοκατοικία".

### Δεδομένα για σύστημα ζεστού νερού χρήσης

Τα στοιχεία (ισχύς, καύσιμο, δίκτυο διανομής κτλ) του συστήματος που χρησιμοποιείται στο υπό μελέτη κτήριο για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης παρουσιάζονται στον πίνακα 5.8 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.

### Δεδομένα για σύστημα ηλιακών συλλεκτών

Οι ηλιακοί συλλέκτες που έχουν εγκατασταθεί στο δώμα, έχουν τη δυνατότητα κάλυψης μέρος του ΖΝΧ του κτηρίου καθώς και του φορτίου για θέρμανση. Το είδος, η επιφάνεια, ο βαθμός αξιοποίησης, αλλά και τα υπόλοιπα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δίνονται στον πίνακα 5.9. που ακολουθεί.

### Πίνακας 5.7: Δεδομένα συστήματος ψύξης.

Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
Μονάδα παραγωγής ψύξης: Air condition ισχύος 2.5 kW Τεμάχια: 2											
Βαθμός απόδοσης EER: 2.3											
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
<b>Τερματικές μονάδες</b>											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων: Κλιματιστικά											
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.90 (ΑΠΟ ΦΥΛΛΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ)											

### Πίνακας 5.8: Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης.

Σύστημα ζεστού νερού χρήσης ζώνης 1 (Μονοκατοικία)	
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας/ταχυθερμοσιφωνα ισχύος 2.5 kW	

Θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 1.000											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ΖΝΧ 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
<b>Δίκτυο διανομής θερμότητας</b>											
Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ΖΝΧ (%): 100%											
<b>Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας:</b> ΔΕΞΑΜΕΝΗ											
Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ΖΝΧ: 93%											

**Πίνακας 5.9:** Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών.

<b>Ηλιακοί συλλέκτες θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)</b>	
Είδος ηλιακού συλλέκτη	ΕΠΙΠΕΔΟΣ ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΣ
Χρήση ηλιακού συλλέκτη για:	ΖΝΧ/ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΧΩΡΩΝ
Εμβαδόν επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών (m <sup>2</sup> ):	18
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για ζεστό νερό χρήσης (%):	36
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για θέρμανση χώρων (%):	50
Εμβαδόν επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών (m <sup>2</sup> ):	18
Κλίση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών (°):	50
Προσανατολισμός ηλιακών συλλεκτών (°):	180
Συντελεστής σκίασης F-s:	1.00

## 5.6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Παρακάτω 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, ΖΝΧ), ανά θερμική ζώνη και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.) το άθροισμα των επιμέρους υπολογιζόμενων ενεργειακών καταναλώσεων ενός κτιρίου για τη ΘΨΚ, παραγωγή

ZNX και φωτισμό, εκφραζόμενο σε ενέργεια ανά μονάδα μικτής επιφάνειας των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου το έτος [ $\text{kWh/m}^2 \cdot \text{έτος}$ ].

#### ΕΤΗΣΙΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Εφόσον έχει ήδη υπολογιστεί τόσο η κατανάλωση όσο και η παραγωγή ενέργειας της κατασκευής, στη συνέχεια, είναι εύκολο να μετατραπεί σε ετήσια ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ( $\text{kWh/m}^2$ ) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ZNX, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.. Η εύρεση του ετήσιου ισοζυγίου πρωτογενούς ενέργειας μίας κατασκευής αποτελεί ένα αξιόπιστο και αποτελεσματικό τρόπο εντοπισμού της επιρροής του κτιρίου στο ενεργειακό σύστημα. Παρόλα αυτά, δε λαμβάνεται υπόψη η διαθεσιμότητα της κάθε μορφής ενέργειας καθώς και η μόλυνση που προκαλεί. Για τον υπολογισμό της πρωτογενούς ενέργειας που δαπανάται για τη λειτουργία του κτιρίου κατά τη διάρκεια ενός έτους, απαιτείται η χρήση του συντελεστή μετατροπής της καταναλισκόμενης ενέργειας σε πρωτογενή, καθώς και του συντελεστή απόδοσης της κάθε μορφής ενέργειας. Στη συνέχεια, γνωρίζοντας την ποσότητα ενέργειας που είναι σε θέση να παράξει το κτίριο το αντίστοιχο χρονικό διάστημα, μπορεί να υπολογιστεί το ετήσιο ισοζύγιο του, που στην προκειμένη περίπτωση θα αναφέρεται στην πρωτογενή ενέργεια.

Συνεπώς, η πρωτογενής ενέργεια που καταναλώνεται διαμορφώνεται από τον παρακάτω τύπο: **πρωτογενής ενέργεια** = (ενεργειακή κατανάλωση)/(απόδοση συστήματος) \* συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια(Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφος 1.2) (Πίνακα 5.10).

**Πίνακας 5.10:** Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια.

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Ελκυσόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας ( $\text{kgCO}_2/\text{kW}$ )
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238

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.

#### ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το υπό μελέτη τμήμα έχει χρήση "Μονοκατοικία" και τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη δίδονται στον πίνακα 5.11.

Η κατανάλωση για τον αερισμό συμπεριλαμβάνεται στις καταναλώσεις για θέρμανση / ψύξη, όπως επίσης και η κατανάλωση ενέργειας των βοηθητικών συστημάτων (θέρμανσης, ψύξης και αερισμού) .

**Πίνακας 5.11:** Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξη, ζυχ κτηρίου.

Απαιτούμενα ΜΗΝΙΑΙΑ φορτία θέρμανσης/ψύξης/ζυχ. (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	9.1	7.2	4.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	7.1	31.4
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	4.1	8.6	8.6	1.4	0.0	0.0	0.0	23.2
Ζεστό νερό χρήσης	2.2	1.9	2.0	1.7	1.5	1.3	1.2	1.2	1.3	1.5	1.8	2.1	19.6

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 5.12:** Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση.

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	10.0	6.8	2.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	6.9	28.9
Ηλιακή Θέρμανση	4.7	5.1	7.5	7.4	9.0	9.2	9.5	9.5	8.8	7.5	5.6	4.3	88.2
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.7	3.8	1.4	0.0	0.0	0.0	10.8
ZNX	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 από συλλέκτες	3.5	3.8	5.5	5.4	6.6	6.7	7.0	7.0	6.4	5.5	4.1	1.3	62.7
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
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	10.0	6.8	2.1	1.0	0.0	2.0	3.7	3.8	1.4	0.0	2.1	6.9	39.8

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον πίνακα 5.13.:

**Πίνακας 5.13:** Κατανάλωση ανά καύσιμο -"Μονοκατοικία".

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	23.4	23.1
Πετρέλαιο	17.5	4.6

Σύνολο	40.9	27.7
--------	------	------

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα 5.14 που ακολουθεί.

**Πίνακας 5.14:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )
Θέρμανση	52.5
Ψύξη	29.4
ZNX	0
Σύνολο	81.9

## 5.7. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του υπο μελέτη κτηρίου, φαίνεται να ανήκει στην κατηγορία Γ (Σχήμα 5.1). Η **ενεργειακή κατηγορία** (Ε.Κα.) προσδιορίζεται σύμφωνα με το άρθρο 13 του Κ.Εν.Α.Κ., ως ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του "κτηρίου αναφοράς". Το "κτήριο αναφοράς" καθορίζεται να είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτήριο. Συγκεκριμένα, θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές όπως περιγράφονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στα Η/Μ τεχνικά συστήματα που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό. Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτηρίων και τα όρια παρουσιάζονται στην **κλίμακα κατάταξης** που ακολουθεί, όπου:

**RR** είναι η ετήσια συνολική υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς (kWh/m<sup>2</sup>).

**EP** είναι η ετήσια συνολική υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου (kWh/m<sup>2</sup>).

**Σχήμα 5.1:** Ενεργειακή κατάταξη υφιστάμενου κτιρίου.

ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ $EP \leq 0.33$	
A $0.33 R_R < EP \leq 0.50 R_R$	
B $0.50 R_R < EP \leq 0.75 R_R$	
B $0.75 R_R < EP \leq 1.00 R_R$	<b>Γ</b>
Γ $1.00 R_R < EP \leq 1.41 R_R$	81.9kWh/m <sup>2</sup>
Δ $1.41 R_R < EP \leq 1.82 R_R$	
E $1.82 R_R < EP \leq 2.27 R_R$	
Z $2.27 R_R < EP \leq 2.73 R_R$	
H $2.73 R_R < EP$	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

## 6. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΕ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟ ΜΕ Α.Π.Ε.

Στην ενότητα αυτή θα γίνουν εναλλακτικές προτάσεις στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του κτηρίου, με σκοπό την μείωση των καταναλώσεων, έτσι ώστε σχεδόν να μετατραπεί σε μηδενικά ενεργειακό κτήριο.

### 6.1. ΠΡΟΤΑΣΗ 1: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΑΜΕΣΗ ΗΛΙΑΚΗ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗ

Για την μετατροπή του υφιστάμενου κτιρίου σε ηΖΕΒ θα γίνουν κάποιες προτάσεις για την αναβάθμιση των ηλεκτρομηχανικών εγκαταστάσεων του κτιρίου.

#### Προτεινόμενα δεδομένα για σύστημα θέρμανσης χώρων

Οι απαιτήσεις θέρμανσης και ψύξης αποτελούν σημαντικό μέρος των ενεργειακών αναγκών και μπορεί να καλυφθεί από ενεργά και παθητικά ηλιακά συστήματα. Η ευρεία χρήση της ηλιακής ενέργειας στις εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης εξαρτάται από την ανάπτυξη οικονομικά αποδοτικών και υψηλής απόδοσης συστήματα. Γι' αυτό το λόγο προτείνεται μία **ηλιακα υποβοήθηση αντλία θερμότητας (SAHP)** αέρα νερού η οποία ενσωματώνει μια αντλία θερμότητας με ηλιακό σύστημα θέρμανσης που με μικρές τροποποιήσεις μπορεί να παρουσιάσει υψηλότερες επιδόσεις από ότι μια συμβατική αντλία θερμότητας πηγής αέρα με ηλιακή υποβοήθηση. Το μεγάλο πλεονέκτημα της χρήσης του SAHP είναι ότι η ηλιακή ενέργεια μπορεί να παρέχει μια πηγή θερμότητας σε υψηλότερο επίπεδο θερμοκρασίας από των ατμοσφαιρικών συνθηκών κατά τη χειμερινή περίοδο. Έτσι, ο συντελεστής του (COP) μιας αντλίας θερμότητας μπορεί να αυξηθεί. Επί πλέον, η θερμοκρασία του συλλέκτη μπορεί να μειωθεί στη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Ως εκ τούτου, η απώλεια θερμότητας από το συλλέκτη στο περιβάλλον μπορεί να μειωθεί επαρκώς με αποτέλεσμα υψηλότερες αποδόσεις συλλεκτών.

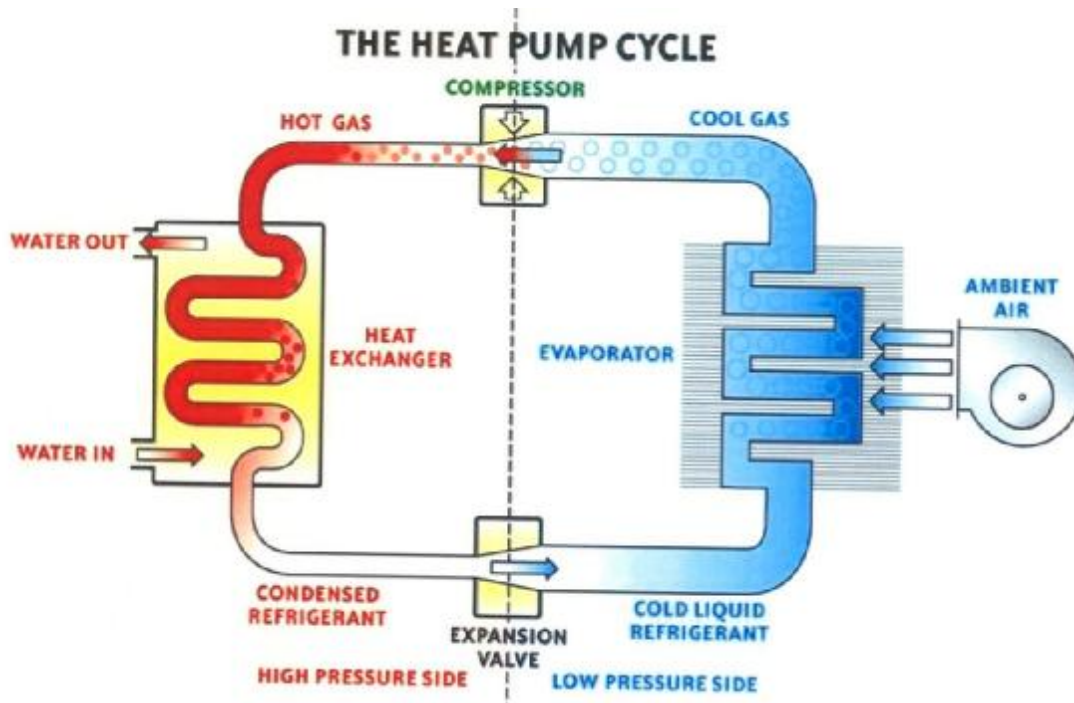
#### Η αρχή λειτουργίας της αντλίας θερμότητας αέρα νερού

Οι αντλίες θερμότητας αέρα/νερού λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο με τα ψυγεία που όλοι έχουμε στα σπίτια μας, χρησιμοποιώντας έναν κύκλο συμπίεσης ατμού.

Η αντλία αποτελείται κυρίως από τα ακόλουθα μέρη: ένα συμπιεστή, μία βαλβίδα εκτόνωσης και δύο εναλλάκτες θερμότητας (ένα εξατμιστή και ένα συμπυκνωτή).

Ο εξωτερικός αέρας ωθείται μέσω ενός ανεμιστήρα στην αντλία θερμότητας όπου συναντά τον εξατμιστή. Αυτός είναι συνδεδεμένος σε ένα κλειστό σύστημα που περιέχει ένα ψυκτικό μέσο που μπορεί να μετατραπεί σε αέριο σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Όταν ο εξωτερικός αέρας χτυπά το εξατμιστή το ψυκτικό μέσο μετατρέπεται σε αέριο (σχήμα 6.1.1).

Σχήμα 6.1.1: Αρχή λειτουργίας αντλίας θερμότητας.[10]



Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας ένα συμπιεστή, το αέριο φτάνει σε αρκετά υψηλή θερμοκρασία στην οποία μπορεί να μεταφερθεί στο συμπυκνωτή του συστήματος θέρμανσης του σπιτιού. Ταυτόχρονα, το ψυκτικό μέσο με τη βοήθεια του συμπυκνωτή επανέρχεται στην υγρή μορφή, έτοιμο να μετατραπεί σε αέριο για άλλη μια φορά και να συλλέξει νέα θερμότητα.

### Απόλυτος έλεγχος

Ο συμπιεστής της αντλίας θερμότητας χρησιμοποιεί έναν έλεγχο inverter, όπου το σύστημα μπορεί να παρέχει την ακριβή θερμική ισχύ που απαιτείται σε κάθε δεδομένη στιγμή. Αυτό σημαίνει ότι η αντλία θερμότητας θα καταναλώνει μόνο την συγκεκριμένη ενέργεια που απαιτείται, καθιστώντας το ιδιαίτερα αποδοτικό και οικονομικό. Σε αυτό το σύστημα ο ηλιακός θερμικός πίνακας εκτελεί τη λειτουργία της πηγής θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας και η παραγόμενη θερμότητα χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του εξαμιστή της αντλίας θερμότητας. Ο στόχος αυτού του συστήματος είναι να πάρει υψηλή COP και στη συνέχεια να παράγει ενέργεια με πιο αποδοτικό και λιγότερο δαπανηρό τρόπο.

### Βαθμός απόδοσης σε λειτουργία θέρμανσης

Ο λόγος της μεταφερόμενης θερμότητας προς το καταναλισκόμενο έργο ( $Q_2 / W$  σε θέρμανση), ονομάζεται ειδικός βαθμός απόδοσης της αντλίας (COP, coefficient of performance).



Στην ίδια απόδοση θερμότητας, μια αντλία θερμότητας με υψηλή COP σημαίνει περισσότερη εξοικονόμηση ενέργειας.

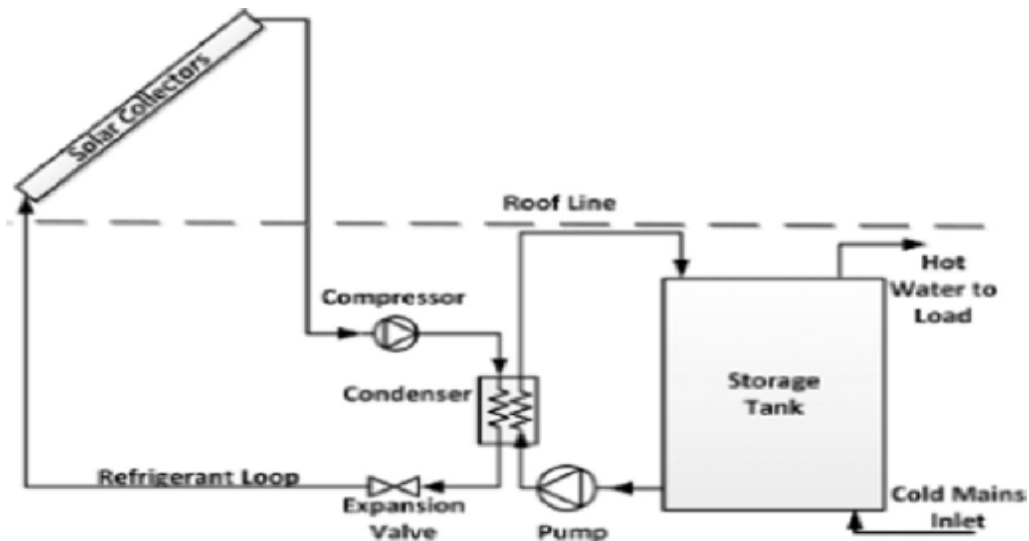
### Αρχή της SAHP

Το SAHP είναι ένας τύπος αντλιών θερμότητας που ενσωματώνει ηλιακούς θερμικούς συλλέκτες που τροφοδοτούν απευθείας θερμότητα ή έμμεσα στον εξατμιστή. Ο πρώτος ονομάζεται **άμεση επέκταση ηλιακής αντλίας θερμότητας (DXSAHP)** και η τελευταία είναι η **έμμεση επέκταση της ηλιακής ενέργειας αντλία θερμότητας (IX-SAHP)** και διακρίνονται από την παρουσία ή όχι ενός ενδιάμεσου υγρού που μεταφέρει τη θερμότητα από το πάνελ στην αντλία θερμότητας. Οι μηχανές που ονομάζονται έμμεση επέκταση χρησιμοποιούν κυρίως νερό ως ρευστό μεταφοράς θερμότητας, αναμιγνύονται με ένα αντιψυκτικό υγρό (συνήθως γλυκόλη) για να αποφεύγονται τα φαινόμενα σχηματισμού πάγου κατά τη χειμερινή περίοδο. Η αντλία θερμότητας συνδέεται με το ζεστό νερό που παράγεται από τον ηλιακό συλλέκτη. Η θερμότητα που συλλέγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες μεταφέρεται έμμεσα στον εξατμιστή της αντλίας θερμότητας. Στις έμμεσα υποβοηθούμενες αντλίες θερμότητας η πηγή θερμότητας είναι ο εναλλάκτης θερμότητας. Οι μηχανές που ονομάζονται άμεση επέκταση τοποθετούνται στο ψυκτικό υγρό απευθείας μέσα στο υδραυλικό κύκλωμα του θερμικού πίνακα, όπου λαμβάνει χώρα η μετάβαση φάσης. Αυτή η δεύτερη διαμόρφωση, αν και είναι πιο πολύπλοκη από τεχνική άποψη, διότι ο ηλιακός συλλέκτης λειτουργεί επίσης ως εξατμιστής της μονάδας αντλίας θερμότητας, καθιστώντας έτσι το σύστημα περισσότερο συμπαγές αλλά απαιτεί μεγαλύτερη φόρτιση ρευστού για την αντλία θερμότητας. Επιπλέον, όταν δεν υπάρχει επαρκής ηλιακή ενέργεια ακτινοβολία, ο ηλιακός συλλέκτης / εξατμιστής δεν μπορεί να απορροφήσει αρκετή θερμότητα που απαιτείται από την αντλία θερμότητας και έτσι αρνητικά επηρεάζουν την απόδοση του συστήματος.

Παρόλα αυτά επιτρέπει να αποκτηθούν και πολλά πλεονεκτήματα:

- Καλύτερη μεταφορά της θερμότητας που παράγεται από τον θερμικό πίνακα στο ρευστό λειτουργίας, η οποία συνεπάγεται μεγαλύτερη θερμική απόδοση του εξατμιστή, συνδεδεμένη με την απουσία ενός ενδιάμεσου ρευστού.
- Η παρουσία ενός υγρού εξάτμισης επιτρέπει την επίτευξη ομοιόμορφης κατανομής θερμοκρασίας στον θερμικό πίνακα με επακόλουθη αύξηση της θερμικής απόδοσης (σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας του ηλιακού πλαισίου, η τοπική θερμική απόδοση μειώνεται από την είσοδο στην έξοδο του ρευστού επειδή το ρευστό αυξήσει θερμοκρασίας).
- Η χρήση υβριδικού ηλιακού πλαισίου, εκτός από το πλεονέκτημα που περιγράφηκε στο προηγούμενο σημείο, αυξάνει την ηλεκτρική απόδοση του πίνακα (για παρόμοιες εκτιμήσεις).

Σχήμα 6.1.2: Αντλίας θερμότητας με άμεση ηλιακή υποβοήθηση.[9]



Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθεί για τη θερμική ζώνη με χρήση "Μονοκατοικία".

Πίνακας 6.1.1: Δεδομένα συστήματος θέρμανσης τμήματος Μονοκατοικία.

Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας: :Α.Θ. αέρα-νερού ισχύος 6.7 kW με άμεση ηλιακή υποβοήθηση											
Συνολική θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 4.1											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρική ενέργεια											
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
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 6.57											
Χώρος διέλευσης : <u>Εσωτερικοί χώροι</u> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% Χωρίς δίκτυο - τοπικό σύστημα											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 55											
Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 40											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής: 98%											
Υπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: <b>ΝΑΙ</b> ΟΧΙ											

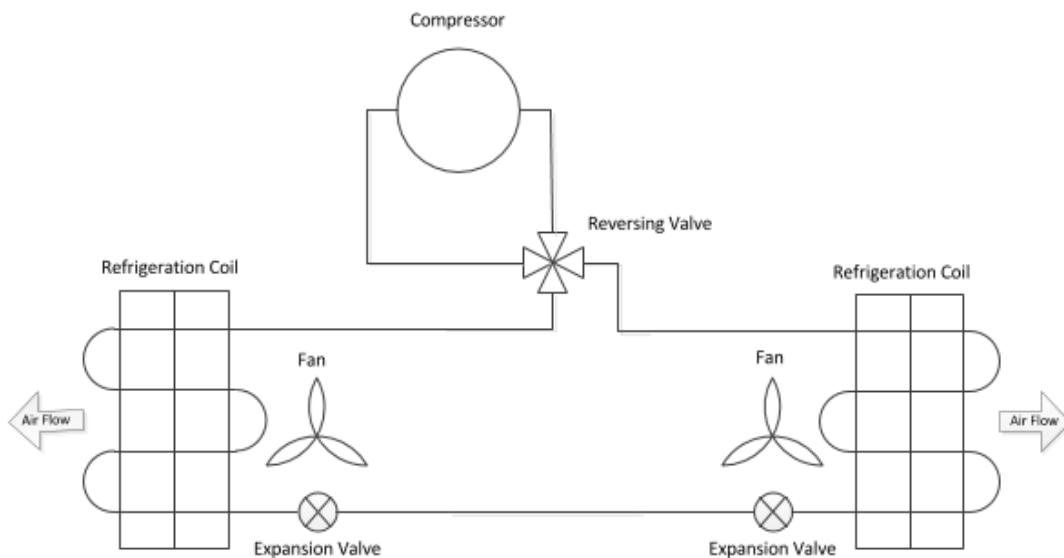
Τερματικές μονάδες
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων: Άμεσα συστήματα (fan coils), δαπέδου ή οροφής
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.88 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.12: 0.96

### Προτεινόμενα δεδομένα για σύστημα ψύξης χώρων

#### Αντλίες θερμότητας και για ψύξη

Με την προσθήκη μιας δεύτερης εκτονωτικής βαλβίδας (που δεν λειτουργεί ως εκτονωτική, αλλά ως στένωση όταν δέχεται τη ροή ανάποδα) και μιας τετράοδης βάνας, οι σημερινές αντλίες θερμότητας μπορούν να ανατρέφουν τον κύκλο τους και να μεταφέρουν την θερμότητα προς την αντίθετη φορά. (Σχήμα 6.1.3).

**Σχήμα 6.1.3:** Ανάστροφη λειτουργία αντλίας θερμότητας για ψύξη.[10]



Με τον τρόπο αυτόν, μπορούμε την ίδια αντλία θερμότητας να την χρησιμοποιούμε το χειμώνα για να μεταφέρουμε θερμότητα από έξω στο σπίτι, και το καλοκαίρι για να μεταφέρουμε τη θερμότητα από το σπίτι έξω. Όταν επιλέγουμε λειτουργία στο κλιματιστικό μας, στην ουσία χειριζόμαστε την τετράοδη βάνα του μηχανήματος για να αναστρέψουμε τη ροή του ψυκτικού.

#### Βαθμός απόδοσης σε λειτουργία ψύξης

Ο λόγος της μεταφερόμενης θερμότητας προς το καταναλισκόμενο έργο ( $Q_1 / W$  σε ψύξη), ονομάζεται **βαθμός ενεργειακής απόδοσης της αντλίας (EER, energy efficiency ratio)**.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξης του τμήματος με χρήση "Μονοκατοικία".

### Προτεινόμενα δεδομένα για σύστημα ζεστού νερού χρήσης.

Προτείνεται τοποθέτηση μπιούλερ παραγωγής και αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης τους χειμερινούς μήνες που θα είναι συνδεδεμένο με την αντλία θερμότητας. Οι ηλιακοί συλλέκτες παραμένουν όπως έχουν για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και για την υποβοήθηση της θέρμανσης.

**Πίνακας 6.1.2: Δεδομένα συστήματος ψύξης τμήματος "Μονοκατοικία"**

Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
Μονάδα παραγωγής ψύξης: Α.Θ. αέρα-νερού ισχύος 6.7 kW											
Βαθμός απόδοσης EER: 3.7											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠ	1	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής ψύξης											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 6.57											
Χώρος διέλευσης: <b>Εσωτερικοί χώροι</b> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% Χωρίς δίκτυο - τοπικό σύστημα											
Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 7											
Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 12											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής: 98%											
Ύπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: <b>ΝΑΙ</b> ΟΧΙ											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων: Άμεσα συστήματα (fan coils), δαπέδου ή οροφής											
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.96 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.14: 0.96											

### Προτεινόμενο σενάριο για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια του κτηρίου.

Αρχικά προτείνεται η τοποθέτηση φωτοβολταϊκού συστήματος με το πρόγραμμα ενεργειακού συμψηφισμού – net metering, που δεν έχει να κάνει με πώληση του ρεύματος αλλά με αυτοκατανάλωση και συμψηφισμό, για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου για τις ηλεκτρικές συσκευές, καθώς και για υποβοήθηση

στο σύστημα θέρμανσης για την κάλυψη των θερμικών αναγκών του . Γι' αυτό το λόγο θα διαστασιολογηθούν για τις ανάγκες του μήνα Δεκεμβρίου. Αυτό σημαίνει ότι εγκαθιστούμε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα Net Metering στο κτίριο του επενδυτή και μετράμε πόση ενέργεια παρήγαγε μέσα στο έτος και πόση κατανάλωσε. Στο τέλος του έτους, ο επενδυτής θα πληρώσει **μόνο για τη διαφορά μεταξύ της παραγωγής και της κατανάλωσής του**, επιτυγχάνοντας έτσι **σημαντική εξοικονόμηση στους λογαριασμούς** του ηλεκτρικού ρεύματος. Έστω ότι ο τύπος των φωτοβολταϊκών είναι μονοκρυσταλλικά.

Προσανατολισμός: Νοτος.

Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο εγκατάστασης: 28° γιατί θέλω ετήσια κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό του κτηρίου.

Σκίαση: Ελεύθερος ορίζοντας.

#### **Εκτίμηση των ημερησίων ενεργειακών αναγκών σε ηλεκτρισμό του κτηρίου.**

Θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα Retscreen για να εκτιμήσουμε τα ετήσια φορτία ανάλογα με τις ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούνται στο κτίριο. Τα αποτελέσματα παρατείνονται κάτωθι.

**Πίνακας 6.1.3:** Ετήσιες ενεργειακές ανάγκες του υφιστάμενου κτηρίου.

Συσκευές	Ώρες λειτουργίας(ώρες/ημέρα)	Ηλεκτρικό φορτίο(W)	Κύκλος χρήσης(%)	Ζήτηση ηλεκτρισμού(kWh)
Ηλεκτρική σκούπα	0.1	800	100	29.2
Ψυγείο	24	90	50	394.2
Τηλεόραση	4	50	100	73
Κουζίνα ηλεκτρική	0.5	1000	100	365
Καφετιέρα	0.5	500	100	91.25
Υπολογιστής	1	50	100	18.25
Λαμπτήρες	6	8	100	17.25
Πλυντήριο ρούχων	0.20	500	100	36.5
Πλυντήριο πιάτων	0.30	1000	100	112.45
ΣΥΝΟΛΟ				1137.1

Άρα οι ημερήσιες ανάγκες είναι:  $1137.1/365=3.12\text{kWh}$ .

Επίσης επειδή οι ηλιακοί συλλέκτες καλύπτουν όπως έχει υπολογιστεί στο προηγούμενο κεφάλαιο το 60% των αναγκών για θέρμανση το μήνα Δεκέμβριο θα διαστασιολογήσουμε τα φωτοβολταϊκά έτσι ώστε να καλύψουν τα ηλεκτρικά φορτία της αντλίας θερμότητας για το υπόλοιπο 40% των φορτίων.

Οι ανάγκες για θέρμανση το Δεκέμβριο είναι  $7.1 \text{ kWh} / \text{m}^2$ . Δηλαδή ημερησίως:  $7.1 \text{ kWh} / \text{m}^2 * 166 \text{ m}^2 / 31 \text{ ημέρες} = 38 \text{ kWh}$ .

Άρα το 40% των φορτίων ισούται με :  $40/100 * 38 = 15.2 \text{ kWh}$ .

Επειδή το COP της αντλίας θερμότητας είναι 4.1, το ηλεκτρικό φορτίο  $= 15.2 / 4.1 = 3.7 \text{ kWh}$ .

Το συνολικό ημερήσιο  $Q_L = 3.12 + 3.7 = 6.82 \text{ kWh}$ .

### Υπολογισμός της εγκατεστημένης ισχύος $P_m$ και της ενέργειας της γεννήτριας των φωτοβολταϊκών για το μήνα Δεκέμβριο [12]

Η εγκατεστημένη ισχύς δίνεται από τον τύπο:

$$(P_m + \delta P_m) * \overline{PSH} * \bar{R} * n = Q_L$$

$n = 0.95$  losses

$\bar{R} = 1.35$ , μέσος συντελεστής για το μήνα Δεκέμβριο και για κλίση  $28^\circ$

$$\Delta t = T_{pv} - 25^\circ \text{C}$$

$$T_{pv} = T_a + f * I_T$$

$$\delta P_m / P_m = -0.0045 \Delta t$$

Για τον συντελεστή θερμοκρασίας ισχύος λαμβάνεται υπόψη η τιμή  $-0,45\%$ .

Η ενέργεια της φωτοβολταϊκής γεννήτριας  $E_{pv}$  δίνεται από:

$$E_{pv} = P_m * \overline{PSH} * \bar{R}$$

Οι τιμές  $T_a$  και  $I_T$  προσδιορίζονται από το PVGIS, με ανάλυση του μέσου μηνιαίου ωριαίου προφίλ της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος.

Επιλέγουμε τον Δεκέμβριο ως μήνα μεγέθους.

Δεκέμβριος:  $\{12 - PSH/2, 12 + PSH/2\} = \{12 - 1.83/2, 12 + 1.83/2\} = \{11.085, 12.915\}$ .

Παγκόσμια ακτινοβολία σε σταθερό επίπεδο ( $W / \text{m}^2$ ) =  $294.12 \text{ W} / \text{m}^2$

$I_T = (690,7 + 294,12) / 2 = 492,5 \text{ W} / \text{m}^2$ , από τον μέσο όρο της ακτινοβολίας καθαρού ουρανού σε σταθερό επίπεδο, που λαμβάνεται από την βάση δεδομένων PVGIS στον πίνακα 6.1.4 και την παγκόσμια ακτινοβολία.  $T_a = 13,29^\circ \text{C}$ , από τον μέσο όρο των θερμοκρασιών που λαμβάνονται από το PVGIS, στον πίνακα 6.1.4.

**Πίνακας 6.1.4:** Ωριαία Δεδομένα,για την πόλη της Ναυπάκτου, το μήνα Δεκέμβριο.

Time	G	T <sub>d</sub>
10:52	628	13.5
11:07	653	13.5
11:22	673	13.5
11:37	688	13.5
11:52	698	13.4
12:07	704	13.3
12:22	704	13.2
12:37	698	13.1
12:52	688	13
13:07	673	12.9

Ο προσδιορισμός της εγκατεστημένης μέγιστης ισχύος P<sub>m</sub> για το μήνα Δεκέμβριο και της ενέργειας της φωτοβολταϊκής γεννήτριας E<sub>pv</sub> για κάθε μήνα παρουσιάζεται παρακάτω. Για όλους τους υπόλοιπους μήνες το P<sub>m</sub> διορθώνεται με τον συντελεστή θερμοκρασίας ισχύος = -0,45% / °C.

$$P_m = 6.82 / (1.83 * 0.95 * 1.35) * (1 - 0.0045 * 3.06) = 3.00 \text{ kWp}$$

$$E_{pv} = 3.00 * 1.83 * 1.35 = 7.41 \text{ kWp}$$

Έστω P<sub>m,module</sub> = 195Wp και ο διαστάσεις του είναι 1.58\*0.808\*0.04.

$$N_{pv} = P_{m,gen} / P_{m,module} = 3000 / 195 = 15.4 \text{ δηλαδή } 16 \text{ φωτοβολταϊκά.}$$

Άρα η περιοχή που χρειαζόμαστε για να τα εγκαταστήσουμε είναι: 16\*(1.58\*0.808) = 20.42m<sup>2</sup>

#### **ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

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 συσ Η συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση έχει ήδη συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση).

Η συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για ΖΝΧ έχει ήδη συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση ενέργειας για ΖΝΧ.

Η συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΦΒ δεν αφαιρείται από την συνολική ενεργειακή κατανάλωση για ψύξη και για θέρμανση.

τήματα της κάθε εγκατάστασης

**Πίνακας 6.1.5:** Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση.

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	1.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.7
Ηλιακή θέρμανση	4.7	5.1	7.5	7.4	9.0	9.2	9.5	9.5	8.8	7.5	5.6	4.3	88.2
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	2.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	5.8
ZNX	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 από συλλέκτες	3.5	3.8	5.5	5.4	6.6	6.7	7.0	7.0	6.4	5.5	4.1	1.3	62.7
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
Φωτοβολταϊκά	8.2	9.5	14.7	15.7	20.0	20.9	21.4	20.5	17.6	13.9	9.8	7.4	179.5
Σύνολο	1.3	0.7	0.0	0.0	0.0	1.1	2.0	2.0	0.7	0.0	0.0	0.7	8.5

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sup>2</sup> ανά καύσιμο δίνονται στον πίνακα 6.1.6.

**Πίνακας 6.1.6:** Κατανάλωση ανά καύσιμο -"Μονοκατοικία".

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	0	0
Πετρέλαιο	0	0
Σύνολο	0	0

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα 6.1.7. που ακολουθεί.

**Πίνακας 6.1.7:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )
Θέρμανση	7.8
Ψύξη	15.8
ZNX	0
Φωτισμός	0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	24.7
Σύνολο	0



## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΠΡΟΤΑΣΗΣ 1

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας της πρότασης 1, το κτήριο φαίνεται να ανήκει στην κατηγορία A+ (Σχήμα 6.1.4).

Σχήμα 6.1.4: Ενεργειακή κατάταξη πρότασης 1.

ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ $EP \leq 0.33$	
A $0.33 R_R < EP \leq 0.50 R_R$	
B $0.50 R_R < EP \leq 0.75 R_R$	
B $0.75 R_R < EP \leq 1.00 R_R$	A+
Γ $1.00 R_R < EP \leq 1.41 R_R$	0kWh/m <sup>2</sup>
Δ $1.41 R_R < EP \leq 1.82 R_R$	
E $1.82 R_R < EP \leq 2.27 R_R$	
Z $2.27 R_R < EP \leq 2.73 R_R$	
H $2.73 R_R < EP$	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

## 6.2. ΠΡΟΤΑΣΗ 2: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΕΜΜΕΣΗ ΗΛΙΑΚΗ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗ

Σαν επόμενο σενάριο προτείνεται η τοποθέτηση τοποθέτηση φωτοβολταϊκού συστήματος, για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου για τις ηλεκτρικές συσκευές, καθώς και για υποβοήθηση στο σύστημα θέρμανσης.

Οι ηλιακοί συλλέκτες παραμένουν όπως έχουν για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και για την υποβοήθηση της θέρμανσης.

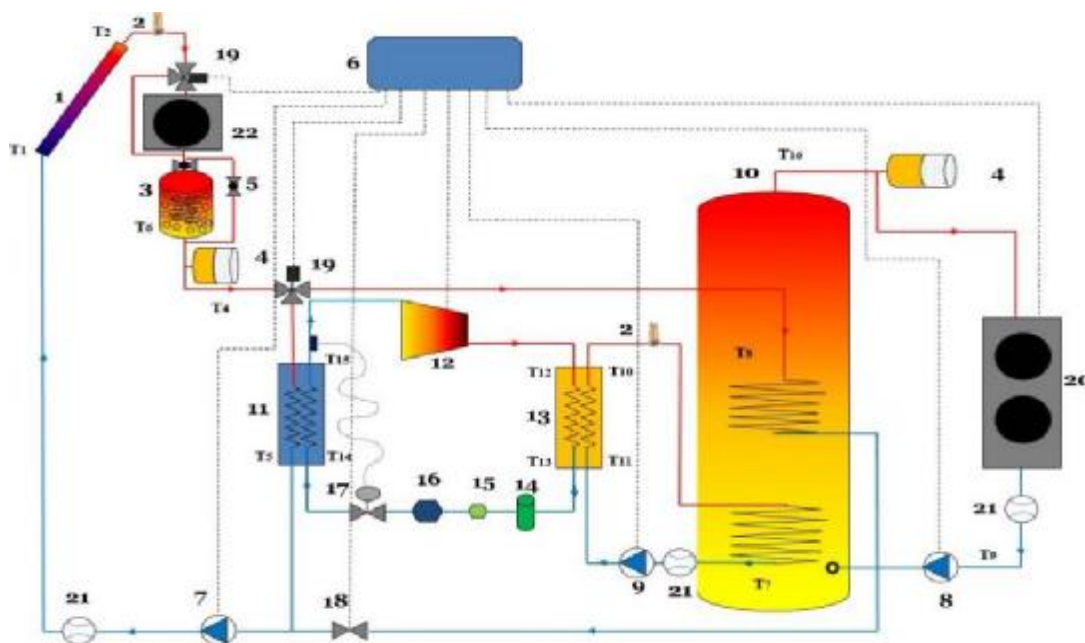
Επίσης για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης προτείνεται επιπλέον τοποθέτηση μοϊλερ παραγωγής και αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης τους χειμερινούς μήνες που θα είναι συνδεδεμένο με την αντλία θερμότητας. Η διαφορά σε αυτό το σενάριο είναι ότι για τη θέρμανση, ψύξη, ζνχ θα τοποθετηθεί αντλία θερμότητας έμμεσης ηλιακής υποβοήθησης.

### Προτεινόμενα δεδομένα για σύστημα θέρμανσης χώρων

Προτείνεται ένα σύστημα έμμεσης ηλιακής υποβοηθούμενης αντλίας θερμότητας (IDX-SAHP) ενσωματωμένο σε δεξαμενή αποθήκευσης θερμότητας (Phase Change Material-PCM). Η δεξαμενή επιτρέπει την αποθήκευση υπερβολικής ενέργειας κατά τη διάρκεια της ημέρας και την απελευθέρωσή της όταν απαιτείται. Ε-

πιπλέον, έχει σχεδιαστεί και εφαρμοστεί μια στρατηγική ελέγχου του συστήματος σε ένα Σύστημα Διαχείρισης Κτιρίων για να διασφαλιστεί η σταθερή και αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος. Τα πειραματικά αποτελέσματα δείχνουν ότι η δεξαμενή ανταλλαγής θερμότητας PCM η εγκατάσταση έχει σημαντική επίδραση στη σταθερότητα της λειτουργίας του συστήματος και μπορεί να βελτιώσει το COP του συστήματος IDX-SAHP σε διαφορετικές καιρικές συνθήκες και ένα καθορισμένο προφίλ φορτίου ζεστού νερού.

**Σχήμα 6.2.1.α:** Αντλία θερμότητας με έμμεση ηλιακή υποβοήθηση.[11]



1 - Εκκενωμένο σωλήνα

συλλέκτης

2- Απορροφητήρας

3-PCM θερμότητα

δεξαμενή εναλλάκτη

4- Δεξαμενή επέκτασης

5-βαλβίδα εξαίρεσης

6- Ελεγκτής BMS

7- Ηλιακή / Θερμότητα

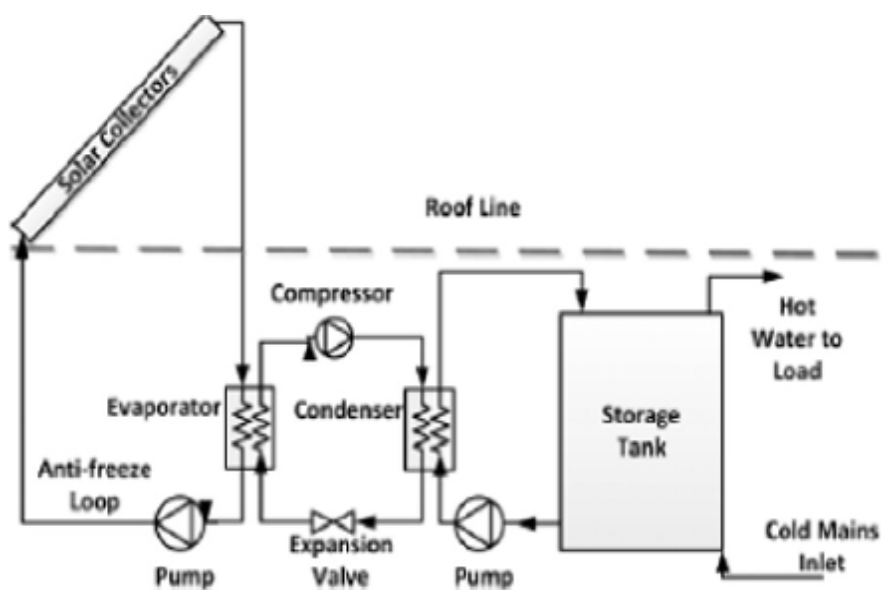
αντλία

8- Προσομοίωση φόρτωσης

αντλία

- 9- Αντλία ψύκτρας
  - 10- Δεξαμενή αποθήκευσης νερού
  - 11- Εξατμιστής
  - 12- Συμπιεστής
  - 13- Συμπυκνωτής
  - 14- Δέκτης
  - 15- Φίλτρο
  - 16- Γυαλί όρασης
  - 17- TXV
  - 18-βαλβίδα 2 κατευθύνσεων
  - 19- 3 τρόποι  
βαλβίδα
  - 20- Ψύκτης ανεμιστήρα
  - 21- Ροόμετρο
  - 22- Ανεμιστήρας νερού
- ψυγείο

**Σχήμα 6.2.1.β:** Αντλία θερμότητας με έμμεση ηλιακή υποβοήθηση.[9]



Η θερμότητα του υλικού αλλαγής φάσης (PCM) η δεξαμενή εναλλάκτη τοποθετήθηκε για την αποθήκευση υπερβολικής ηλιακής ενέργειας κατά τη λειτουργία της ημέρας. Το PCM έχει μάζα 30 kg φορτισμένη στη δεξαμενή εναλλάκτη θερμότητας. Η ενέργεια που αποθηκεύεται στη δεξαμενή έχει οριστεί να είναι που χρησιμοποιείται ως πηγή θερμότητας για την αντλία θερμότητας κατά τη διάρκεια της νύχτας ή όταν η ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ημέρας είναι κακή. Η αντλία θερμότητας αποτελείται από τυπικά εξαρτήματα της παραδοσιακής αντλίας θερμότητας.

Ποσοτικά, η μέση τιμή COP του συστήματος με έμμεσα υποβοηθούμενη αντλία θερμότητας με δεξαμενή PCM θα μπορούσε να αυξηθεί κατά 6,1% και 14,0% σε ηλιόλουστες και νεφελώδεις ημέρες αντίστοιχα συγκριτικά με τα συστήματα αυτά χωρίς ενσωματωμένες δεξαμενές PCM.[11]

Συντηρητικά θα επιλέξουμε ότι το COP αυξάνεται κατά 6.1%.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθεί για τη θερμική ζώνη με χρήση "Μονοκατοικία".

**Πίνακας 6.2.1:** Δεδομένα συστήματος θέρμανσης τμήματος Μονοκατοικία".

Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας: :Α.Θ. αέρα-νερού ισχύος 6.7 kW											
Συνολική θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 4.35											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρική ενέργεια											
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
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 6.57											
Χώρος διέλευσης : <b>Εσωτερικοί χώροι</b> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% Χωρίς δίκτυο - τοπικό σύστημα											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 55											
Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 40											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής: 98%											
Ύπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: <b>ΝΑΙ</b> ΟΧΙ											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων: Άμεσα συστήματα (fan coils), δαπέδου ή οροφής											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.88 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.12: 0.96											

### Προτεινόμενα δεδομένα για σύστημα ψύξης χώρων

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξης του τμήματος με χρήση "Μονοκατοικία"

**Πίνακας 6.2.2: Δεδομένα συστήματος ψύξης τμήματος "Μονοκατοικία".**

Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
Μονάδα παραγωγής ψύξης: Α.Θ. αέρα-νερού ισχύος 6.7 kW											
Βαθμός απόδοσης EER: 3.93											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠ	1	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής ψύξης											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 6.57											
Χώρος διέλευσης: <b>Εσωτερικοί χώροι</b> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% Χωρίς δίκτυο - τοπικό σύστημα											
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: <b>ΝΑΙ</b> ΟΧΙ											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων: Άμεσα συστήματα (fan coils), δαπέδου ή οροφής											
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.96 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.14: 0.96											

**Προτεινόμενο σενάριο για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια του κτηρίου.**

Προτείνονται φωτοβολταϊκά. Σύμφωνα με την προηγούμενη ενότητα οι ημερήσιες ανάγκες είναι:  $1137.1/365=3.12\text{kW}$ .

Επίσης επειδή οι ηλιακοί συλλέκτες καλύπτουν όπως έχει υπολογιστεί στο προηγούμενο κεφάλαιο το 60% των αναγκών για θέρμανση το μήνα Δεκέμβριο θα διαστασιολογήσουμε τα φωτοβολταϊκά έτσι ώστε να καλύψουν το υπόλοιπο 40% των φορτίων.

Οι ανάγκες για θέρμανση το Δεκέμβριο είναι  $7.1\text{kW} / \text{m}^2$ . Δηλαδή ημερησίως:  $7.1\text{kW} / \text{m}^2 * 166 \text{m}^2 / 31 \text{ημέρες} = 38 \text{kW}$ .

Άρα το 40% των φορτίων ισούται με :  $40/100 * 38 = 15.2 \text{kWh}$ .

Επειδή το COP της αντλίας θερμότητας είναι 4.35, το ηλεκτρικό φορτίο  $= 15.2/4.35 = 3.5 \text{kWh}$ .

Το συνολικό ημερήσιο  $Q_L = 3.12 + 3.5 = 6.62 \text{kWh}$ .

$P_m = 6.62 / (1.83 * 0.95 * 1.35) * (1 - 0.0045 * 3.06) = 2.78 \text{kWp}$

$E_{pv} = 2.78 * 1.83 * 1.35 = 6.87 \text{kWp}$

Έστω  $P_{m,module}=195Wp$  και οι διαστάσεις του είναι  $1.58*0.808*0.04$ .

$N_{pv}=P_{m,gen}/P_{m,module}=2780/195=14.25$  δηλαδή 15 φωτοβολταϊκά.

Άρα η περιοχή που χρειαζόμαστε για να τα εγκαταστήσουμε είναι:  $15*(1.58*0.808)= 19.14m^2$

### ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

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 6.2.3:** Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση.

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	1.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.4
Ηλιακή θέρμανση	4.7	5.1	7.5	7.4	9.0	9.2	9.5	9.5	8.8	7.5	5.6	4.3	88.2
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.9	1.9	0.7	0.0	0.0	0.0	5.5
ZNX	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 από συλλέκτες	3.5	3.8	5.5	5.4	6.6	6.7	7.0	7.0	6.4	5.5	4.1	1.3	62.7
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
Φωτοβολταϊκά	7.7	8.9	13.8	14.7	18.8	19.6	20.1	19.2	16.5	13.0	9.2	6.9	168.2
Σύνολο	1.1	0.6	0.0	0.0	0.0	1.0	1.9	1.9	0.7	0.0	0.0	0.6	7.9

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον πίνακα 6.2.4.

**Πίνακας 6.2.4:** Κατανάλωση ανά καύσιμο -"Μονοκατοικία".

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	0	0
Πετρέλαιο	0	0
Σύνολο	0	0

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα 6.2.5. που ακολουθεί.

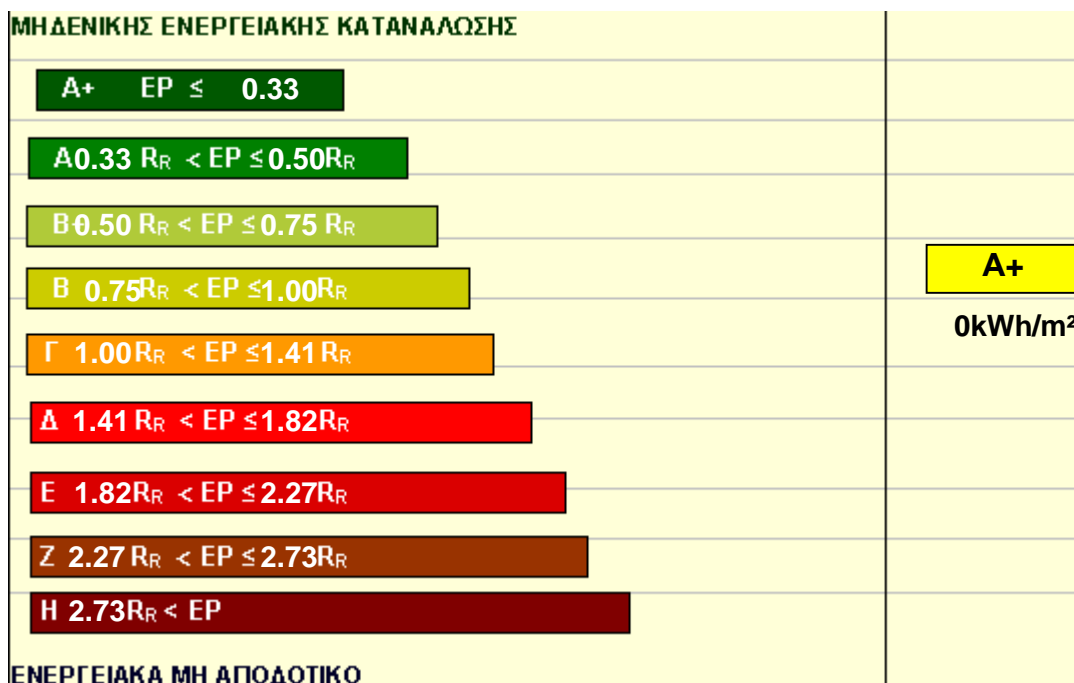
Πίνακας 6.2.5: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )
Θέρμανση	6.8
Ψύξη	14.9
ZNX	0
Φωτισμός	0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	22.8
Σύνολο	0

### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΠΡΟΤΑΣΗΣ 2

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας της υπό μελέτη της πρότασης 2, το κτήριο φαίνεται να ανήκει στην κατηγορία A+ (Σχήμα 6.2.2).

Σχήμα 6.2.2: Ενεργειακή κατάταξη πρόταση 2.



### 6.3. ΠΡΟΤΑΣΗ 3: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΨΥΚΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ

Προτείνεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος. Οι ηλιακοί συλλέκτες του υφιστάμενου κτιρίου παραμένουν ως έχουν. Ο λέβητας για τη θέρμανση των χώρων παραμένει ως έχει.

#### Δεδομένα για σύστημα ψύξης χώρων

Προτείνονται ψύκτες απορρόφησης – προσρόφησης με τους οποίους πραγματοποιείται μετατροπή της θερμότητας σε ψύξη. Η θερμότητα που παράγεται από τον ήλιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί, εκτός από την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, για κάλυψη των αναγκών και σε ψύξη. Ο ήλιος, οποίος αποτελεί την κύρια αιτία για ανάγκη σε ψύξη, είναι δυνατό να μας την προσφέρει, αρκεί βεβαίως να υπάρχουν και οι απαιτούμενες προϋποθέσεις. Τα συστήματα ηλιακής ψύξης, άν και μετρούν μερικές μόνο δεκαετίες και αφορούν κυρίως μεγάλου μεγέθους συστήματα (commercial), βασίζονται κυρίως στους κύκλους ψύξης απορρόφησης και προσρόφησης. Ειδικά η τεχνολογία που βασίζεται στον κύκλο απορρόφησης, δεν είναι καθόλου καινούργια, αφού την είχαμε πρωτοσυναντήσει πριν από αρκετές δεκαετίες στα ψυγεία υγραερίου, λόγω απουσίας δικτύου ηλεκτροδότησης σε κάποιες περιοχές. Στην προκειμένη περίπτωση, το απορροφητικό μέσο αποτελούσε η αμμωνία, ενώ η θερμότητα προερχόταν από την καύση του υγραερίου.

#### Αρχές Απορρόφησης

Οι ψύκτες απορρόφησης χρησιμοποιούν ζεύγη δυο ουσιών. Ένα ψυκτικό μέσο και έναν απορροφητή. Συνήθως λειτουργούν με μείγμα απορροφητικού/ψυκτικού LiBr/H<sub>2</sub>O ή σε ορισμένες περιπτώσεις διάλυμα H<sub>2</sub>O/NH<sub>3</sub>. Εκτός από τα αναφερόμενα κλασικά ζεύγη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οργανικές ενώσεις, όταν οι θερμοκρασίες δεν είναι υψηλές, όπου θα προκαλούνταν καταστροφική αποσύνθεση.

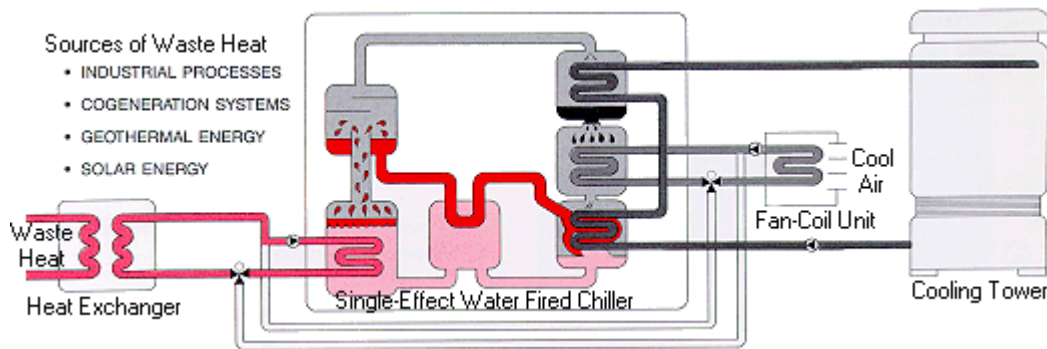
#### Κύκλος απορρόφησης

Στον κύκλο απορρόφησης παίρνει μέρος ένα ζεύγος ουσιών, που αποτελείται από το ψυκτικό μέσο και το μέσο απορρόφησης. Η αρχή λειτουργίας βασίζεται στην ιδιότητα ορισμένων ουσιών να απορροφούν ικανές ποσότητες ενός ψυκτικού μέσου σε χαμηλές πιέσεις και θερμοκρασίες και να αποδίδουν το ψυκτικό μέσο σε υψηλές θερμοκρασίες. Τέτοιες ουσίες είναι τα διαλύματα νερού-Βρωμιούχου Λιθίου ή Νερού και Αμμωνίας. Το διάλυμα απορρόφησης (Βρωμιούχου Λιθίου- Νερό, Αμμωνία-Νερό) αναρροφάται από την αντλία του διαλύματος και καταθλίβεται μέσα στη θερμογεννήτρια. Εντός της θερμογεννήτριας το διάλυμα θερμαίνεται από το θερμό νερό, που παράγεται στους ηλιακούς συλλέκτες, διαχωρίζεται (το διάλυμα) και ανυψώνεται η θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου (Νερό στην Περίπτωση LiBr-H<sub>2</sub>O ή εξατμιζόμενη αμμωνία στην περίπτωση NH<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>O). Το ψυκτικό μέσο (ατμοί αμμωνίας ή ατμοί νερού) μπαίνει στο συμπυκνωτή και συμπυκνώνονται. Έπειτα το εξερχόμενο ψυκτικό μέσο από το συμπυκνωτή, σε υγρή φάση, περνά από τη βαλβίδα εκτόνωσης, όπου με εκτόνωση πέφτει η πίεση και η θερμοκρασία του στα επίπεδα λειτουργίας του εξατμιστή. Τώρα με χαμηλή πίεση και θερμοκρασία, το ψυκτικό μέσο μπαίνει στον εξατμιστή και εξατ-

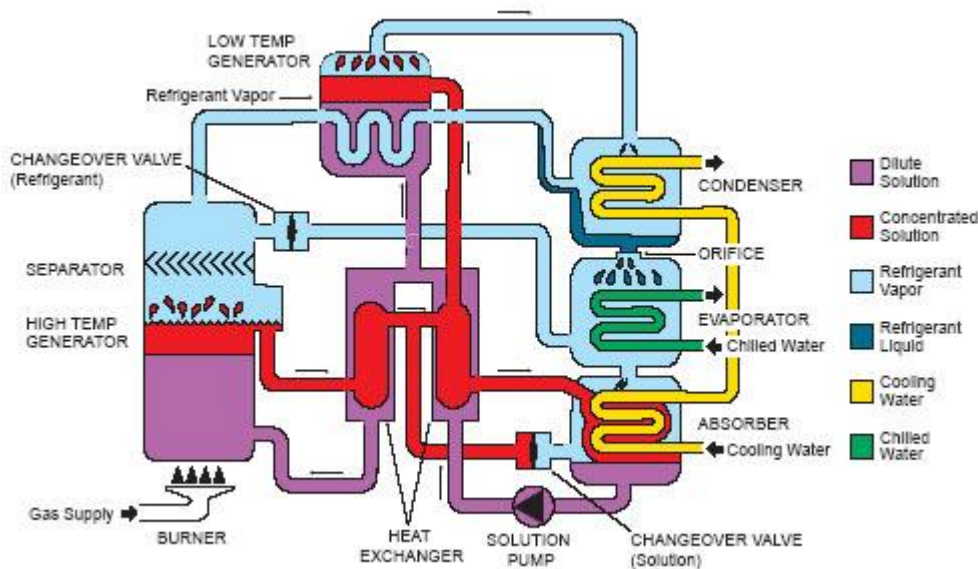


μίζεται. (Σχήμα 6.3.1, 6.3.2).

Σχήμα 6.3.1: Αρχή λειτουργίας ενός ψύκτη απορρόφησης.[13]



Σχήμα 6.3.2: Αρχή λειτουργίας ενός ψύκτη απορρόφησης.[13]



Στο στάδιο αυτό παράγεται η χρήσιμη ψυκτική ισχύς. Τέλος, οι ατμοί του ψυκτικού μέσου κατευθύνονται προς τον απορροφητήρα, όπου αναμειγνυόμενοι είτε με το νερό είτε με το βρομιούχο λίθιο, σχηματίζουν το αρχικό απορροφητικό διάλυμα, το οποίο αναρροφούμενο πάλι από την αντλία, καταθλίβεται μέσα στη θερμογεννήτρια και ξαναρχίζει ένας νέος κύκλος ψύξης.

#### Εγκατάσταση συστήματος

Το Ηλιακό πεδίο μιας εγκατάστασης Ηλιακού Κλιματισμού αποτελείται από ηλιακούς συλλέκτες. Οι συλλέκτες αυτοί μπορεί να είναι συλλέκτες κενού (evacuated tubes) είτε υψηλής απόδοσης επίπεδοι συλλέκτες με επιλεκτική βαφή είτε παραβολικοί συλλέκτες. Δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού Δεξαμενή με θερμομονωμένα τοιχώματα για αποθήκευση του ζεστού νερού, που παράγεται από τους συλλέκτες για ετεροχρονισμένη χρήση από τον ψύκτη απορρόφησης. Ψύκτης απορρόφησης (absorption chiller) Μονάδα παραγωγής ψυχρού νερού στην οποία λαμβάνουν χώρα διεργασίες του κύκλου απορρόφησης

όπως περιγράφηκε πιο πάνω.

### Πύργος Ψύξης

Μονάδα, η οποία χρησιμοποιείται για την ψύξη νερού κατά τη διεργασία του ψυκτικού κύκλου. Συγκεκριμένα ψύχει το νερό, που διέρχεται από τον απορροφητή και τον συμπυκνωτή.

### Εφαρμογές

Η μεγιστοποίηση των αναγκών ψύξης ταυτίζεται συνήθως με τη μεγιστοποίηση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας, γεγονός που ευνοεί την χρήση των συγκεκριμένων τεχνολογιών σε κτίρια, τα οποία χρησιμοποιούνται κατ' αυτή την χρονική περίοδο. Τέτοια είναι κτίρια τραπεζικών οργανισμών, δημόσια κτίρια, γραφεία, εργοστάσια κλπ. Πολύ σπάνια συναντώνται εφαρμογές ηλιακής ψύξης σε οικίες, αφενός μεν της μεγάλης απαιτούμενης επιφάνειας σε ηλιακούς συλλέκτες, αφετέρου δε της απουσίας μέχρι πρότινος μικρού μεγέθους ψυκτών απορρόφησης.

### Πλεονεκτήματα

- Ο κλιματισμός με τη χρήση ηλιακής ενέργειας έχει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των άλλων μεθόδων:
- Αναμφίβολα τα συστήματα ηλιακής ψύξης είναι φιλικά προς το περιβάλλον με τη χρήση των οποίων μειώνεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και κατ' επέκταση μειώνεται και η παραγωγή αερίων, που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- Είναι ευέλικτα ως προς τη λειτουργία τους, αφού με τις κατάλληλες τροποποιήσεις το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για θέρμανση κατά τους χειμερινούς μήνες.
- Τα κλιματιστικά που λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια είναι ιδανικά για εφαρμογές μεγάλου μεγέθους, όπως ξενοδοχεία, σούπερ μάρκετ, σχολεία, εργοστάσια κλπ.
- Συνεισφέρει στη σταδιακή απεξάρτηση από τη χρήση των συμβατικών καυσίμων.
- Μειώνεται η μέγιστη ζήτηση κατά τις περιόδους αιχμής, προστατεύοντας το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας από υπερφορτώσεις.

### Μειονεκτήματα

Σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα ψύξης, τα συστήματα ηλιακής ψύξης έχουν 2 με 2,5 φορές ψηλότερο κόστος.

Έχουν υψηλότερο κόστος συντήρησης, ειδικά στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται και πύργος ψύξης (αυξημένη κατανάλωση νερού, προσθήκη χημικών κλπ). Έχουν χαμηλό βαθμό απόδοσης (COP) 0,6-0,75 σε αντίθεση με τα συμβατικά συστήματα, τα οποία στις ίδιες θερμοκρασιακές συνθήκες παρουσιάζουν βαθμό απόδοσης έως και 4. Σε περιόδους χωρίς ηλιοφάνεια η λειτουργία τους είναι δαπανηρή, μιας που το νερό που θερμαίνει τη θεογεννήτρια πρέπει να παράγεται από συμβατικά συστήματα θέρμανσης, εκτός εάν μέρος της απαιτούμενης ποσότητας ζεστού νερού αποθηκεύεται σε δεξαμενές, γεγονός που αυξάνει το αρχι-

κό κόστος της επένδυσης. Συνεπώς, η ετεροχρονισμένη χρήση του συστήματος δεν θεωρείται ιδιαίτερα συμφέρουσα (π.χ χώροι που χρησιμοποιούνται κυρίως κατά τις βραδινές ώρες).

Από τα ανωτέρω συμπεραίνουμε πως στο εν λόγω υφιστάμενο κτήριο με τα πολύ μικρά φορτία για ψύξη, εγκατάσταση ενός ψύκτη απορρόφησης δεν προτείνεται διότι η εγκαταστασή του κοστίζει λόγω της μεγάλης ισχύς του και η αποπλήρωση δε θα γίνει ποτέ.

Προτείνονται να παραμείνουν τα δύο κλιματιστικά του υφιστάμενου κτηρίου.

#### **Προτεινόμενο σενάριο για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια του κτηρίου.**

Προτείνονται φωτοβολταϊκά για την κάλυψη των ηλεκτρικών ψυκτικών φορτίων. Σύμφωνα με την προηγούμενη ενότητα οι ημερήσιες ανάγκες είναι:  $1137.1/365=3.12\text{kWh}$ .

Οι ημερήσιες ανάγκες για ψύξη τον Αύγουστο είναι  $8.6\text{kWh}$ . Επειδή το EER των κλιματιστικών είναι 2.3, το ηλεκτρικό φορτίο =  $3.74\text{kWh}$ .

Το συνολικό ημερήσιο για τον Αύγουστο είναι  $Q_L=3.12+3.74=6.86\text{kWh}$ .

Η εγκατεστημένη ισχύς δίνεται από τον τύπο:

$$(P_m + \delta P_m) * \overline{PSH} * \bar{R} * n = Q_L$$

$$n = 0.95 \text{ losses}$$

$$\bar{R} = 0.94, \text{ μέσος συντελεστής για το μήνα Αύγουστο και για κλίση } 28^\circ$$

$$\Delta t = T_{pv} - 25^\circ\text{C}$$

$$T_{pv} = T_\alpha + f * I_T$$

$$\delta P_m / P_m = -0.0045 \Delta t$$

Για τον συντελεστή θερμοκρασίας ισχύος λαμβάνεται υπόψη η τιμή  $-0,45\%$ .

Η ενέργεια της φωτοβολταϊκής γεννήτριας  $E_{pv}$  δίνεται από:

$$E_{pv} = P_m * \overline{PSH} * \bar{R}$$

$$\overline{PSH} = 6.06\text{h}$$

$$I_T = 697.6\text{W/m}^2$$

$$T_\alpha = 31.36^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 27.19^\circ\text{C}$$

Οι τιμές  $T_\alpha$  και  $I_T$  προσδιορίζονται από το PVGIS, με ανάλυση του μέσου μηνιαίου ωριαίου προφίλ της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. (Πίνακας 6.3.1)

**Πίνακας 6.3.1:** Ωριαία Δεδομένα,για την πόλη της Ναυπάκτου, το μήνα Αύγουστο.

Time	G	T <sub>d</sub>
08:07	404	29.4
08:22	447	29.8
08:37	488	30
08:52	528	30.3
09:07	565	30.5
09:22	600	30.7
09:37	633	30.9
09:52	663	31
10:07	689	31.2
10:22	713	31.3
10:37	734	31.4
10:52	751	31.5
11:07	765	31.5
11:22	775	31.6
11:37	782	31.6
11:52	786	31.7
12:07	786	31.7
12:22	782	31.7
12:37	775	31.7
12:52	765	31.7
13:07	751	31.7
13:22	734	31.7
13:37	713	31.6
13:52	689	31.6
14:07	663	31.5
14:22	633	31.3
14:37	600	31.2
14:52	565	31
15:07	528	30.7

$$P_m = 6.86 / (6.06 * 0.95 * 0.94) * (1 - 0.0045 * 27.19) = 1.12 \text{ kWp}$$

$$E_{pv}=1.12*6.06=6.78kWp$$

Έστω  $P_{m,module}=195Wp$  και οι διαστάσεις του είναι  $1.58*0.808*0.04$ .

$$N_{pv}=P_{m,gen}/P_{m,module}=1120/195=5.74 \text{ δηλαδή } 6 \text{ φωτοβολταϊκά.}$$

Άρα η περιοχή που χρειαζόμαστε για να τα εγκαταστήσουμε είναι:  $6*(1.58*0.808)=7.7m^2$

### ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

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 6.3.2:** Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση.

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	8.9	6.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	6.2	26.0
Ηλιακή θέρμανση	4.7	5.1	7.5	7.4	9.0	9.2	9.5	9.5	8.8	7.5	5.6	4.3	88.2
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	3.2	3.3	1.2	0.0	0.0	0.0	9.5
ZNX	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 από συλλέκτες	3.5	3.8	5.5	5.4	6.6	6.7	7.0	7.0	6.4	5.5	4.1	1.3	62.7
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
Φωτοβολταϊκά	3.1	3.6	5.6	5.9	7.5	7.9	8.1	6.8	6.6	5.2	3.7	3.2	67.2
Σύνολο	8.9	6.0	2.0	1.0	0.0	1.8	3.2	3.3	1.2	0.0	1.9	6.2	35.6

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sup>2</sup> ανά καύσιμο δίνονται στον πίνακα

### 6.3.3.: Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m<sup>2</sup>)

**Πίνακας 6.3.3:** Κατανάλωση ανά καύσιμο -"Μονοκατοικία".

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	0.0	0.0
Πετρέλαιο	15.4	4.1
Σύνολο	15.4	4.1

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα 6.3.4. που ακολουθεί.

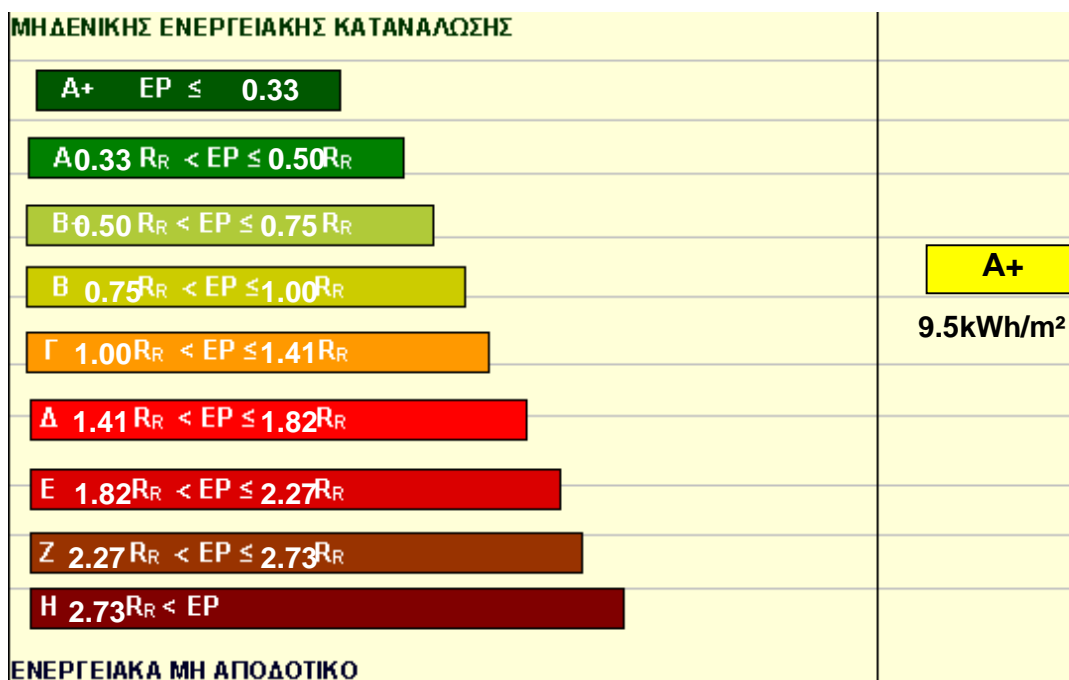
**Πίνακας 6.3.4:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )
Θέρμανση	47.9
Ψύξη	25.9
ΖΝΧ	0.0
Φωτισμός	0.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	64.2
Σύνολο	9.5

### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΠΡΟΤΑΣΗΣ 3

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του υπο μελέτη κτηρίου, φαίνεται να ανήκει στην κατηγορία A+ (Σχήμα 6.3.3).

**Σχήμα 6.3.3:** Ενεργειακή κατάταξη πρότασης 3.



## 7. ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στους παρακάτω πίνακες δίνονται αναλυτικά:

- **Λειτουργικό κόστος**, €. Εμφανίζεται το ετήσιο λειτουργικό κόστος του κτιρίου ανάλογα με τις πηγές ενέργειας που έχουν εισαχθεί.
- **Αρχικό κόστος επένδυσης**, €. Εμφανίζεται το συνολικό κόστος του συγκεκριμένου σεναρίου. Για το υπάρχον κτίριο και το κτίριο αναφοράς δεν υπάρχει η συγκεκριμένη τιμή.
- **Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας**, kWh/m<sup>2</sup>. Εμφανίζεται η ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας του συγκεκριμένου σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτίριο. Για το υπάρχον κτίριο και το κτίριο αναφοράς δεν υπάρχει η συγκεκριμένη τιμή.
- **Ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας**, (%). Εμφανίζεται το ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας του συγκεκριμένου σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτίριο. Για το υπάρχον κτίριο και το κτίριο αναφοράς δεν υπάρχει η συγκεκριμένη τιμή.
- **Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας**, €/kWh. Εμφανίζεται ο λόγος του αρχικού κόστους επένδυσης προς την ετήσια εξοικονομούμενη πρωτογενή ενέργεια. Για το υπάρχον κτίριο και το κτίριο αναφοράς δεν υπάρχει η συγκεκριμένη τιμή.
- **Ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>**, kg/m<sup>2</sup>. Εμφανίζεται η ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> του συγκεκριμένου σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτίριο. Για το υπάρχον κτίριο και το κτίριο αναφοράς δεν υπάρχει η συγκεκριμένη τιμή.
- **Περίοδος αποπληρωμής**, έτη. Εμφανίζεται η απλή περίοδος αποπληρωμής για το συγκεκριμένο σενάριο, υπολογιζόμενη με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Για το υπάρχον κτίριο και το κτίριο αναφοράς δεν υπάρχει η συγκεκριμένη τιμή.

**Πίνακας 7.1:** Εξοικονόμηση Ενέργειας ανά σενάριο.

Εξοικονόμηση	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	82.9	82.9	72.4
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)	101.3	101.2	88.4
Μείωση εκπομπών CO <sup>2</sup> (Kg/m <sup>2</sup> )	27.7	27.7	24.6

Πίνακας 7.2: Κόστη επενδύσεων ανά σενάριο.

Κόστη	Υπάρχον κτήριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Λειτουργικό κόστος (€)	701.7	0	0	213.5
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)	-	9301.0	9688.1	679.9
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)	-	0.7	0.7	0.1
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)	-	13.3	13.8	1.4

Συμπεραίνουμε πως η μεγαλύτερη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας σε σύγκριση με το υφιστάμενο κτήριο φτάνει μέχρι τις 82.9 kWh/m<sup>2</sup> για τα σενάρια 1,2 , δηλαδή τις  $82.9 \cdot 166\text{m}^2 = 13761.4\text{kWh}$  ετησίως.

Επίσης η μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα φτάνει ετησίως τα 27.7 Kg/m<sup>2</sup>, δηλαδή τα  $27.7\text{kg} \cdot 166\text{m}^2 = 4598.2\text{Kg}$ .

Βλέπουμε ότι για ένα κτήριο όπως το δικό μας κτήριο, με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις, οικονομοτεχνικά οι προτεινόμενες λύσεις για να μετατραπεί σε μηδενικής κατανάλωσης είναι αποδεκτές, δεδομένου ότι η περίοδος αποπληρωμής φτάνει τα 13.3 έτη για τις λύσεις 1,2 με το πιο υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης. Βέβαια το υφιστάμενο κτήριο είναι ήδη πολύ καλά μονωμένο και είναι ήδη εγκατεστημένοι ηλιακοί συλλέκτες για την κάλυψη της θέρμανσης αλλά και του ζυγ. Σε κάποια άλλη περίπτωση που δε θα ήταν εγκατεστημένα, οικονομοτεχνικά δε θα ήταν αποδεκτές οι προτεινόμενες λύσεις.



Ιδανική φαίνεται η λύση 3, στην οποία συνδιάζονται οι ηλιακοί συλλέκτες με τα φωτοβολταϊκά. Βλέπουμε ότι με την σωστή διαστασιολογήσή τους και με πολύ χαμηλό κόστος το κτήριο γίνεται σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης.

Επίσης συμπεραίνουμε πως αν παραμείνει ο λέβητας και τα φωτοβολταϊκά το κόστος είναι χαμηλό της επένδυσης αλλά έχω αυξημένα ποσοστά ρύπων. Αντίθετα με την αντλία θερμότητας έχω υψηλό κόστος επένδυσης αλλά μείωση των ρύπων.

Θα μπορούσαμε να μείψουμε την επιφάνεια των συλλεκτών για την κάλυψη έστω του 40% των απαιτήσεων για το μήνα Δεκέμβριο. Το σωστότερο θα ήταν να γίνει παραμετροποίηση όλων των μηνών έτσι ώστε να βρεθεί το φορτίο κάλυψης ανά μήνα και να καταληξουμε στην πιο συμφέρουσα λύση. Θα πρέπει να ληφθεί επιπλέον υπόψιν πως η εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών πρέπει να αυξηθεί αν μειωθεί η επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών .

Εν κατακλείδι συμπεραίνουμε πως είναι γεγονός ότι ένα σπίτι μπορεί να μετατραπεί σε μηδενικής κατανάλωσης, με σχετικά χαμηλό κόστος επένδυσης και με υψηλά ποσοστά εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας. Γι' αυτό τον λόγο πρέπει το κράτος να διαθέτει ένα μεγάλο τμήμα του προϋπολογισμού του για την επιδότηση της ενεργειακής αναβάθμισης των υφιστάμενων κτηρίων διότι μόνο έτσι θα μπορούμε να μιλήσουμε για ένα μέλλον με κτήρια μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης και με αισθητή μείωση των ρύπων που διαφεύγουν στο περιβάλλον.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ**

Για τη σύνταξη της μελέτης αυτής χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα πρότυπα, κανονισμοί, επιστημονικά συγγράμματα και δημοσιεύσεις :

- [1] Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων».
- [2] Φ.Ε.Κ. 89, νόμος 3661/19-05-2008. «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις».
- [3] Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010, «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων- Κ.Εν.Α.Κ..».
- [4] 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».
- [5] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
- [6] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».
- [7] Duffie A John., Beckman A. William, «Solar Engineering of Thermal Processes». John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.
- [8] Ήπιες μορφές ενέργειας II, Ηλιακή Μηχανική. Σωκράτης Ν. Καπλάνης.
- [9] Thermodynamic analysis of a direct expansion solar assisted heat pump water heater, Masoud Yousefi, Misagh Moradali Mechanical Engineering Department, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, 2015.
- [10] [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%BB%CE%AF%CE%B1\\_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%BB%CE%AF%CE%B1_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82).
- [11] Indirect expansion solar assisted heat pump sydtem for hot water production with latent heat storage and applicable control strategy, Walid Youssef, Yunting Ge, Savvas A. Tassou. Brunel University London, 2017.
- [12] Renewable energy systems. Theory, Innovations and Intelligent Applications. Socrates Kaplanis, Elina Kaplani, 2012.
- [13] Kawasaki absorbtion chillers.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'- ΤΕΥΧΟΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

Σειριακός αριθμός μηχανής ΤΕΕ: Z5Z48VDUPYF49QM6 - έκδοση: 1.29

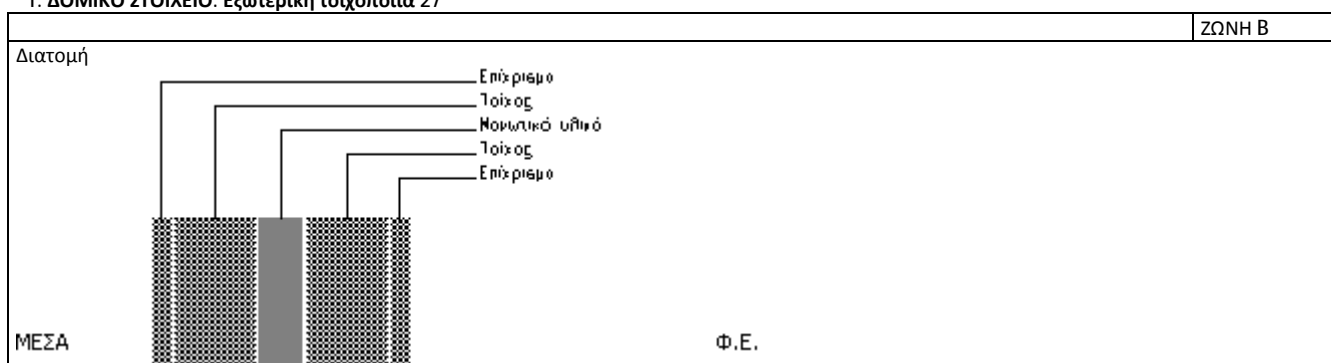
4M-KENAK Version: 1.00, S/N: 43552450,  
Περιεχόμενα

## 1. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

### Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

#### 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εξωτερική τοιχοποιία 27



#### 2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_a$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. $d$	Συντ. αγωγμ. $\lambda$	θέσμ.	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda$
		kg/m <sup>3</sup>	m	W/(mK)		(m <sup>2</sup> K)/W
1	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872		0.023
2	Τοίχος	1200	0.090	0.523		0.172
3	Μονωτικό υλικό		0.050	0.041		1.220
4	Τοίχος	1200	0.090	0.523		0.172
5	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872		0.023
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
			$\Sigma d=0.270$			$R_a=1.610$

#### 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ (ΚΑΤΑ ISO 6946)	$R_i$ (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	1.610
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.04

4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{ολ}$	$(m^2K)/W$	1.780
---	----------------------------	----------	------------	-------

<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας</b>	$U$	$W/(m^2K)$	0.562
<b>Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας</b>	$U_{max}$	$W/(m^2K)$	1.00

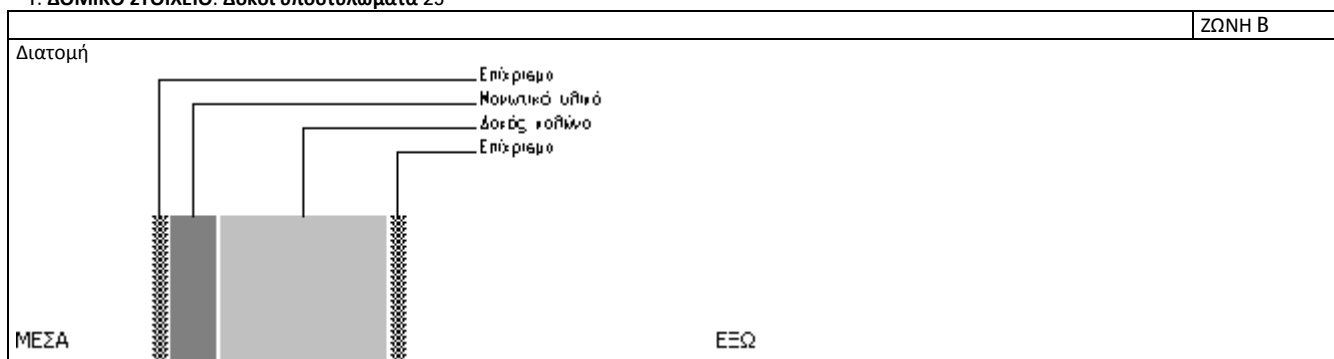
Πρέπει  $U \leq U_{max}$

**ΙΣΧΥΕΙ**

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

### 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δοκοί υποστυλώματα 25



### 2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_A$ )

$\alpha/\alpha$	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. $d$	Συντ. αγωγιμ. $\lambda$	Θέρμ.	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda$
		$kg/m^3$	$m$	$W/(mK)$		$(m^2K)/W$
1	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872		0.023
2	Μονωτικό υλικό		0.0700	0.041		1.707
3	Δοκός κολώνα	2400	0.250	2.035		0.123
4	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872		0.023
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
			$\Sigma d=0.360$			$R_A=1.876$

### 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ( $U$ )

<b>ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ</b>	$R_i$ (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)	$R_i$	$(m^2K)/W$	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R$	$(m^2K)/W$	1.876
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(m^2K)/W$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{ολ}$	$(m^2K)/W$	2.046

<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας</b>	$U$	$W/(m^2K)$	0.489
<b>Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας</b>	$U_{max}$	$W/(m^2K)$	0.5

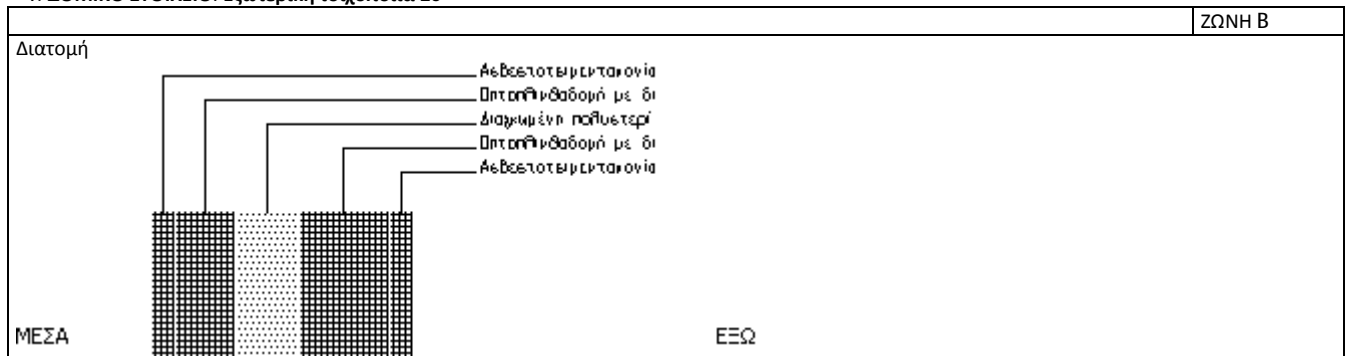
Πρέπει  $U \leq U_{max}$

**ΙΣΧΥΕΙ**

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

### 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εξωτερική τοιχοποιία 25



### 2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. $d$	Συντ. αγωγιμ. $\lambda$	Θέρμ.	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda$
		$\text{kg/m}^3$	$\text{m}$	$\text{W}/(\text{mK})$		$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870		0.023
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1500	0.060	0.510		0.118
3	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.060	0.035		1.714
4	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1500	0.090	0.510		0.176
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870		0.023
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
			$\Sigma d=0.250$			$R_L=2.054$

### 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	$R$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.054
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{\text{ολ}}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.224

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.450
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{\text{max}}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.5

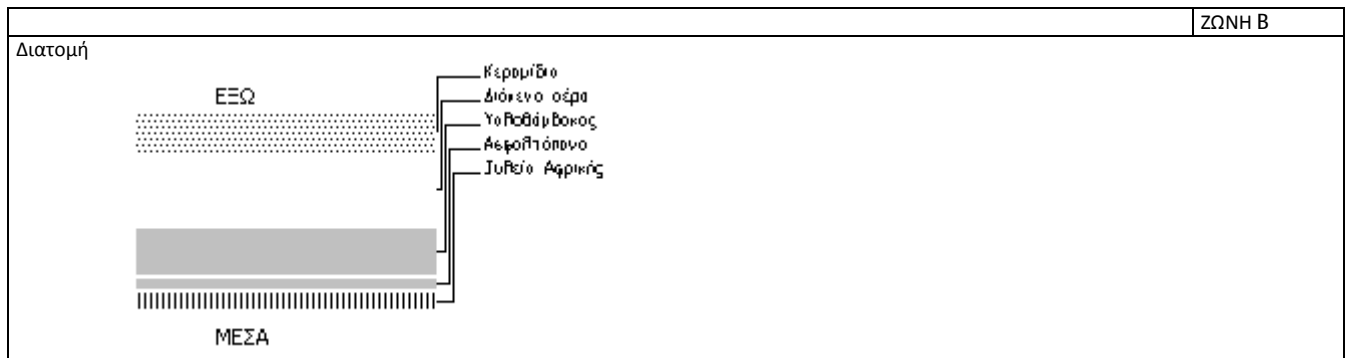
Πρέπει  $U \leq U_{\text{max}}$

**ΙΣΧΥΕΙ**

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Ξύλινη στέγη με κερ.



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. $d$	Συντ. αγωγιμ. $\lambda$	Θέρμ.	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda$
		$\text{kg/m}^3$	m	$\text{W}/(\text{mK})$		$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$
1	Ξυλεία Αφρικής	900	0.018	0.209		0.086
2	Ασφαλτόπανα	1100	0.010	0.186		0.054
3	Υαλοβάμβακας	65	0.0500	0.027		1.852
4	Διάκενο αέρα		0.075	0.360		0.208
5	Κεραμίδια	1200	0.040	0.581		0.069
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
			$\Sigma d=0.193$			$R_L=2.269$

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 (ριχτίς)		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

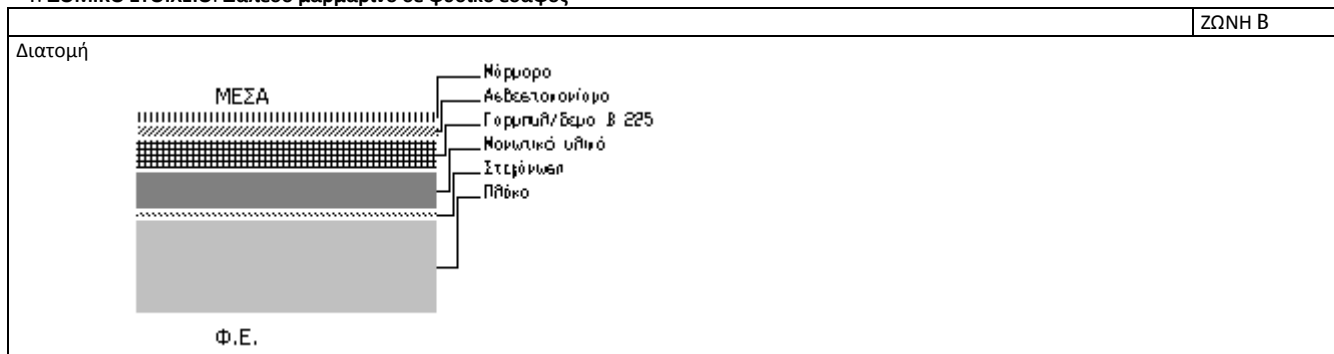
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.10
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.269
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{\text{ολ}}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.409

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.415
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{\text{max}}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.45

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

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου  
υπολογισμός  
συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο μαρμάρινο σε φυσικό έδαφος



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_d$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. $d$	Συντ. αγωγιμ. $\lambda$	Θέρμ.	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda$
		kg/m <sup>3</sup>	m	W/(mK)		(m <sup>2</sup> K)/W
1	Μάρμαρο		0.02	3.488		0.006
2	Αεβεστοκονίαμα		0.020	0.872		0.023
3	Γαρμπυλ/δεμα Β 225		0.060	1.105		0.054
4	Μονωτικό υλικό		0.0800	0.041		1.951
5	Στεγάνωση	1050	0.010	0.174		0.057
6	Πλάκα	2400	0.200	2.035		0.098
7						
8						
9						
10						
11						
12						
			<b><math>\Sigma d=0.390</math></b>			<b><math>R_d=2.190</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 (platis)		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	2.190
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.00
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{ολ}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.360

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.424
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.90

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)]
Δάπεδο	4.1	0.424	83.000	38.400	4.323	0.0	0.286

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)]
ΒΑ τοίχωμα	1.1	0.562	1.500	0.2	0.535
ΒΔ τοίχωμα	1.1	0.562	1.155	0.2	0.535
ΝΔ τοίχωμα	1.1	0.562	0.900	0.2	0.535
ΒΔ τοίχωμα	1.1	0.562	0.225	0.2	0.535
ΝΔ τοίχωμα	1.1	0.562	0.600	0.2	0.535
ΝΑ τοίχωμα	1.1	0.562	1.380	0.2	0.535

## 3. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και εμβαδομετρήσεις

Τύπος πλαισίου: Μέταλλο με θερμοδιακοπή 12 mm

U<sub>f</sub> πλαισίου: 3 W/m<sup>2</sup>K

Τύπος υαλοπίνακα: Διπλό απόστασης 12mm (μεταλλικό ισ.πλαισιο 12.5cm)

U<sub>g</sub> υαλοπίνακα: 1.6 W/m<sup>2</sup>K

g υαλοπίνακα σε κάθ. προσπτ.: 0.75

g υαλοπίνακα: 0.68

γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υάλοπ. και πλαισίου Ψ<sub>g</sub>: 0.02 W/mK

μέσο πλάτος πλαισίου: 0.125 m

Τύπος κουφώμα τος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος [m <sup>2</sup> ]
A2	1.00	1.20	1	1.20
A4	1.20	1.20	1	1.44
A8	1.00	1.20	1	1.20

Τύπος κουφώμα τος	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
A2	0.49	0.71	41%	3.400	2.225	0.40
A4	0.54	0.90	37%	3.800	2.175	0.43
A8	0.49	0.71	41%	3.400	2.225	0.40

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανα όροφο

Όροφος	Κουφώμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Τύπος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	UxA [W/K]	g <sub>w</sub>
ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΒΔ1	1.00	1.20	A2	1.20	2.225	2.67	0.40
	ΒΔ2	1.00	1.20	A2	1.20	2.225	2.67	0.40
	ΝΔ1	1.20	1.20	A4	1.44	2.175	3.13	0.43
	ΝΔ3	1.00	1.20	A2	1.20	2.225	2.67	0.40



ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΝΔ1	1.00	1.20	A8	1.20	2.225	2.67	0.40
----------	-----	------	------	----	------	-------	------	------

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων

Όροφος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Σ(UxA) [W/K]	n	ΣA [m <sup>2</sup> ]	nxΣ(UxA) [W/K]
ΚΑΤΟΙΚΙΑ	5.04	11.14	1	5.04	11.14
ΚΑΤΟΙΚΙΑ	1.20	2.67	1	1.20	2.67
Συνολικά				6.24	13.81

#### 4. Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία

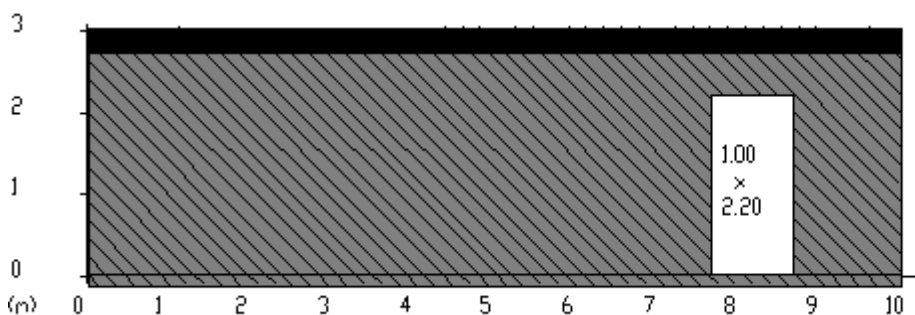
Ζώνη: 1  
Όροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
Προσανατολισμός: ΒΑ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.10	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	10.00	3	30.00
2	-1.00	2.20	-2.20
3	-10.00	0.30	-3.00
		ΣA =	24.80

Ζώνη: 1  
Όροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
Προσανατολισμός: ΒΑ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.489
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	10.00	0.30	3.00
		ΣA =	3.00

ΤΟΙΧΟΙ : 26.30 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 3.00 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 2.20 m<sup>2</sup>



Ζώνη: 1  
Όροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
Προσανατολισμός: ΝΑ

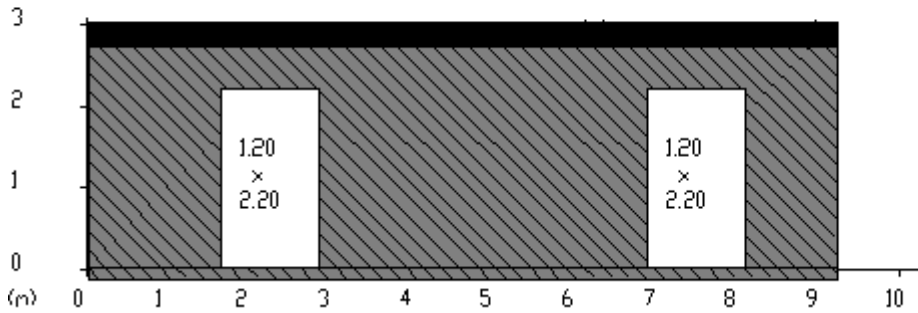
δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.10	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	9.20	3	27.60
2	-1.20	2.20	-2.64
3	-1.20	2.20	-2.64
4	-9.20	0.30	-2.76
		ΣA =	19.56

Ζώνη: 1  
Όροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
Προσανατολισμός: ΝΑ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	

φύλ.:	1.7	U=	0.489
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	9.20	0.30	2.76
		ΣΑ =	2.76

ΤΟΙΧΟΙ : 20.94 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 2.76 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 5.28 m<sup>2</sup>



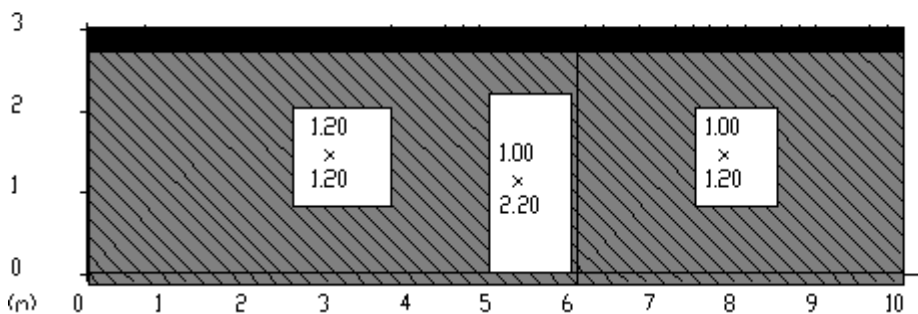
Ζώνη: 1  
 Οροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
 Προσανατολισμός: ΝΔ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.10	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	6.00	3	18.00
2	-1.20	1.20	-1.44
3	-1.00	2.20	-2.20
4	-6.00	0.30	-1.80
5	4.00	3	12.00
6	-1.00	1.20	-1.20
7	-4.00	0.30	-1.20
		ΣΑ =	22.16

Ζώνη: 1  
 Οροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
 Προσανατολισμός: ΝΔ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.489
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	6.00	0.30	1.80
2	4.00	0.30	1.20
		ΣΑ =	3.00

ΤΟΙΧΟΙ : 23.66 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 3.00 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 4.84 m<sup>2</sup>



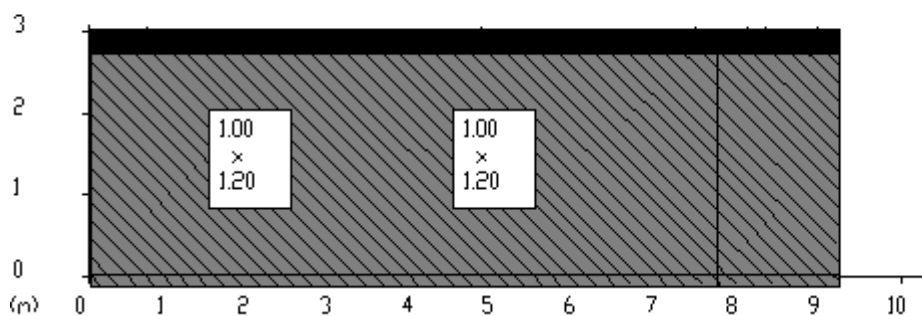
Ζώνη: 1  
 Όροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
 Προσανατολισμός: ΒΔ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.10	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	7.70	3	23.10
2	-1.00	1.20	-1.20
3	-1.00	1.20	-1.20
4	-7.70	0.30	-2.31
5	1.50	3	4.50
6	-1.50	0.30	-0.45
		ΣΑ =	22.44

Ζώνη: 1  
 Όροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
 Προσανατολισμός: ΒΔ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.489
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	7.70	0.30	2.31
2	1.50	0.30	0.45
		ΣΑ =	2.76

ΤΟΙΧΟΙ : 23.82 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 2.76 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 2.40 m<sup>2</sup>



Ζώνη: 1  
 Όροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
 Προς Φ.Ε.

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία		
φύλ.:	1.1	U=	0.562	
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]
1	10.00	0.15	1.50	0.535
2	7.70	0.15	1.16	0.535
3	6.00	0.15	0.90	0.535
4	1.50	0.15	0.23	0.535
5	4.00	0.15	0.60	0.535
6	9.20	0.15	1.38	0.535
		ΣΑ =	5.76	

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m²K)]	A [m²]	b	ΣbxAxU [W/K]
BA	Τοιχοποιία	0.450	24.80	1	11.16
BA	Φέρων οργανισμός	0.489	3.00	1	1.47
BA	Πόρτα	2.118	2.20	1	4.66
NA	Τοιχοποιία	0.450	19.56	1	8.80
NA	Φέρων οργανισμός	0.489	2.76	1	1.35
NA	Πόρτα	2.346	2.64	1	6.19
NA	Πόρτα	2.346	2.64	1	6.19
NA	Τοιχοποιία	0.450	22.16	1	9.97
NA	Φέρων οργανισμός	0.489	3.00	1	1.47
NA	Πόρτα	2.460	2.20	1	5.41
BA	Τοιχοποιία	0.450	22.44	1	10.10
BA	Φέρων οργανισμός	0.489	2.76	1	1.35
Φ.Ε.	Τοιχοποιία	0.535	5.76	1	3.08
			115.92		71.21

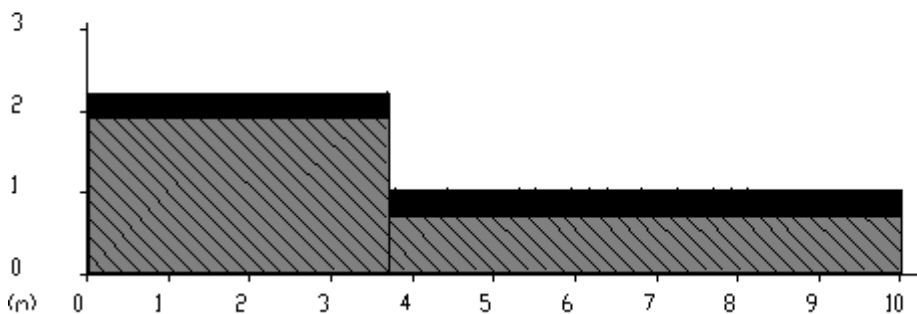
Ζώνη: 1  
 Οροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
 Προσανατολισμός: BA

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.10	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m²]
1	6.30	1.00	6.30
2	-6.30	0.30	-1.89
3	3.70	2.20	8.14
4	-3.70	0.30	-1.11
		ΣΑ =	11.44

Ζώνη: 1  
 Οροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
 Προσανατολισμός: BA

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.489
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m²]
1	6.30	0.30	1.89
2	3.70	0.30	1.11
		ΣΑ =	3.00

ΤΟΙΧΟΙ : 11.44 m²  
 ΜΠΕΤΟΝ : 3.00 m²  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m²



Ζώνη: 1  
 Οροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
 Προσανατολισμός: NA

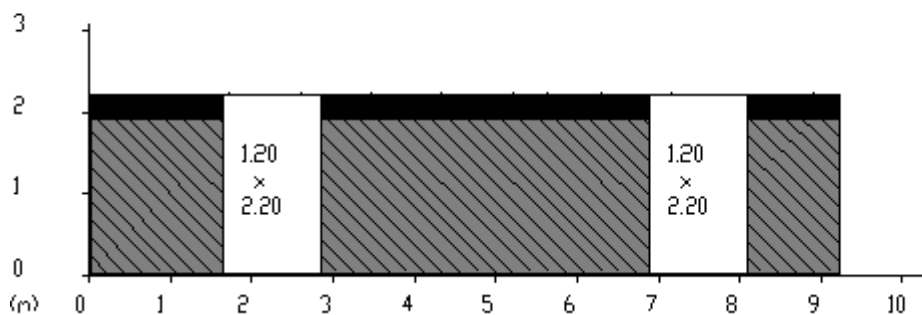
δομ. στοιχ.:	Τοιχοποιία
--------------	------------

φύλ.:	1.10	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	9.20	2.20	20.24
2	-1.20	2.20	-2.64
3	-1.20	2.20	-2.64
4	-9.20	0.30	-2.76
		ΣΑ =	12.20

Ζώνη: 1  
 Όροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
 Προσανατολισμός: ΝΑ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.489
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	9.20	0.30	2.76
		ΣΑ =	2.76

ΤΟΙΧΟΙ : 12.20 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 2.76 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 5.28 m<sup>2</sup>



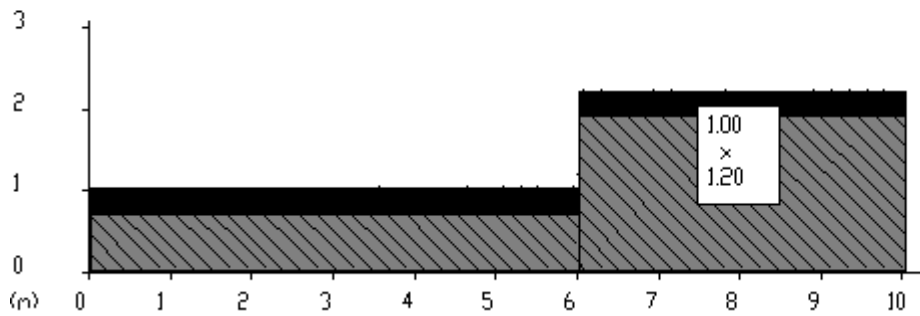
Ζώνη: 1  
 Όροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
 Προσανατολισμός: ΝΔ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.10	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	6.00	1.00	6.00
2	-6.00	0.30	-1.80
3	4.00	2.20	8.80
4	-1.00	1.20	-1.20
5	-4.00	0.30	-1.20
		ΣΑ =	10.60

Ζώνη: 1  
 Όροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
 Προσανατολισμός: ΝΔ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.489
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	6.00	0.30	1.80
2	4.00	0.30	1.20
		ΣΑ =	3.00

ΤΟΙΧΟΙ : 10.60 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 3.00 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 1.20 m<sup>2</sup>



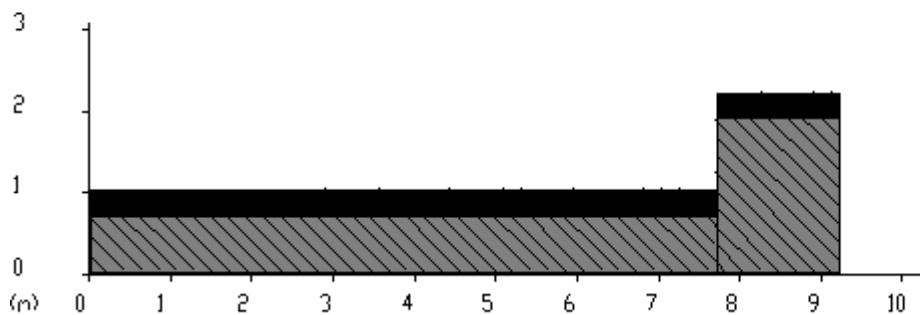
Ζώνη: 1  
 Οροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
 Προσανατολισμός: ΒΔ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.10	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	7.70	1.00	7.70
2	-7.70	0.30	-2.31
3	1.50	2.20	3.30
4	-1.50	0.30	-0.45
		ΣΑ =	8.24

Ζώνη: 1  
 Οροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ  
 Προσανατολισμός: ΒΔ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.489
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	7.70	0.30	2.31
2	1.50	0.30	0.45
		ΣΑ =	2.76

ΤΟΙΧΟΙ : 8.24 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 2.76 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 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]
BA	Τοιχοποιία	0.450	11.44	1	5.15
BA	Φέρων οργανισμός	0.489	3.00	1	1.47
NA	Τοιχοποιία	0.450	12.20	1	5.49
NA	Φέρων οργανισμός	0.489	2.76	1	1.35
NA	Πόρτα	2.346	2.64	1	6.19
NA	Πόρτα	2.346	2.64	1	6.19
ND	Τοιχοποιία	0.450	10.60	1	4.77
ND	Φέρων οργανισμός	0.489	3.00	1	1.47
BD	Τοιχοποιία	0.450	8.24	1	3.71
BD	Φέρων οργανισμός	0.489	2.76	1	1.35
			59.28		37.14

### 5. Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία

Ζώνη: 1

Όροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ

Δάπεδο προς έδαφος

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς έδαφος	
φύλ.:	4.1	U' =	0.286
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	1	83.00	83.00
			83.00

Ζώνη: 1

Όροφος: ΚΑΤΟΙΚΙΑ

Οροφή

δομ. στοιχ.:		Οροφή	
φύλ.:	2.3	U' =	0.415
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	1	82.89	82.89
			82.89

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)]	ΣAxU' [W/K]	b	bxAxU' [W/K]
1	δάπεδο	83.00	0.286	23.74	1.000	23.74
2	Οροφή	82.89	0.415	34.40	1.000	34.40
		165.89				58.14

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)]	ΣAxU' [W/K]	b	bxAxU' [W/K]
1	δάπεδο	83.00	0.286	23.74	1.000	23.74
2	Οροφή	82.89	0.415	34.40	1.000	34.40
		165.89				58.14

### 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)]	b	bxAxU [W/K]
ΚΑΤΟΙΚΙΑ	BD1	1.00	1.20	A2	1.20	2.225	1	2.67
	BD2	1.00	1.20	A2	1.20	2.225	1	2.67
	ND1	1.20	1.20	A4	1.44	2.175	1	3.13
	ND3	1.00	1.20	A2	1.20	2.225	1	2.67
ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ND1	1.00	1.20	A8	1.20	2.225	1	2.67

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Όροφος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	bχσ(UxA) [W/K]	n	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	ηχbχσ(UxA) [W/K]
ΚΑΤΟΙΚΙΑ	5.04	11.14	1	5.04	11.14
ΚΑΤΟΙΚΙΑ	1.20	2.67	1	1.20	2.67
Συνολικά:				6.24	13.81

## 7. Θερμογέφυρες

Ζώνη: 1

Για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Αα	επίπεδο	κατηγορία	ψ [W/(mK)]	l [m]	b	χ(bλxψ) [W/K]
1	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
2	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
3	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
4	1	ΕΔΠ - 11	0.450	10.00	1	4.5
5	1	ΕΔ - 13	0.050	10.00	1	0.5
6	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
7	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
8	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
9	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
10	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
11	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
12	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
13	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
14	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
15	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
16	1	ΕΔΠ - 11	0.450	7.70	1	3.5
17	1	ΕΔ - 13	0.050	7.70	1	0.4
18	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
19	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
20	1	ΑΚ - 5	0.550	1.20	1	0.7
21	1	ΑΚ - 5	0.550	1.20	1	0.7
22	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
23	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
24	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
25	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
26	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
27	1	ΕΔΠ - 11	0.450	6.00	1	2.7
28	1	ΕΔ - 13	0.050	6.00	1	0.3
29	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
30	1	ΕΣΓ - 11	0.100	2.70	1	0.3
31	1	ΕΔΠ - 11	0.450	1.50	1	0.7
32	1	ΕΔ - 13	0.050	1.50	1	0.1
33	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
34	1	ΕΣΓ - 11	0.100	2.70	1	0.3
35	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
36	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
37	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
38	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
39	1	ΕΔΠ - 11	0.450	4.00	1	1.8
40	1	ΕΔ - 13	0.050	4.00	1	0.2
41	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
42	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
43	1	ΑΚ - 5	0.550	1.20	1	0.7
44	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
45	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
46	1	ΑΚ - 5	0.550	1.20	1	0.7
47	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
48	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
49	1	ΕΔΠ - 11	0.450	9.20	1	4.1
50	1	ΕΔ - 13	0.050	9.20	1	0.5
51	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
52	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
53	2	Δ - 11	0.000	6.30	1	0.0
54	2	ΕΔΠ - 10	0.450	6.30	1	2.8
55	2	ΕΞΓ - 13	0.000	0.70	1	0.0



56	2	ΕΞΓ - 13	0.000	0.70	1	0.0
57	2	Δ - 11	0.000	7.70	1	0.0
58	2	ΕΔΠ - 10	0.450	7.70	1	3.5
59	2	ΕΞΓ - 13	0.000	0.70	1	0.0
60	2	ΕΞΓ - 13	0.000	0.70	1	0.0
61	2	Δ - 11	0.000	6.00	1	0.0
62	2	ΕΔΠ - 10	0.450	6.00	1	2.7
63	2	ΕΞΓ - 13	0.000	0.70	1	0.0
64	2	ΕΞΓ - 13	0.000	0.70	1	0.0
65	2	Δ - 11	0.000	1.50	1	0.0
66	2	ΕΔΠ - 10	0.450	1.50	1	0.7
67	2	ΕΣΓ - 11	0.100	1.90	1	0.2
68	2	ΕΞΓ - 13	0.000	1.90	1	0.0
69	2	Δ - 11	0.000	4.00	1	0.0
70	2	ΕΔΠ - 10	0.450	4.00	1	1.8
71	2	ΕΞΓ - 13	0.000	1.90	1	0.0
72	2	ΕΞΓ - 13	0.000	1.90	1	0.0
73	2	ΑΚ - 5	0.550	1.20	1	0.7
74	2	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
75	2	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
76	2	ΑΚ - 5	0.550	1.20	1	0.7
77	2	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
78	2	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
79	2	Δ - 11	0.000	9.20	1	0.0
80	2	ΕΔΠ - 10	0.450	9.20	1	4.1
81	2	ΕΞΓ - 13	0.000	1.90	1	0.0
82	2	ΕΞΓ - 13	0.000	1.90	1	0.0
83	2	Δ - 11	0.000	3.70	1	0.0
84	2	ΕΔΠ - 10	0.450	3.70	1	1.7
85	2	ΕΞΓ - 13	0.000	1.90	1	0.0
86	2	ΕΞΓ - 13	0.000	1.90	1	0.0
				256.60		45.6

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

Αα	επίπεδο	κατηγορία	$\psi$ [W/(mK)]	l [m]	b	$\Sigma(\text{b}\lambda\chi\psi)$ [W/K]
1	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
2	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
3	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
4	1	ΕΔΠ - 11	0.450	10.00	1	4.5
5	1	ΕΔ - 13	0.050	10.00	1	0.5
6	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
7	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
8	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
9	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
10	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
11	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
12	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
13	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
14	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
15	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
16	1	ΕΔΠ - 11	0.450	7.70	1	3.5
17	1	ΕΔ - 13	0.050	7.70	1	0.4
18	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
19	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
20	1	ΑΚ - 5	0.550	1.20	1	0.7
21	1	ΑΚ - 5	0.550	1.20	1	0.7
22	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
23	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
24	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
25	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
26	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
27	1	ΕΔΠ - 11	0.450	6.00	1	2.7
28	1	ΕΔ - 13	0.050	6.00	1	0.3
29	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
30	1	ΕΣΓ - 11	0.100	2.70	1	0.3
31	1	ΕΔΠ - 11	0.450	1.50	1	0.7
32	1	ΕΔ - 13	0.050	1.50	1	0.1

33	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
34	1	ΕΣΓ - 11	0.100	2.70	1	0.3
35	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
36	1	ΑΚ - 5	0.550	1.00	1	0.6
37	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
38	1	Λ - 5	0.000	1.20	1	0.0
39	1	ΕΔΠ - 11	0.450	4.00	1	1.8
40	1	ΕΔ - 13	0.050	4.00	1	0.2
41	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
42	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
43	1	ΑΚ - 5	0.550	1.20	1	0.7
44	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
45	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
46	1	ΑΚ - 5	0.550	1.20	1	0.7
47	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
48	1	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
49	1	ΕΔΠ - 11	0.450	9.20	1	4.1
50	1	ΕΔ - 13	0.050	9.20	1	0.5
51	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
52	1	ΕΞΓ - 13	0.000	2.70	1	0.0
53	2	Δ - 11	0.000	6.30	1	0.0
54	2	ΕΔΠ - 10	0.450	6.30	1	2.8
55	2	ΕΞΓ - 13	0.000	0.70	1	0.0
56	2	ΕΞΓ - 13	0.000	0.70	1	0.0
57	2	Δ - 11	0.000	7.70	1	0.0
58	2	ΕΔΠ - 10	0.450	7.70	1	3.5
59	2	ΕΞΓ - 13	0.000	0.70	1	0.0
60	2	ΕΞΓ - 13	0.000	0.70	1	0.0
61	2	Δ - 11	0.000	6.00	1	0.0
62	2	ΕΔΠ - 10	0.450	6.00	1	2.7
63	2	ΕΞΓ - 13	0.000	0.70	1	0.0
64	2	ΕΞΓ - 13	0.000	0.70	1	0.0
65	2	Δ - 11	0.000	1.50	1	0.0
66	2	ΕΔΠ - 10	0.450	1.50	1	0.7
67	2	ΕΣΓ - 11	0.100	1.90	1	0.2
68	2	ΕΞΓ - 13	0.000	1.90	1	0.0
69	2	Δ - 11	0.000	4.00	1	0.0
70	2	ΕΔΠ - 10	0.450	4.00	1	1.8
71	2	ΕΞΓ - 13	0.000	1.90	1	0.0
72	2	ΕΞΓ - 13	0.000	1.90	1	0.0
73	2	ΑΚ - 5	0.550	1.20	1	0.7
74	2	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
75	2	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
76	2	ΑΚ - 5	0.550	1.20	1	0.7
77	2	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
78	2	Λ - 5	0.000	2.20	1	0.0
79	2	Δ - 11	0.000	9.20	1	0.0
80	2	ΕΔΠ - 10	0.450	9.20	1	4.1
81	2	ΕΞΓ - 13	0.000	1.90	1	0.0
82	2	ΕΞΓ - 13	0.000	1.90	1	0.0
83	2	Δ - 11	0.000	3.70	1	0.0
84	2	ΕΔΠ - 10	0.450	3.70	1	1.7
85	2	ΕΞΓ - 13	0.000	1.90	1	0.0
86	2	ΕΞΓ - 13	0.000	1.90	1	0.0
				256.60		45.6

**9. Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου  $U_m$  του κτιρίου**

	$\Sigma A$ [m <sup>2</sup> ]	$\Sigma [b \times U_{xA}]$ [W/K] ή $\Sigma [b \times \Psi_{xI}]$ [W/K]
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	175.2	108.3
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	165.9	58.1
διαφανή δομικά στοιχεία	6.2	13.8
θερμογέφυρες	-	45.6
Συνολικά	347.3	225.9

$$\Sigma A/V=347.33(\text{m}^2)/380.14(\text{m}^3)=0.914$$

$$\text{Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό } U_{m,\max} 0.773[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

$$\text{Πραγματοποιούμενο } U_m=225.9(\text{W}/\text{K})/347.33(\text{m}^2)=0.650<0.773[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β- ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΦΥΛΛΟ EXCEL ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ F-CHART

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

ΟΙΚΙΑ 4 ΑΤΟΜΩΝ-ΜΗΝΑΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ

$(UAB) = 225.9 \text{ W/}^\circ\text{C}$

$FR'/FR = 0,95$      $B = 50^\circ$      $E = 0,6$

ΜΗΚΟΣ ΣΩΛΗΝΑ = 30M

$\Pi = 0,015 \text{ L/S}$  ΑΝΑ  $M^2$  ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗ

ΑΠΟΘΗΚΗ  $ZNX$   $75 \text{ L/M}^2$

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ  $ZNX$   $50 \text{ L/} \text{ΗΜΕΡΑ}$  ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ

$FRUL = 4.46$

$FR(TA)N = 0.812$

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΜΗΝΑ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ		
β	50	(μοίρες)
ε	0.6	
Fr'/Fr	0.95	
l	75	
N	31	ημέρες
Da	1076	βαθμοημέρες στους 18 °C απο Retscreen
ΔTb	7	°C
Tref	20	°C
Ta	13	°C
D	219.4208163	βαθμοημέρες στους 20° C
(UA)b	225.9	W/°C
Lsh	1189611.898	wh
Lsh se joule	4282602832	JOULE
Vw	50	l/την ημέρα ανά άτομο
n=	4	άτομα
p	1	kg/l
Cp	4180	jOULE/kg-°C
Tw	60	°C
Tm	12	°C
Lw	1243968000	JOULE
Umeso	16.8	W/m
Lp	599961600	W
t	57600	s
l	20	m
Lp se joule	166656	JOULE
Lh,w	1244134656	JOULE
c	0.139	
Cmin	1128.6	W/°C
π	0.015	l/s ανά m2 επιφάνειας συλλέκτη
E SYLLEKTI	18	
m	0.27	
ε	0.6	
λ	2.997609562	
a	0.39	
b	0.65	
M	75	l/m2
K2	1	
K4	1.010547455	
L(G)	5526737488	JOULE
L(G)	5526.737488	
K3	1.132873563	
FrUl	4.46	W/m2°C
dt	2678400	s
Xa	0.157689536	
FrTAn	0.812	
H(50)	3520	J/m2
H50	392832000	
Ya	0.052083747	
tameso/ta	0.94	
Ac	18	m2
X	2.83841164	
Y	0.93750745	
F	0.597080677	

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ- ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ/ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Επίπεδο : Επίπεδο 1  
Χώρος : 1  
Ονομασία : ΔΩΜΑΤΙΟ 1

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m²K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m²)	Αφαιρ. Επιφ. (m²)	Επιφ. Υπολ. (m²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T10	NA	0.450	3.55	3.00	10.65	1	10.65	3.71	6.94			
A3	NA	3.208	1.20	2.20	2.64	1	2.64		2.64		ΣΚΙΑ	
T7	NA	0.642	3.55	0.30	1.07	1	1.07		1.07			
T10	BA	0.450	3.75	3.00	11.25	1	11.25	1.13	10.12			
T7	BA	0.642	3.75	0.30	1.13	1	1.13		1.13			
Δ1		0.424	1	13.34	13.34	1	13.34		13.34			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m²)	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	6.94	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	2.64	0.62	0.42	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T7	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T10	10.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T7	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	13.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα ( Btu/h)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m²)	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	6.94	15	12	12	16	23	33	44	54	63	71	78
A3	2.64	1655	1627	1266	1021	983	970	945	909	840	809	857
T7	1.07	3	3	4	6	8	10	13	14	16	17	18
T10	10.12	16	15	18	24	32	41	49	58	67	76	84
T7	1.13	2	3	4	6	8	9	10	11	12	13	14
Δ1	13.34	-96	-96	-96	-96	-96	-96	-96	-96	-96	-96	-96

Δεδομένα Φωτισμού ( Btu/h)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Φθορισμού γενικά	4.264832	1.334	5.689286	59

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Δεδομένα Ατόμων ( Btu/h)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Τυπική εργασία γραφείου	256	188	0.8004	58

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	205	190	173	170	168	182	199	201	203	203	204
Φορτίο Λανθάνον	150	135	120	120	120	135	150	150	150	150	150
Σύνολο	355	325	293	290	289	318	349	352	353	354	354

Δεδομένα Συσκευών ( Btu/h)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Υπολογιστής	188	0	0.01	15

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα ( Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Άτομα (Αισθητό)	205	190	173	170	168	182	199	201	203	203	204
Άτομα (Λανθάνον)	150	135	120	120	120	135	150	150	150	150	150
Άτομα (Σύνολο)	355	325	293	290	289	318	349	352	353	354	354
Συσκευές (Αισθητό)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (1000 Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	1.81	1.76	1.39	1.15	1.13	1.16	1.17	1.16	1.11	1.10	1.17
Λανθάνον	0.15	0.14	0.12	0.12	0.12	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Σύνολο	1.96	1.89	1.51	1.27	1.25	1.29	1.32	1.31	1.26	1.25	1.32

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα ( Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ( Btu/h)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m<sup>3</sup>/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 1

Χώρος : 2

Ονομασία : ΛΟΥΤΡΟ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m <sup>2</sup> K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T10	NA	0.450	1.80	3.00	5.40	1	5.40	0.54	4.86			
T7	NA	0.642	1.80	0.30	0.54	1	0.54		0.54			
Δ1		0.424	1	4.71	4.71	1	4.71		4.71			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	4.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T7	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	4.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ώρα ( Btu/h)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	4.86	11	8	8	11	16	23	31	38	44	50	55
T7	0.54	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9
Δ1	4.71	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34	-34

Δεδομένα Φωτισμού ( Btu/h)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς	Σύνολο	Συντελεστής
----------------	-------	-------	--------	-------------

		(W)		ακτινοβολίας (%)
Φθορισμού γενικά	4.264832	0.471	2.008736	59

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονο- ρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Δεδομένα Ατόμων ( Btu/h)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Καθισμένοι, Ελαφρά εργασία	239	154	0.2826	60

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονο- ρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	68	63	57	56	56	60	65	66	67	67	67
Φορτίο Λανθάνον	44	39	35	35	35	39	44	44	44	44	44
Σύνολο	111	102	92	91	90	99	109	110	110	110	111

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα ( Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Άτομα (Αισθητό)	68	63	57	56	56	60	65	66	67	67	67
Άτομα (Λανθάνον)	44	39	35	35	35	39	44	44	44	44	44
Άτομα (Σύνολο)	111	102	92	91	90	99	109	110	110	110	111
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (1000 Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10
Λανθά- νον	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Σύνολο	0.09	0.08	0.07	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα ( Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	-80.58	-39.05	8.88	63.19	114.31	152.65	178.21	187.80	178.21	155.85	120.70
Λανθά- νον	-155.76	-103.93	-39.72	47.28	136.08	206.97	249.52	265.48	249.52	212.29	148.13



νον												
Σύνολο	-236.34	-142.98	-30.84	110.48	250.40	359.62	427.74	453.28	427.74	368.14	268.83	

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ( Btu/h)

Αισθητό: 188

Λανθάνον: 265

Συνολικός όγκος αέρα (m<sup>3</sup>/h): 21.20

Επίπεδο : Επίπεδο 1

Χώρος : 3

Ονομασία : ΚΟΥΖΙΝΑ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m <sup>2</sup> K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T10	ΒΔ	0.450	1.80	3.00	5.40	1	5.40	0.54	4.86			
T7	ΒΔ	0.642	1.80	0.30	0.54	1	0.54		0.54			
T10	ΝΔ	0.450	4.00	3.00	12.00	1	12.00	2.40	9.60			
A2	ΝΔ	3.141	1.00	1.20	1.20	1	1.20		1.20			
T7	ΝΔ	0.642	4.00	0.30	1.20	1	1.20		1.20			
T10	ΝΑ	0.450	3.85	3.00	11.55	1	11.55	3.80	7.75			
A3	ΝΑ	3.208	1.20	2.20	2.64	1	2.64		2.64		ΣΚΙΑ	
T7	ΝΑ	0.642	3.85	0.30	1.16	1	1.16		1.16			
Δ1		0.424	1	14.94	14.94	1	14.94		14.94			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	4.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T7	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T10	9.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T7	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T10	7.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	2.64	0.61	0.40	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T7	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	14.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα ( Btu/h)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	4.86	15	10	6	3	2	2	3	6	11	18	27
T7	0.54	2	1	1	1	1	1	1	2	3	4	6
T10	9.60	38	27	18	11	7	7	11	22	38	58	81
A2	1.20	148	211	275	346	571	894	1187	1372	1407	1270	937
T7	1.20	5	4	3	2	2	3	5	7	11	15	19
T10	7.75	17	13	13	18	26	37	49	60	71	80	87
A3	2.64	1632	1592	1222	1005	975	964	942	907	838	808	855
T7	1.16	3	3	4	6	9	11	14	16	17	18	19
Δ1	14.94	-108	-108	-108	-108	-108	-108	-108	-108	-108	-108	-108

Δεδομένα Φωτισμού ( Btu/h)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
----------------	-------	-----------	--------	------------------------------

Φθορισμού γενικά	4.264832	1.494	6.37166	59
------------------	----------	-------	---------	----

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

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

Δεδομένα Ατόμων ( Btu/h)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Τυπική εργασία γραφείου	256	188	0.8964	58

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	229	213	194	190	189	204	222	225	227	228	228
Φορτίο Λανθάνον	169	152	135	135	135	152	169	169	169	169	169
Σύνολο	398	364	329	325	323	356	391	394	395	396	397

Δεδομένα Συσκευών ( Btu/h)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Καφετιέρα	3582	1535	0.1494	50

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	535	535	535	535	535	535	535	535	535	535	535
Φορτίο Λανθάνον	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229
Σύνολο	764	764	764	764	764	764	764	764	764	764	764

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα ( Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	6	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
Άτομα (Αισθητό)	229	213	194	190	189	204	222	225	227	228	228
Άτομα (Λανθάνον)	169	152	135	135	135	152	169	169	169	169	169
Άτομα (Σύνολο)	398	364	329	325	323	356	391	394	395	396	397
Συσκευές (Αισθητό)	535	535	535	535	535	535	535	535	535	535	535
Συσκευές (Λανθάνον)	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229
Συσκευές (Σύνολο)	764	764	764	764	764	764	764	764	764	764	764
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (1000 Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	2.52	2.51	2.17	2.02	2.21	2.56	2.87	3.05	3.06	2.93	2.69
Λανθάνον	0.40	0.38	0.36	0.36	0.36	0.38	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Σύνολο	2.92	2.89	2.53	2.38	2.58	2.94	3.27	3.45	3.45	3.33	3.09

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα ( Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	-255.61	-123.86	28.16	200.45	362.60	484.21	565.29	595.69	565.29	494.35	382.87
Λανθάνον	-494.07	-329.67	-126.00	149.99	431.65	656.50	791.48	842.10	791.48	673.38	469.86
Σύνολο	-749.68	-453.52	-97.84	350.43	794.25	1140.72	1356.77	1437.79	1356.77	1167.72	852.73

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ( Btu/h)

Αισθητό: 596

Λανθάνον: 842

Συνολικός όγκος αέρα (m<sup>3</sup>/h): 67.23

Επίπεδο : Επίπεδο 1

Χώρος : 4

Ονομασία : ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m <sup>2</sup> K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T10	ΒΑ	0.450	6.25	3.00	18.75	1	18.75	4.08	14.67			
A7	ΒΑ	3.084	1.00	2.20	2.20	1	2.20		2.20			
T7	ΒΑ	0.642	6.25	0.30	1.88	1	1.88		1.88			
T10	ΒΔ	0.450	7.70	3.00	23.10	1	23.10	4.71	18.39			
A2	ΒΔ	3.141	1.00	1.20	1.20	1	1.20		1.20			
A2	ΒΔ	3.141	1.00	1.20	1.20	1	1.20		1.20			
T7	ΒΔ	0.642	7.70	0.30	2.31	1	2.31		2.31			
T10	ΝΔ	0.450	6.25	3.00	18.75	1	18.75	5.52	13.23			
A4	ΝΔ	3.114	1.20	1.20	1.44	1	1.44		1.44		ΣΚΙΑ	
A1	ΝΔ	3.270	1.00	2.20	2.20	1	2.20		2.20		ΣΚΙΑ	
T7	ΝΔ	0.642	6.25	0.30	1.88	1	1.88		1.88			
Δ1		0.424	1	50.08	50.08	1	50.08		50.08			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	14.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A7	2.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T7	1.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T10	18.39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A2	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T7	2.31	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T10	13.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A4	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	0.68	1.00
A1	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

T7	1.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	50.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα ( Btu/h)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	14.67	23	21	26	35	47	59	71	84	97	110	122
A7	2.20	2042	1817	1336	1013	907	864	827	775	698	597	458
T7	1.88	4	5	7	10	13	15	16	18	20	22	24
T10	18.39	58	39	24	13	6	7	12	24	43	69	102
A2	1.20	149	211	268	319	359	395	487	767	1081	1278	1189
A2	1.20	149	211	268	319	359	395	487	767	1081	1278	1189
T7	2.31	7	5	3	3	3	4	6	9	13	18	25
T10	13.23	52	37	24	15	10	10	16	30	52	80	111
A4	1.44	245	292	340	394	439	463	467	457	719	932	847
A1	2.20	369	443	519	604	674	712	720	706	659	636	675
T7	1.88	8	6	4	4	4	5	7	11	17	23	29
Δ1	50.08	-362	-362	-362	-362	-362	-362	-362	-362	-362	-362	-362

Δεδομένα Φωτισμού ( Btu/h)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Φθορισμού γενικά	4.264832	5.008	21.35828	59

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	19	18	17	17	17	20	20	20	20	21	21

Δεδομένα Ατόμων ( Btu/h)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Καθισμένοι, Ελαφρά εργασία	239	154	3.0048	60

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	718	667	608	596	590	639	695	705	710	712	713
Φορτίο Λανθάνον	463	416	370	370	370	416	463	463	463	463	463
Σύνολο	1181	1083	978	967	961	1055	1158	1168	1172	1175	1176

Δεδομένα Συσκευών ( Btu/h)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
----------------	-------------	-------------	------------------	------------------------------

Υπολογιστής	188	0	0.5008	15
-------------	-----	---	--------	----

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ωρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	19	18	17	17	17	20	20	20	20	21	21
Άτομα (Αισθητό)	718	667	608	596	590	639	695	705	710	712	713
Άτομα (Λανθάνον)	463	416	370	370	370	416	463	463	463	463	463
Άτομα (Σύνολο)	1181	1083	978	967	961	1055	1158	1168	1172	1175	1176
Συσκευές (Αισθητό)	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (1000 Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	3.57	3.50	3.18	3.07	3.16	3.32	3.56	4.11	4.94	5.51	5.24
Λανθάνον	0.46	0.42	0.37	0.37	0.37	0.42	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Σύνολο	4.04	3.92	3.55	3.44	3.53	3.73	4.03	4.57	5.40	5.97	5.70

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Btu/h)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m<sup>3</sup>/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 2  
 Χώρος : 1  
 Ονομασία : ΔΩΜΑΤΙΟ 2

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m²K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m²)	Αφαιρ. Επιφ. (m²)	Επιφ. Υπολ. (m²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T10	NA	0.450	3.55	2.20	7.81	1	7.81	3.71	4.10			
A3	NA	3.208	1.20	2.20	2.64	1	2.64		2.64		ΣΚΙΑ	
T7	NA	0.642	3.55	0.30	1.07	1	1.07		1.07			
T10	BA	0.450	3.75	2.20	8.25	1	8.25	1.13	7.12			
T7	BA	0.642	3.75	0.30	1.13	1	1.13		1.13			
O3		0.9	1	13.30	13.30	1	13.30		13.30			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m²)	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	4.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	2.64	0.38	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T7	1.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T10	7.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T7	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O3	13.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα ( Btu/h)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m²)	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	4.10	9	7	7	10	14	19	26	32	37	42	46
A3	2.64	1215	1130	864	858	891	911	904	878	815	788	835
T7	1.07	3	3	4	6	8	10	13	14	16	17	18
T10	7.12	11	10	12	17	23	29	35	41	47	53	59
T7	1.13	2	3	4	6	8	9	10	11	12	13	14
O3	13.30	94	78	72	77	94	119	153	192	233	272	305

Δεδομένα Φωτισμού ( Btu/h)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Φθορισμού γενικά	4.264832	1.334	5.689286	59

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ωρα

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

Δεδομένα Ατόμων ( Btu/h)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Καθισμένοι, Ελαφρά εργασία	239	154	0.8004	60

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονο- ρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	191	178	162	159	157	170	185	188	189	190	190
Φορτίο Λανθάνον	123	111	99	99	99	111	123	123	123	123	123
Σύνολο	315	288	260	257	256	281	308	311	312	313	313

Δεδομένα Συσκευών ( Btu/h)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Υπολογιστής	188	0	0.1334	15

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονο- ρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα ( Btu/h)

Είδος Φορ- τίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	6
Άτομα (Αισθητό)	191	178	162	159	157	170	185	188	189	190	190
Άτομα (Λανθάνον)	123	111	99	99	99	111	123	123	123	123	123
Άτομα (Σύνολο)	315	288	260	257	256	281	308	311	312	313	313
Συσκευές (Αισθητό)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (1000 Btu/h)

Είδος Φορ- τίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	1.56	1.44	1.15	1.16	1.22	1.30	1.36	1.39	1.38	1.41	1.50
Λανθά- νον	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Σύνολο	1.68	1.55	1.25	1.26	1.32	1.41	1.48	1.51	1.50	1.53	1.62

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα ( Btu/h)

Είδος Φορ- τίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθά- νον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ( Btu/h)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m<sup>3</sup>/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 2

Χώρος : 2

Ονομασία : ΔΩΜΑΤΙΟ 3

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m <sup>2</sup> K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T10	ΒΔ	0.450	1.80	2.20	3.96	1	3.96	0.54	3.42			
T7	ΒΔ	0.642	1.80	0.30	0.54	1	0.54		0.54			
T10	ΝΔ	0.450	4.00	2.20	8.80	1	8.80	2.40	6.40			
A8	ΝΔ	4.993	1.00	1.20	1.20	1	1.20		1.20			
T7	ΝΔ	0.642	4.00	0.30	1.20	1	1.20		1.20			
T10	ΝΑ	0.450	3.85	2.20	8.47	1	8.47	3.80	4.67			
A3	ΝΑ	3.208	1.20	2.20	2.64	1	2.64		2.64		ΣΚΙΑ	
T7	ΝΑ	0.642	3.85	0.30	1.16	1	1.16		1.16			
O3		0.9	1	14.89	14.89	1	14.89		14.89			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	3.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T7	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T10	6.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A8	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T7	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T10	4.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	2.64	0.38	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T7	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O3	14.89	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα ( Btu/h)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	3.42	11	7	4	2	1	1	2	4	8	13	19
T7	0.54	2	1	1	1	1	1	1	2	3	4	6
T10	6.40	25	18	12	7	5	5	8	15	25	39	54
A8	1.20	147	226	308	400	665	1040	1378	1591	1632	1473	1091
T7	1.20	5	4	3	2	2	3	5	7	11	15	19
T10	4.67	10	8	8	11	16	22	29	36	43	48	52
A3	2.64	1215	1130	864	858	891	911	904	878	815	788	835
T7	1.16	3	3	4	6	9	11	14	16	17	18	19
O3	14.89	105	87	80	87	105	134	172	215	261	305	342

Δεδομένα Φωτισμού ( Btu/h)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Φθορισμού γενικά	4.264832	1.494	6.37166	59



Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

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

Δεδομένα Ατόμων ( Btu/h)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Καθισμένοι, Ελαφρά εργασία	239	154	0.8964	60

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	214	199	181	178	176	191	207	210	212	212	213
Φορτίο Λανθάνον	138	124	110	110	110	124	138	138	138	138	138
Σύνολο	352	323	292	288	287	315	345	348	350	350	351

Δεδομένα Συσκευών ( Btu/h)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Υπολογιστής	188	0	0.1494	15

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα ( Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	6	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
Άτομα (Αισθητό)	214	199	181	178	176	191	207	210	212	212	213
Άτομα (Λανθάνον)	138	124	110	110	110	124	138	138	138	138	138
Άτομα (Σύνολο)	352	323	292	288	287	315	345	348	350	350	351
Συσκευές (Αισθητό)	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (1000 Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	1.77	1.72	1.50	1.59	1.90	2.35	2.75	3.01	3.06	2.95	2.68
Λανθάνον	0.14	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Σύνολο	1.91	1.84	1.61	1.70	2.01	2.48	2.89	3.15	3.20	3.09	2.82

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα ( Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ( Btu/h)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m<sup>3</sup>/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 2

Χώρος : 3

Ονομασία : ΛΟΥΤΡΟ Α

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m <sup>2</sup> K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T10	NA	0.450	1.80	2.20	3.96	1	3.96	0.54	3.42			
T7	NA	0.642	1.80	0.30	0.54	1	0.54		0.54			
O3		0.9	1	4.70	4.70	1	4.70		4.70			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	3.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T7	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O3	4.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ώρα ( Btu/h)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	3.42	7	6	6	8	12	16	22	27	31	35	38
T7	0.54	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9
O3	4.70	33	28	25	27	33	42	54	68	82	96	108

Δεδομένα Φωτισμού ( Btu/h)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Φθορισμού γενικά	4.264832	0.471	2.008736	59

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονο- ρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Δεδομένα Ατόμων ( Btu/h)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Καθισμένοι, Ελαφρά εργασία	239	154	0.2826	60

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονο- ρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	68	63	57	56	56	60	65	66	67	67	67
Φορτίο Λανθάνον	44	39	35	35	35	39	44	44	44	44	44
Σύνολο	111	102	92	91	90	99	109	110	110	110	111

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα ( Btu/h)

Είδος Φορ- τίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Άτομα (Αισθητό)	68	63	57	56	56	60	65	66	67	67	67
Άτομα (Λανθάνον)	44	39	35	35	35	39	44	44	44	44	44
Άτομα (Σύνολο)	111	102	92	91	90	99	109	110	110	110	111
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (1000 Btu/h)

Είδος Φορ- τίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.11	0.10	0.09	0.10	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19	0.21	0.22
Λανθά- νον	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Σύνολο	0.16	0.14	0.13	0.13	0.14	0.16	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα ( Btu/h)

Είδος Φορ- τίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	-59.09	-28.63	6.51	46.34	83.83	111.95	130.69	137.72	130.69	114.29	88.52
Λανθά- νον	-114.22	-76.22	-29.13	34.68	99.79	151.78	182.98	194.69	182.98	155.68	108.63
Σύνολο	-173.32	-104.85	-22.62	81.02	183.62	263.72	313.67	332.41	313.67	269.97	197.14

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ( Btu/h)

Αισθητό: 138

Λανθάνον: 195

Συνολικός όγκος αέρα (m<sup>3</sup>/h): 15.54

Επίπεδο : Επίπεδο 2

Χώρος : 4

Ονομασία : ΑΙΘΡΙΟ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m <sup>2</sup> K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφαιρ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίαση
T10	ΝΔ	0.450	6.30	1.00	6.30	1	6.30	1.89	4.41			
T7	ΝΔ	0.642	6.30	0.30	1.89	1	1.89		1.89			
T10	ΝΑ	0.450	0.30	2.20	0.66	1	0.66	0.09	0.57			
T7	ΝΑ	0.642	0.30	0.30	0.09	1	0.09		0.09			
T10	ΒΑ	0.450	6.25	1.00	6.25	1	6.25	1.88	4.37			
T7	ΒΑ	0.642	6.25	0.30	1.88	1	1.88		1.88			
T10	ΒΔ	0.450	7.70	1.00	7.70	1	7.70	2.31	5.39			
T7	ΒΔ	0.642	7.70	0.30	2.31	1	2.31		2.31			
Ο3		0.9	1	50.09	50.09	1	50.09		50.09			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	4.41	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T7	1.89	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T10	0.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T7	0.09	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T10	4.37	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T7	1.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T10	5.39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T7	2.31	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ο3	50.09	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα ( Btu/h)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T10	4.41	17	12	8	5	3	3	5	10	17	27	37
T7	1.89	8	6	4	4	4	5	7	11	17	23	29
T10	0.57	1	1	1	1	2	3	4	4	5	6	6
T7	0.09	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
T10	4.37	7	6	8	10	14	18	21	25	29	33	36
T7	1.88	4	5	7	10	13	15	16	18	20	22	24
T10	5.39	17	11	7	4	2	2	4	7	13	20	30
T7	2.31	7	5	3	3	3	4	6	9	13	18	25
Ο3	50.09	354	294	270	292	353	449	577	724	878	1026	1151

Δεδομένα Φωτισμού ( Btu/h)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Φθορισμού γενικά	4.264832	5.01	21.36681	59

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	19	18	17	17	17	20	20	20	20	21	21

Δεδομένα Ατόμων ( Btu/h)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Τυπική εργασία γραφείου	256	188	3.006	58

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	770	714	650	638	632	685	746	756	761	763	765
Φορτίο Λανθάνον	565	509	452	452	452	509	565	565	565	565	565
Σύνολο	1335	1222	1102	1090	1084	1193	1311	1321	1326	1328	1330

Δεδομένα Συσκευών ( Btu/h)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Συντελεστής ακτινοβολίας (%)
Υπολογιστής	188	0	0.501	15

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα ( Btu/h)

Είδος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
-------	------	------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------

<b>Φορτίου</b>											
Φωτισμός	19	18	17	17	17	20	20	20	20	21	21
Άτομα (Αισθητό)	770	714	650	638	632	685	746	756	761	763	765
Άτομα (Λανθάνον)	565	509	452	452	452	509	565	565	565	565	565
Άτομα (Σύνολο)	1335	1222	1102	1090	1084	1193	1311	1321	1326	1328	1330
Συσκευές (Αισθητό)	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
Χαραμάδες	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (1000 Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	1.30	1.17	1.07	1.08	1.14	1.30	1.50	1.68	1.87	2.05	2.22
Λανθάνον	0.57	0.51	0.45	0.45	0.45	0.51	0.57	0.57	0.57	0.57	0.57
Σύνολο	1.86	1.67	1.52	1.53	1.59	1.81	2.07	2.24	2.43	2.62	2.78

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα ( Btu/h)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ( Btu/h)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m<sup>3</sup>/h): 0.00

ΦΟΡΤΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ 1000 Btu/h

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 2											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	:	3	3	3	3	4	4	5	5	5	5
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	3	3	2	3	4	4	5	5	5	5
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rad.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Con.	:	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	:	5	4	4	4	5	6	6	6	7	7
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	:	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	:	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	:	5	5	4	5	5	6	7	7	8	8
24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 2											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	:	4	4	3	3	4	4	5	5	5	4
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rad.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Con.	:	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	:	5	5	4	4	5	6	6	6	6	5
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	:	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	:	-0	-0	-0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	:	6	6	5	5	5	6	7	7	7	7