

ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ: <<ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ  
ENERGY PLUS ΚΑΙ ΚΕΝΑΚ-ΤΕΕ>>



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΠΑΠΑΪΩΑΝΝΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

Αριθμός Πτυχιακής : 1305

Εισηγητής: Λ. Χαδέλλης

Εξεταστές: Β. Καψάλης, Π. Βλαχόπουλος

**ΠΑΤΡΑ 2015**



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	5
1.2 ΕΝΕΡΓΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ .....	6
1.3 ΕΝΕΡΓΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ.....	8

### 2.ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

2.1 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ.....	10
2.2 ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.....	10
2.3 ΜΑΣΚΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	16
2.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.....	19
2.5 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	20
2.6 ΑΚΟΥΣΙΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	24
2.7 ΕΚΟΥΣΙΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	24
2.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΚΙΑΣΗΣ.....	25

### 3.ENERGY PLUS.....

3.1 ΛΙΓΑ ΛΟΓΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ.....	27
3.2 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΟΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ENERGY PLUS.....	28
3.3. ΒΑΣΙΚΟΙ ΑΡΓΟΡΙΘΜΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙ ΤΟ ENERGY PLUS.....	29

### 4.ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΚΕΝΑΚ-ΤΕΕ

4.1.ΑΝΑΘΕΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΟΝΗΣΗ.....	38
4.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	38
4.1.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΣΩΝ ΑΦΟΡΑ ΤΟ ΚΤΗΡΙΟ.....	40

4.2 ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΜΕ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ. ....	41
4.2.1 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΟΝΤΑΙ. ....	41
4.2.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ. ....	43
4.2.3 ΚΤΙΡΙΟ. ....	46
4.3 ΘΕΡΜΙΚΗ ΖΩΝΗ. ....	50
4.3.1 ΓΕΝΙΚΑ. ....	50
4.4 ΚΕΛΥΦΟΣ. ....	52
4.4.1 ΑΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ. ....	52
4.4.2 ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ. ....	55
4.4.3 ΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ. ....	56
4.5 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΨΥΞΗΣ-ΥΓΡΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ-ΦΩΤΙΣΜΟΥ-ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ. ....	57
4.5.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ. ....	58
4.5.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ. ....	67
4.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ. ....	74
4.7 ΣΕΝΑΡΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ. ....	76
5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΓΚΡΗΣΗ. ....	82
6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Γενικά

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (European Energy Performance of Buildings Directive) θέτει στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης την αναγκαιότητα της δημιουργίας μια κοινής μεθοδολογίας σε εθνικό ή τοπικό επίπεδο για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Για να εξυπηρετηθεί ο σκοπός αυτός δημιουργήθηκαν ή ενημερώθηκαν διάφορα ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα με στόχο να είναι σε θέση να παρέχουν τις μεθόδους και το υποστηρικτικό υλικό για τον υπολογισμό αυτό.

Διάφορες προσεγγίσεις θα μπορούσαν να θεωρηθούν σχετικά με τις μεθόδους υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης σε σχέση με την Ευρωπαϊκή Οδηγία Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων. Μία προσέγγιση θα ήταν είναι να επιτρέπεται μόνο μια συγκεκριμένη μέθοδος για τη συμμόρφωση με την οδηγία. Όμως, αυτή η επιλογή θα επηρέαζε τις ομάδες σχεδίασης των κτιρίων που θα έπρεπε να χρησιμοποιήσουν αυτήν την μέθοδο καθώς και τους δημιουργούς υπαρχόντων προγραμμάτων υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Αν οι ομάδες σχεδίασης δεν ήταν εξοικειωμένες με την χρήση της μεθόδου θα έπρεπε να επενδύσουν χρόνο για την εκμάθηση της και θα περιοριζόταν στις δυνατότητες της συγκεκριμένης μεθόδου. Επίσης θα υπήρχαν επιπτώσεις και στην ανάπτυξη υπαρχόντων προγραμμάτων που χρησιμοποιούν πιο περίπλοκες υπολογιστικές μεθόδους. Ως αποτέλεσμα των δυο αυτών επιπτώσεων, θα περιοριζόνταν οι σχεδιαστικές δυνατότητες των κτιρίων στα όρια της μίας μεθόδου και θα αποθαρρυνόταν η ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών έξω από τα όρια αυτά.

Για να αποφευχθούν αυτές οι συνέπειες τα πρότυπα CEN επιτρέπουν την χρησιμοποίηση διαφόρων μεθόδων για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Όμως παρά τα πλεονεκτήματα που παρέχει η δυνατότητα αυτή, το γεγονός της ύπαρξης πολλών μεθόδων και μοντέλων υπολογισμού μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές

αποκλίσεις μεταξύ των αποτελεσμάτων που προκύπτουν έπειτα από την πραγματοποίηση αυτών.

Η λήψη μέτρων που οδηγούν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας αποτελούν τον ταχύτερο και πιο αποτελεσματικό τρόπο για μείωση της εξάρτησης της χώρας από τις ενεργειακές εισαγωγές με ταυτόχρονο περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Σήμερα, η ανάγκη για εξοικονόμηση και ορθολογική χρήση ενέργειας, καθώς και για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση είναι πλέον επιτακτική, τόσο στο δημόσιο όσο και στον ιδιωτικό τομέα.

Μελέτες και ενεργειακές επιθεωρήσεις που έχουν γίνει μέχρι σήμερα, για την Υπηρεσία Ενέργειας, δείχνουν ότι υπάρχει σε όλους τους τομείς σημαντικό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας, της τάξης του 25% της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Στην πτυχιακή αυτή εργασία θα γίνει μια συγκριτική μελέτη και ανάλυση προγραμμάτων ενεργειακής πιστοποίησης κτιρίων Energy Plus και KENAK-ΤΕΕ. Περισσότερη έμφαση θα δώσουμε στο πρόγραμμα ενεργειακής πιστοποίησης KENAK-ΤΕΕ όπου θα δοθεί και ένα παράδειγμα ενεργειακής μέλετης κτιρίου 113τ.μ. Με το Energy Plus θα ασχοληθούμε λιγότερο καθώς όπως θα δούμε παρακάτω είναι πρόγραμμα το οποίο ασχολείται περισσότερο με το κέληφος και με δομικά στοιχεία, μονώσεις, παράθυρα, μπετά κ.α. Το κομμάτι που θα μας απασχολήσει περισσότερο είναι αυτό των καταλώσεων όσον αφορά το KENAK. Τέλος θα γίνει μια σύγκριση των δυο προγραμμάτων καθώς διαφέρουν σε πολλούς τομείς.

## **1.2. Ενεργειακή Επιθεώρηση & Νομικό Πλαίσιο**

Στο κεφάλαιο αυτό θα κάνουμε μια πρώτη εισαγωγή στα δύο προγράμματα όσον αφορά την Ενεργειακή πολιτική τους, Νόμους την Επιθεώρηση - Πιστοποίηση καθώς και τα Προγράμματα υλοποίησης.

Ο Νόμος 3661/2008 (ΦΕΚ 89/Α/2010) «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» τροποποιήθηκε:

Με το άρθρο 10 του Νόμου 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» (ΦΕΚ 85/Α/2010).

Με το άρθρο 28 του Νόμου 3889/2010 «Χρηματοδότηση Περιβαλλοντικών Παρεμβάσεων, Πράσινο Ταμείο, Κύρωση Δασικών Χαρτών και άλλες διατάξεις» ώστε να επεκταθεί και στην περίπτωση κτιρίων κατοικίας που προορίζονται για χρήση που δεν υπερβαίνει τους τέσσερις (4) μήνες (παραθεριστικές κατοικίες).

Κατ' εξουσιοδότηση του Ν. 3661/2008 εκδόθηκαν οι παρακάτω κανονιστικές ρυθμίσεις που ολοκληρώνουν το νομοθετικό πλαίσιο που απαιτείται για την πλήρη εφαρμογή του νόμου:

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ ) που εγκρίθηκε με την Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 Κοινή Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και ΠΕΚΑ (ΦΕΚ Β' 407).

Για την υποστήριξη της εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ εγκρίθηκαν με την οικ. 17178/2010 Απόφαση Υπουργού ΠΕΚΑ (ΦΕΚ 1387/ Β/2.9.2010) οι παρακάτω Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ, οι οποίες διατίθενται από το ΤΕΕ:

- α) ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»,
- β) ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων»,
- γ) ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών»,
- δ) ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Το **ΚΕΝΑΚ** είναι το νόμιμο λογισμικό για την ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ. Το **ENERGY PLUS** ναί μέν είναι πρόγραμμα επιθεώρησης

αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ενεργειακή μελέτη στην Ελλάδα!

### 1.3 Ενεργειακή Πολιτική

Σύμφωνα με στοιχεία που συνέλεξα απο το site του Υ.Π.Ε.Κ.Α. η ενεργειακή πολιτική έχει τρεις βασικούς στόχους.

Προτεραιότητα και κορυφαίος στόχος της ενεργειακής πολιτικής είναι η εξεύρεση, η εξασφάλιση και η διαχείριση ενεργειακών πόρων, με τρόπο ώστε να διασφαλίζεται η ασφαλής, ομαλή, αδιάλειπτη και αξιόπιστη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της χώρας, σε όλη της την επικράτεια, και με τους καλύτερους δυνατούς όρους για τους πολίτες.

Δεύτερος στόχος είναι η δημιουργία ενεργειακών αποθεμάτων, συμμαχιών και εναλλακτικών οδών για την κάλυψη των αναγκών της εγχώριας ενεργειακής αγοράς σε περιόδους ενεργειακών κρίσεων και η προστασία των καταναλωτών μέσω εφαρμογής μηχανισμών εξομάλυνσης εξωγενών, έκτακτων αποσταθεροποιητικών φαινομένων και τάσεων.

Τρίτος στόχος είναι η βιώσιμη και αειφόρος ανάπτυξη του φάσματος του ενεργειακού τομέα, σε όλες του τις μορφές, από την παραγωγή μέχρι την τελική χρήση, μέσα από το πρίσμα της προστασίας της φύσης και της διαφύλαξης του περιβάλλοντος.

#### **Ø Εμείς θα επικεντρωθούμε στον τομέα των κτηρίων.**

Τα κτίρια αποτελούν ένα μεγάλο ενεργειακό καταναλωτή που, ταυτοχρόνως, διαθέτει υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών και οικονομικά αποτελεσματικών τεχνολογιών είναι δυνατή η επίτευξη σημαντικής βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων με αντίστοιχα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη.

Ιδιαίτερη σημασία για την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου έχει η χρήση τεχνικών βιοκλιματικού σχεδιασμού. Με τον όρο αυτό



περιγράφεται ο σχεδιασμός, ο οποίος, λαμβάνοντας υπόψη το τοπικό κλίμα, επιδιώκει την επίτευξη των βέλτιστων συνθηκών εσωτερικής άνεσης, με την αξιοποίηση των διαθέσιμων φυσικών πηγών και την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας. Βασικές τεχνικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν:

- η θερμική προστασία του κτιριακού κελύφους
- τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης και δροσισμού (συστημάτων ηλιοπροστασίας και φυσικού και υβριδικού αερισμού αναλόγως των συνθηκών και της εποχής) και
- τα συστήματα φυσικού φωτισμού

## 2. ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

### 2.1. Δομή του προγράμματος

Το λογισμικό **ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ** , αποτελείται απο 5 ανεξάρτητα μεταξύ τους λογισμικά,τα οποία είναι δομημένα σε περιβάλλον παραθύρων (windows) με παρεμφερείες μάσκες εισαγωγής δεδομένων.

Οι μάσκες αυτές χωρίζονται σε :

- 1) Ενεργειακή επιθεώρηση Κτιρίου
- 2) Ενεργειακή Μελέτη
- 3) Ενεργειακή επιθεώρηση λέβητα
- 4) Ενεργειακή επιθεώρηση εγκατάστασης θέρμανσης
- 5) Ενεργειακή επιθεώρηση εγκατάστασης κλιματισμού

**Στην πτυχιακή εργασία θα επικεντρωθούμε περισσότερο στον τομέα εξοικονόμησης ενέργειας απο ηλεκτρολογικής άποψης.**

Για παράδειγμα:

- Κλιματισμός
- Λέβητες
- Άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που θα προσφέρουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας.

### 2.2. Το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ

**ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (ΠΗΓΗ:**  
**[www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)**)

Με τον ΚΕΝΑΚ θεσμοθετείται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, με συγκεκριμένες δράσεις:

- Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
- Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων
- Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης)
- Ενεργειακές Επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης και θα εκπονείται για κάθε κτίριο (άνω των 50 τ.μ.), νέο ή υφιστάμενο που ανακαινίζεται ριζικά και βασίζεται σε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία αναφέρεται:

α) στην απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών του κτιρίου όσον αφορά στο σχεδιασμό του, το κτιριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις και

β) στη σύγκρισή του με κτίριο αναφοράς. Ως κτίριο αναφοράς νοείται κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο που πληροί όμως ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης ισχύει για δέκα χρόνια και αφορά σε όλα τα κτίρια, συνολικής επιφάνειας άνω των 50 τ.μ., νέα ή υφιστάμενα που υπόκεινται σε ριζική ανακαίνιση, τα υφιστάμενα κτίρια επιφάνειας άνω των 50 τ.μ. ή τμήματα αυτών όταν πωλούνται ή εκμισθώνονται, καθώς και σε όλα τα κτίρια του δημόσιου & ευρύτερου δημόσιου τομέα. Η απαίτηση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης στην περίπτωση αγοροπωλησίας και ενοικίασης τίθεται σε εφαρμογή από 9 Ιανουαρίου 2011.

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του ενεργειακού επιθεωρητή και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, ώστε οι καταναλωτές να είναι σε θέση να συγκρίνουν και να αξιολογήσουν την πραγματική τους κατανάλωση και τις τυχόν δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Η έκδοση του πιστοποιητικού είναι υποχρεωτική.

Η ενεργειακή επιθεώρηση αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο διάγνωσης της ενεργειακής κατάστασης των υφιστάμενων κτιρίων και των δυνατοτήτων βελτίωσής της, αλλά και της εφαρμογής της νομοθεσίας για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων. Ο ιδιώτης Ενεργειακός Επιθεωρητής, που θα ενταχθεί σε Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών του ΥΠΕΚΑ, επιθεωρεί το κτίριο και το κατατάσσει σε ενεργειακή κατηγορία, βάσει του λόγου της κατανάλωσης του κτιρίου προς την κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς.

Ο έλεγχος για την ορθή εφαρμογή του θεσμικού πλαισίου θα γίνεται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας, που συγκροτείται στην Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης & Ενέργειας του ΥΠΕΚΑ και στελεχώνεται με υπαλλήλους του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα.

Τα οφέλη από τον ΚΕΝΑΚ είναι οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά. Τα οικονομικά οφέλη αφορούν κυρίως στον περιορισμό των λειτουργικών εξόδων και εξόδων συντήρησης των κτιρίων, αλλά και στην αναθέρμανση της οικοδομικής δραστηριότητας. Τα κοινωνικά οφέλη αφορούν στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ενώ τα περιβαλλοντικά οφέλη αφορούν στον περιορισμό των εκπομπών ρύπων, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα, με σημαντική συμβολή στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Ø Στο σχήμα 1.1 βλέπουμε ένα παράδειγμα ενός Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης.

Ø Στο σχήμα 1.2 βλέπουμε πόση ενέργεια μπορεί να εξοικονομήσει ένα σπίτι έπειτα απο ενεργειακή παρέμβαση.(ΠΗΓΗ: <http://www.tanea.gr> )

Ø Στο σχήμα 1.3 βλέπουμε πως περίπου είναι το περιβάλλον του λογισμικού που θα χρησιμοποιήσουμε .

The image displays the user interface of the Energy Performance Certificate (EPC) software. It is divided into two main vertical panels.

**Left Panel: ΒΑΣΙΜΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ (Energy Performance Rating)**

- Header:** Α.Π. Α.Α.
- ΧΡΗΣΗΣ:** Κτίριο  Ψυλακτήριο . Φοιτητές: ..... Κατοικία: . Διεύθυνση: ..... Τ.Κ. (Απογραφική κτηρίου): ..... Πύλος: ..... Έτος κατασκευής: ..... Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): ..... Οργανωμένη επιφάνεια (m<sup>2</sup>): ..... Όνομα ιδιοκτήτη: .....
- ΒΑΣΙΜΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ:**

ΕΠΙΣΤΑΣΗ	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
ΕΠΙΣΤΑΣΗ Α*	
ΕΠΙΣΤΑΣΗ Β*	
ΕΠΙΣΤΑΣΗ Γ*	
ΕΠΙΣΤΑΣΗ Δ*	
ΕΠΙΣΤΑΣΗ Ε*	
ΕΠΙΣΤΑΣΗ Ζ*	
ΕΠΙΣΤΑΣΗ Η*	
- ΕΠΙΣΤΑΣΗ Β:** Indicated by a yellow arrow pointing to the 'B' category in the chart.
- ΕΠΙΣΤΑΣΗ Α:** 0 kWh/m<sup>2</sup>·a
- ΕΠΙΣΤΑΣΗ Β:** 10 kWh/m<sup>2</sup>·a
- ΕΠΙΣΤΑΣΗ Γ:** 20 kWh/m<sup>2</sup>·a
- ΕΠΙΣΤΑΣΗ Δ:** 30 kWh/m<sup>2</sup>·a
- ΕΠΙΣΤΑΣΗ Ε:** 40 kWh/m<sup>2</sup>·a
- ΕΠΙΣΤΑΣΗ Ζ:** 50 kWh/m<sup>2</sup>·a
- ΕΠΙΣΤΑΣΗ Η:** 60 kWh/m<sup>2</sup>·a

**Right Panel: ΕΤΙΚΙΑ ΚΑΤΑΗΛΟΖΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (Energy Label by Final Use)**

Πηγή ενέργειας	Τελική χρήση	Συντελεστής σταθεροποίησης (Kf)
Ηλεκτρική	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/>	
	Παράδοση	
Ορατά καύσιμα	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Ζεστό νερό <input type="checkbox"/>	
	Χύμα: .....	
ΑΠΕ	Ηλεκτ. <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/>	
	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Ζεστό νερό <input type="checkbox"/>	
Χύμα: .....	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/>	
	Ζώνη	

**ΕΠΙΣΤΑΣΗ Α:** Ετήσια καταναλωθείσα πρωτογενούς ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο (kWh/m<sup>2</sup>)

Θέρμανση: ..... Ψύξη: ..... Ζεστό νερό χρήσης (ZHC): ..... Φωτισμός: ..... ΑΠΕ & ΣΠ: Η: .....

**ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ**

- .....
- .....
- .....

Αριθμός συστήματος	Επιπρόσθετο αρχικό κόστος επίδοσης (€)	Επιπρόσθετη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και θερμότητας (kWh/m <sup>2</sup> )	Επιπρόσθετη ετήσια μείωση απορροφούμενου CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	Επιπρόσθετη ετήσια μείωση απορροφούμενου CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
1				
2				
3				

\* Η εξοικονόμηση ενέργειας σε kWh/m<sup>2</sup>·a αφορά την ετήσια κατανάλωση ενέργειας και θερμότητας ανά τετραγωνικό μέτρο.

Μηνιαία δόση ΠΕΔ: ..... Όργανο: ..... Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή: ..... Α.Μ. Επιθεωρητή: ..... Υπογραφή: .....

ΣΧΗΜΑ 1.1

## Ενδεικτικό κόστος για κάθε εργασία

βάσει του οποίου θα υπολογίζεται και η επιδότηση στους δικαιούχους

### ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ

**800€-1.800€**

### ΒΑΦΗ ΟΡΟΦΗΣ ΜΕ ΨΥΧΡΑ ΥΛΙΚΑ

(δεν έχει ακόμη καθοριστεί τιμή)

### ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΜΕ ΔΙΠΛΑ ΤΖΑΜΙΑ

(θερμοδιακοπόμενα)  
**200€-300€/τ.μ.**

### ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

Τοιχοποιίας και οροφής  
**40€-50€/τ.μ.**

### ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

**3.500€-4.000€**  
(φυσικού αερίου)

**2.500€-3.000€**  
(πετρελίου)

## Πόση ενέργεια μπορεί να εξοικονομήσει ένα σπίτι

στην Αττική, αν έχουν γίνει παρεμβάσεις στο εξωτερικό και στο εσωτερικό του

**20%**

από τοποθέτηση κουφωμάτων με διπλά τζάμια ενεργειακής αποδοτικότητας

**32%**

Έως από την αντικατάσταση ενός ηλεκτρικού πιάτων κλάσης C με ένα κλάσης A

**40%-50%**

από την τοποθέτηση θερμομόνωσης σε οροφή και εξωτερικούς τοίχους



Έως **25%** από την αντικατάσταση ενός ηλεκτρικού ρούκων κλάσης C με ένα κλάσης A

**20%-30%** από την αντικατάσταση του παλαιού λέβητα με έναν νέας τεχνολογίας

Έως **40%** από την αντικατάσταση ενός ψυγείου ενεργειακής κλάσης D με ένα κλάσης A

## Το Πρόγραμμα σε αριθμούς

**25.000** τα κτίρια (μονοκατοικίες και πολυκατοικίες) που εκτιμάται ότι θα επωφεληθούν από το Πρόγραμμα

**30%-50%** είναι τα ποσοστά επιδότησης, ανάλογα με το είδος των παρεμβάσεων

Πριν από το 1980 θα πρέπει να έχουν κατασκευαστεί τα προς επιδότηση κτίρια

**5** είναι οι επιδοτούμενες παρεμβάσεις: 2 υποχρεωτικές (αντικατάσταση κουφωμάτων με διπλά τζάμια και μόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας - ταρατσός) και 3 προαιρετικές (αλλαγή καυστήρα - λέβητα, βαφή ταρατσός και τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα)

Το εισόδημα δικαιούχου ή η Αντικειμενική Αξία ή η Τιμή Ζώνης ακινήτου θα είναι τα κριτήρια ένταξης στο πρόγραμμα

**10.000-12.000€** υπολογίζεται η μέση επιδότηση για τις μονοκατοικίες και 40.000 ευρώ για τις πολυκατοικίες

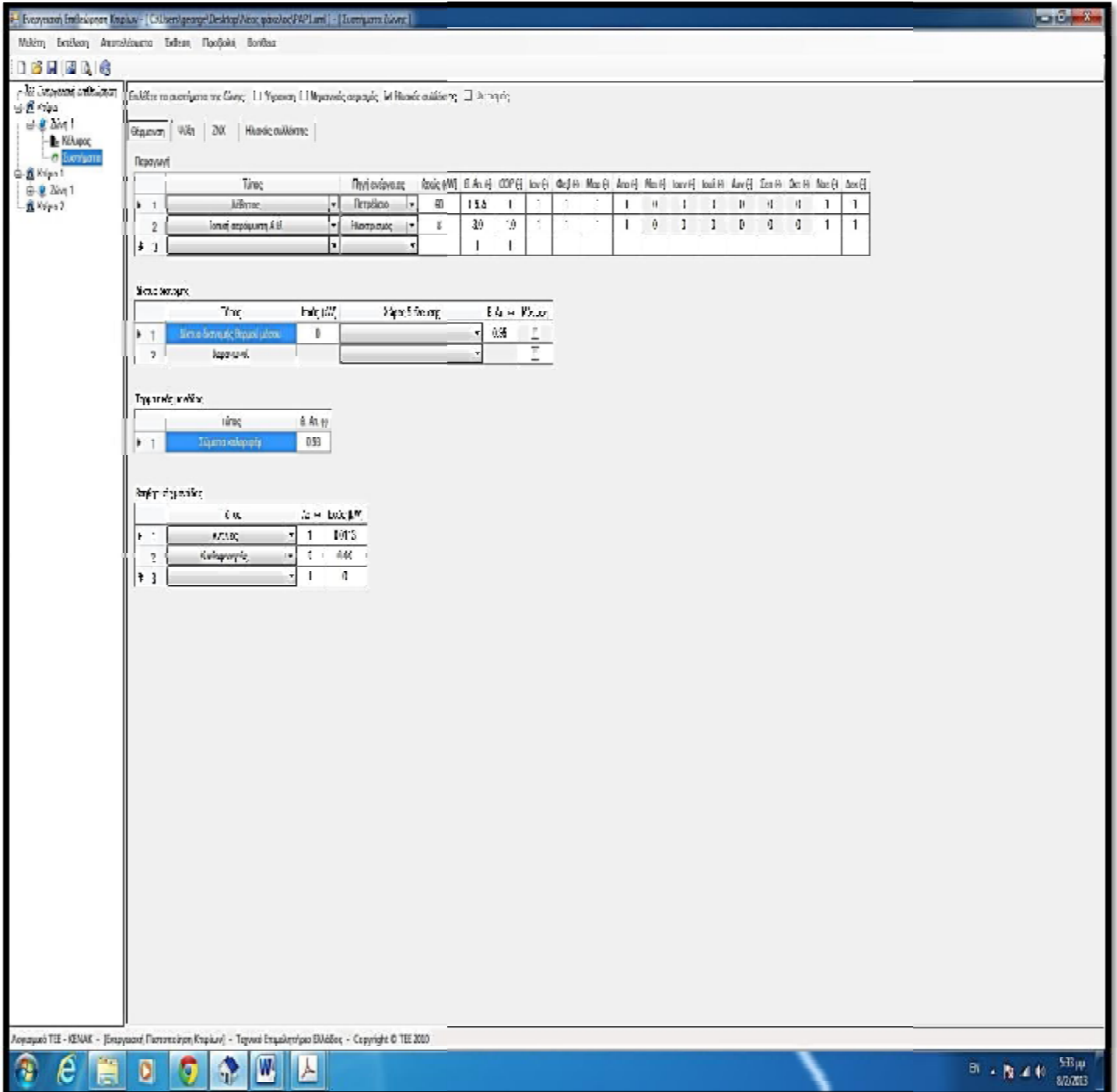
**400 εκατ. €** είναι τα κονδύλια του Προγράμματος

**1 δισ. €** αναμένεται να πέσει συνολικά στην αγορά, μαζί με τα κεφάλαια των ιδιωτών. Οικονομική άδεια δεν χρειάζεται

**2.860.000** περίπου είναι τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί πριν από το 1980

**4.500.000** κτίρια εκτιμάται πως είναι το συνολικό κτιριακό απόθεμα της χώρας

**ΣΧΗΜΑ 1.2**



ΣΧΗΜΑ 1.3

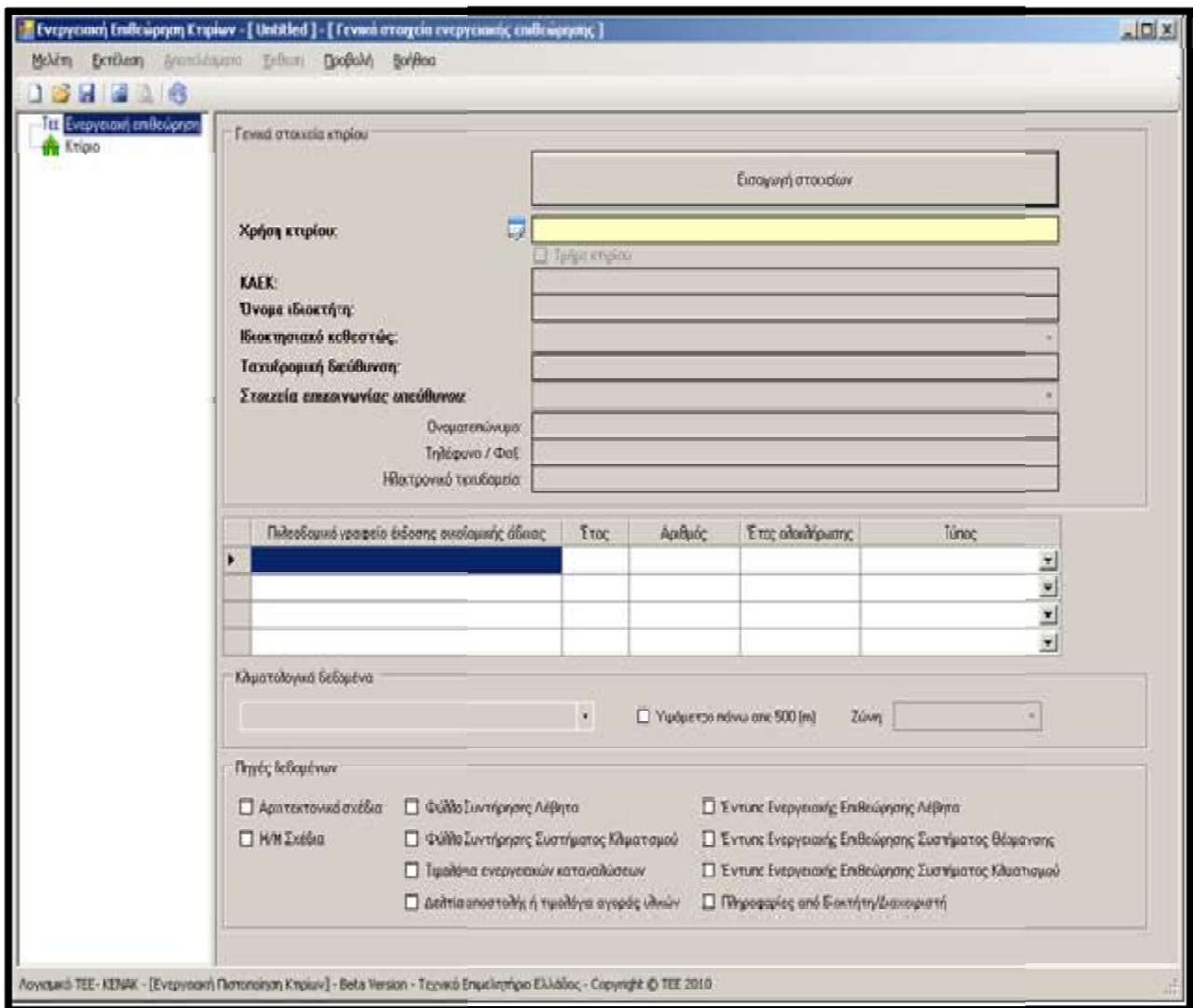
### 2.3. Μάσκα εισαγωγής δεδομένων

Η μάσκα του λογισμικού είναι δομημένη σε περιβάλλον παραθύρων (windows). Με την έναρξη του λογισμικού εμφανίζεται η αρχική οθόνη, που περιλαμβάνει εκτός από τα εισαγωγικά στοιχεία της επιθεώρησης, το βασικό μενού εντολών όπως τα περισσότερα λογισμικά σε περιβάλλον παραθύρων, καθώς επίσης και την γραμμή εργαλείων. (ΣΧΗΜΑ 1.4)

Η μάσκα του λογισμικού χωρίζεται σε δυο τμήματα:

1. Στο αριστερό τμήμα της οθόνης υπάρχει ένα δέντρο πλοήγησης στο οποίο παρουσιάζεται η βασική δομή (στοιχεία) του εξεταζόμενου κτιρίου ή τμήματος κτιρίου. Κάθε στοιχείο του κτιρίου (π.χ. κέλυφος, συστήματα) είναι διαθέσιμο (ενεργοποιείται) απλά επιλέγοντάς το με το ποντίκι (αριστερό κλικ). Σε μια νέα επιθεώρηση στη δομή δέντρου εμφανίζονται μόνο τα στοιχεία "Ενεργειακή Επιθεώρηση" και "Κτίριο". Ανάλογα με τα δεδομένα (αριθμός θερμικών ζωνών, μη θερμαινόμενων χώρων και ηλιακών χώρων) που θα εισαχθούν στην οθόνη που αντιστοιχεί στο στοιχείο "Κτίριο", αναπτύσσεται αυτόματα και η δομή δέντρου για το εξεταζόμενο κτίριο.
2. Στο δεξί τμήμα της οθόνης, ανάλογα με την επιλογή στοιχείου του κτιρίου στη δομή δέντρου, εμφανίζεται η αντίστοιχη οθόνη για την εισαγωγή των δεδομένων.





ΣΧΗΜΑ 1.4

## Κατάλογος Επιλογών

Με την έναρξη του λογισμικού εμφανίζεται η αρχική οθόνη που περιλαμβάνει το βασικό κατάλογο επιλογών (μενού) όπως τα περισσότερα λογισμικά σε περιβάλλον παραθύρων, καθώς και την γραμμή εργαλείων.



Ο κατάλογος επιλογών (μενού) στην βασική οθόνη του λογισμικού περιλαμβάνει τις ακόλουθες επιλογές:

- Μελέτη
- Εκτέλεση
- Αποτελέσματα
- Έκθεση
- Προβολή
- Βοήθεια

**Ø ΠΡΟΣΟΧΗ!!!** Οι επιλογές "Αποτελέσματα" και "Έκθεση" δεν είναι ενεργές αν δεν έχουν πραγματοποιηθεί οι υπολογισμοί, με την επιλογή «Εκτέλεση».

## 2.4. Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης

Η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων προσδιορίζεται με βάση τη συνολική κατανάλωση ενέργειας. Η μεθοδολογία υπολογισμού θα πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον τα παρακάτω στοιχεία:

- Τη χρήση του κτηρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα, αερισμό), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό χρηστών.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτηρίου (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτηρίου, διαφανείς και μη διαφανείς επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.) σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (χωρίσματα κ.ά.). Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων και υλικών του κτηριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας, κ.ά.). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης / κλιματισμού χώρων (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).

- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού για τα κτήρια του τριτογενούς τομέα. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, εάν υπάρχουν στο κτήριο.

Επίσης στη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται κατά περίπτωση η θετική επίδραση των ακόλουθων συστημάτων:

- Ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.).
- Ενέργεια παραγόμενη με τεχνολογίες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης (Σ.Η.Θ.).
- Κεντρικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).
- Αξιοποίηση φυσικού φωτισμού.

## **2.5. Καθορισμός θερμικών ζωνών του κτιρίου**

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης το κτίριο χωρίζεται σε θερμικές ζώνες δηλαδή σε χώρους με παρόμοια χρήση (ίδιο προφίλ λειτουργίας) ή και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Για το διαχωρισμό του κτιρίου σε θερμικές ζώνες ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες :

- Ο διαχωρισμός του κτιρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο
- Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτιρίου
- Τμήματα του κτιρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτιρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες

θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρηση τους ως ανεξάρτητων ζωνών

Ο καθορισμός ανεξάρτητων διαφορετικών θερμικών ζωνών σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. [13] και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790 [3] επιβάλλεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 Κ σε σχέση με τα άλλα τμήματα του κτηρίου κατά τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.

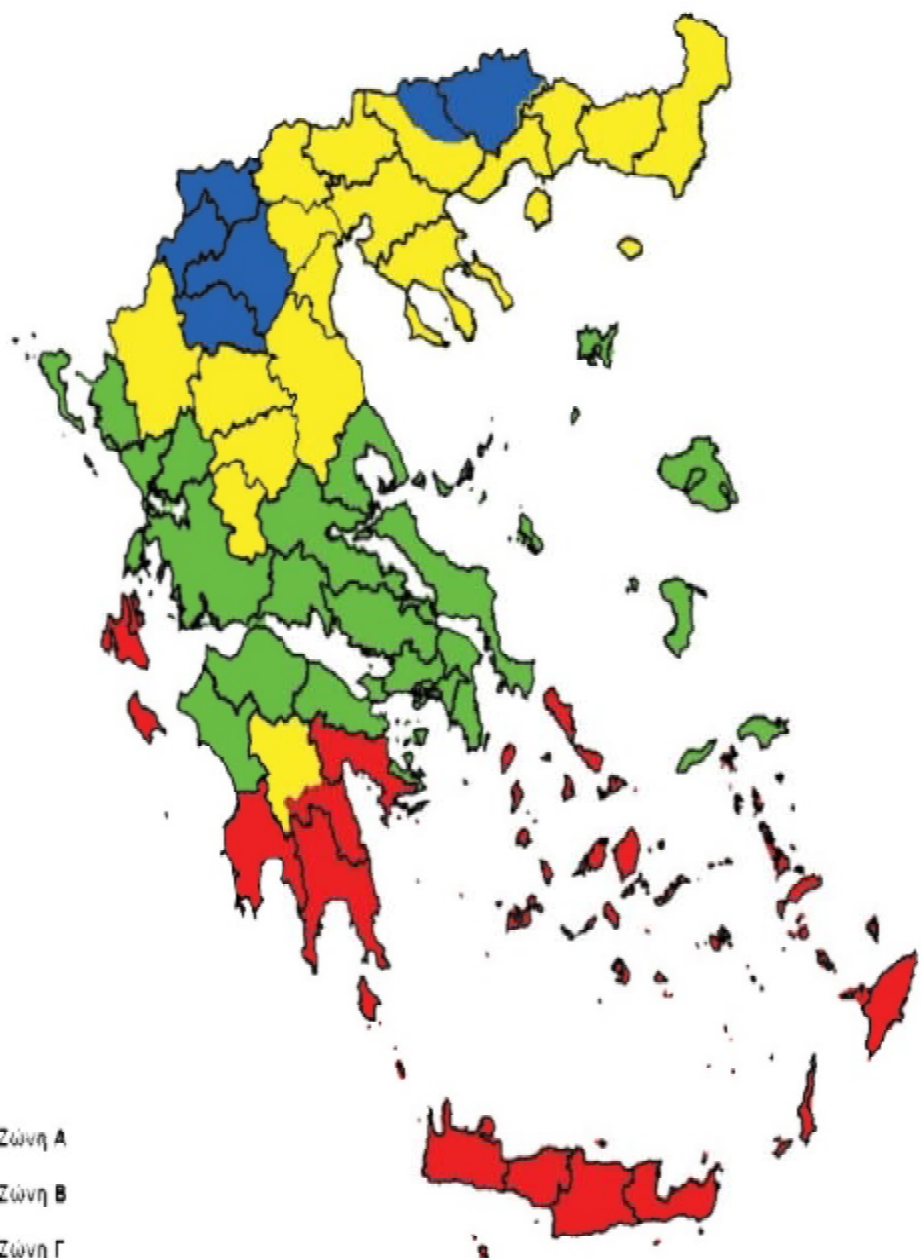
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων, χειρουργείων, ειδικών ιατρικών μηχανημάτων, εργαστήρια κ.ά. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων έχουν συνήθως και διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.).

- Υπάρχουν χώροι στο κτήριο, που εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.

- Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες (σε σχέση με το υπόλοιπο κτήριο) συναλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θερμικές απώλειες. Για παράδειγμα, οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτήριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.

- Υπάρχουν χώροι, στους οποίους το σύστημα του μηχανικού αερισμού (παροχής νωπού αέρα ή κλιματισμού) καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Û Παρακάτω βλέπουμε τον χάρτη κλιματικών ζωνών της Ελλάδας.



-  Κλιματική Ζώνη Α
-  Κλιματική Ζώνη Β
-  Κλιματική Ζώνη Γ
-  Κλιματική Ζώνη Δ

Διαχωρισμός ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες ανά νομούς  
 [16] ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ

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

## 2.6 Ακούσιος Αερισμός

Η διείσδυση του αέρα από τα κουφώματα πραγματοποιείται μέσω των χαραμάδων των κουφωμάτων του κελύφους (συναρμογές κουφωμάτων με περιμετρικά δομικά στοιχεία, συναρμογή κινητών φύλλων κουφωμάτων) ή των θυρίδων αερισμού (για συσκευές φυσικού αερίου) καθώς επίσης και από τους αρμούς των δομικών αδιαφανών επιφανειών του κτηρίου.

Για τους υπολογισμούς του αερισμού λόγω αεροστεγανότητας η διείσδυση αέρα μέσω των δομικών αδιαφανών εξωτερικών επιφανειών του κτηριακού κελύφους θεωρείται αμελητέα και ίση με μηδέν.

Για τον υπολογισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων (διείσδυση αέρα) χρησιμοποιείται η σχέση:  $V_{inf} = \sum(I \cdot \alpha) R H$  όπου:

- $I$  [m] το συνολικό μήκος των χαραμάδων του ανοίγματος (πόρτα, παράθυρο κ.ά.),
- $\alpha$  [m<sup>3</sup>/(h.m)] ο συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες του ανοίγματος, ανάλογα με την ποιότητα του κουφώματος, που λαμβάνεται από πίνακα των ΤΟΤΕΕ-20701-1 2010 [14].
- $R$  [–] ο συντελεστής διεισδυτικότητας, που εξαρτάται από το λόγο επιφανείας των εξωτερικών προς τα εσωτερικά ανοίγματα
- $H$  [–] ο συντελεστής θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωσης

## 2.7 Εκούσιος Αερισμός



Στο λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ ο συντελεστής χρήσης εκούσιου αερισμού, που υποδηλώνει το μέσο ποσοστό του χρόνου (καθ' όλη τη διάρκεια του έτους) κατά τον οποίο εφαρμόζεται εκούσιος αερισμός, υπολογίζεται από την ποσότητα του απαιτούμενου νωπού αέρα που δίνεται σε πίνακα που περιλαμβάνεται στις ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 [14] και τη διάρκεια λειτουργίας του κτηρίου. Για τα κτήρια κατοικίας η διάρκεια λειτουργίας θεωρείται κατά σύμβαση ίση με 18 ώρες και στο χρόνο αυτό γίνεται ισοκατανομή του απαιτούμενου νωπού αέρα, προκειμένου να εκτιμηθεί ο ρυθμός παροχής φυσικού αερισμού σε m<sup>3</sup>/h.

## 2.8 Υπολογισμός Σκίασης

Ο συνολικός σκιασμός δομικού στοιχείου προκύπτει ως το γινόμενο των τριών συντελεστών σκίασης:

- του συντελεστή σκίασης από εμπόδιο του περιβάλλοντος χώρου (γειτνιάζοντα κτήρια κ.τ.λ.),
- του συντελεστή σκίασης από πλευρικό εμπόδιο.
- του συντελεστή σκίασης από οριζόντιο πρόβολο ή εξωτερικό σκίαστρο κατά περίπτωση.

## 2.9 Υπολογισμοί

∅ Η ενεργειακή μηνιαία ζήτηση για θέρμανση χώρων

$$Q_{H,nd,i} = Q_{H,ht,i} - \eta_{H,gn,i} \cdot Q_{H,gn,i}$$

Όπου:

$$Q_{H,ht,i} = Q_{H,tr,i} + Q_{H,ve,i}$$

**Οι συνολικές θερμικές απώλειες**

$$Q_{H,gn,i} = Q_{H,int,i} + Q_{H,sol,i}$$

Τα συνολικά εσωτερικά κέρδη

$$\eta_{H,gn,i}$$

Ο συντελεστής χρήσης εσωτερικών κερδών

Ø Υπολογισμός ετήσιας ενεργειακής ζήτησης για θέρμανση

$$Q_{H,nd} = \sum_1^{12} Q_{H,nd,i}$$

Ø Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση χώρων

$$Q_{H,cons} = \frac{Q_{H,nd}}{\eta_{H,em} \cdot \eta_{H,distr} \cdot \eta_{H,prod}}$$

$$\eta_{H,prod}$$

Ο βαθμός απόδοσης μονάδας παραγωγής θερμότητας

$$\eta_{H,distr}$$

Ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής θερμότητας

$$\eta_{H,em}$$

Ο βαθμός απόδοσης τελματικών μονάδων εκπομπής θερμότητας

## 3.ENERGY PLUS

### 3.1. Λίγα λόγια για το λογισμικό

Το προσομοιωτικό πρόγραμμα Energy Plus αποτελείται από πολλές προγραμματιστικές ενότητες που συνεργάζονται για να τον υπολογισμό της ενέργειας που απαιτείται για τη θέρμανση και την ψύξη ενός κτιρίου που μπορεί να χρησιμοποιεί μια ποικιλία ενεργειακών συστημάτων και εγκαταστάσεων. Αυτό επιτυγχάνεται με την προσομοίωση του κτιρίου και των συναφών συστημάτων ενέργειας, όταν αυτά είναι εκτεθειμένα σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Με βάση την περιγραφή της κατασκευής και άλλων συναφών μηχανικών συστημάτων του κτιρίου, το προσομοιωτικό πρόγραμμα Energy Plus υπολογίζει τα απαιτούμενα φορτία θέρμανσης και ψύξης για τη διατήρηση των θερμικών ορίων ελέγχου και την ενεργειακή κατανάλωση του εξοπλισμού των ενεργειακών εγκαταστάσεων.

Ο πυρήνας της προσομοίωσης βασίζεται σε θεμελιώδεις αρχές της θερμικής ισορροπίας. Αποδεικνύεται ότι το μοντέλο αυτό είναι σχετικά απλό σε σύγκριση με την οργάνωση των δεδομένων και τον έλεγχο που απαιτείται για την προσομοίωση των πολλών συνδυασμών των διαφόρων τύπων συστημάτων, ρυθμίσεων για τις ενεργειακές πηγές, χρονοδιαγραμμάτων και περιβαλλόντων χώρων.

Η προσομοίωση που εκτελεί το προσομοιωτικό πρόγραμμα Energy Plus αποτελείται από αλληλοεπιδρώμενες ενότητες. Αυτό σημαίνει ότι τα δεδομένα που πρέπει να υπολογιστούν και για τα τρία βασικά μέρη, το κτίριο, το σύστημα και οι μονάδες παραγωγής ενέργειας, πρέπει να υπολογίζονται ταυτόχρονα. Στα προγράμματα που πραγματοποιούν ίδιο μοντέλο προσομοίωσης όπως το BLAST ή το DOE-2 οι θερμικές ζώνες του κτιρίου, τα συστήματα διαχείρισης και ο εξοπλισμός των κεντρικών εγκαταστάσεων προσομοιώνονται διαδοχικά με καμία ανάδραση από το ένα στο άλλο. Η διαδοχική λύση ξεκινά με μια θερμική ισορροπία ζώνης που αναπροσαρμόζει

τους όρους της ζώνης και καθορίζει τα φορτία θέρμανσης και ψύξης σε όλα τα χρονικά βήματα. Αυτές οι πληροφορίες τροφοδοτούνται στην προσομοίωση του συστήματος διαχείρισης του αερισμού για τον προσδιορισμό της απόκρισης του συστήματος, αλλά αυτή η απόκριση δεν επηρεάζει τις συνθήκες της ζώνης. Ομοίως, τα στοιχεία του συστήματος διαχείρισης του αερισμού τροφοδοτούνται στην προσομοίωση των μονάδων παραγωγής ενέργειας χωρίς ανάδραση. Αυτή η τεχνική προσομοίωσης λειτουργεί καλά όταν η απόκριση του συστήματος είναι μια καλά καθορισμένη συνάρτηση της θερμοκρασίας του αέρα του κλιματιζόμενου χώρου.

### **3.2. Βασικά χαρακτηριστικά προσομοιωτικού προγράμματος Energy Plus**

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά της ενεργειακής προσομοίωσης που εκτελεί το προσομοιωτικό πρόγραμμα Energy Plus.

- Υπό-ωριαία, με δυνατότητα καταχώρησης από το χρήστη, χρονικά βήματα για την αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμικών ζωνών και του περιβάλλοντος με μεταβλητά χρονικά βήματα για τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των θερμικών ζωνών και των συστημάτων HVAC.

- Αρχεία καιρικών συνθηκών, εισόδου και εξόδου που περιλαμβάνουν ωριαίες ή υπό-ωριαίες περιβαλλοντικές συνθήκες και τυπικές αλλά και εκθέσεις αποτελεσμάτων οριζόμενες από τον χρήστη.

- Τεχνική λύσης με βάση την θερμική ισορροπία για τον προσδιορισμό θερμικών φορτίων που επιτρέπει τον ταυτόχρονο υπολογισμό των επιδράσεων της ακτινοβολίας και της συναγωγής και στην εσωτερική και στην εξωτερική επιφάνεια κατά τη διάρκεια κάθε χρονικού βήματος.

- Υπολογισμός θερμικής αγωγιμότητας μέσω δομικών στοιχείων όπως τοίχοι, στέγες, δάπεδα, κλπ. χρησιμοποιώντας συναρτήσεις αγωγιμότητας.

- Μοντελοποίηση μετάδοσης της θερμότητας στο έδαφος με τρισδιάστατα μοντέλα εδάφους πεπερασμένων διαφορών και απλοποιημένων αναλυτικών τεχνικών.

- Συνδυασμένο μοντέλο μεταφοράς θερμότητας και μάζας που λογίζεται για την προσρόφηση και εκρόφηση της υγρασίας, είτε ως ένταξη στρώσης με στρώσης στην συνάρτηση αγωγιμότητας ή ως ένα αποτελεσματικό μοντέλο διείδυσης βάθους υγρασίας.

- Ανισότροπο μοντέλο ατμόσφαιρας για βελτιωμένο υπολογισμό της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένες επιφάνειες.

- Σύνθετους υπολογισμούς κουφωμάτων που επιτρέπουν τον κατάλληλο υπολογισμό της ηλιακής ενέργειας που απορροφάται από τους υαλοπίνακες των παραθύρων.

### 3.3. Βασικοί αλγόριθμοι υπολογισμών που χρησιμοποιεί το Energy Plus

#### 1. Συνάρτηση μεταφοράς αγωγιμότητας

Η πιο βασική λύση χρονοσειρών είναι η εξίσωση του συντελεστή που συσχετίζει τη ροή σε μία επιφάνεια ενός στοιχείου με μια άπειρη σειρά θερμοκρασιών και στις δύο πλευρές, όπως φαίνεται από την εξίσωση:

$$q_{ko}^*(t) = \sum_{j=0}^{\infty} X_j T_{o,t-j\delta} - \sum_{j=0}^{\infty} Y_j T_{i,t-j\delta}$$

όπου  $q$  είναι η ροή θερμότητας,  $T$  είναι η θερμοκρασία, το  $i$  συμβολίζει το εσωτερικό του δομικού στοιχείου, το  $o$  συμβολίζει το εξωτερικό του δομικού στοιχείου, το  $t$  αντιπροσωπεύει το τρέχον χρονικό βήμα και  $X$  και  $Y$  είναι οι συντελεστές απόκρισης.

Η βασική μορφή της λύσης της συνάρτησης μεταφοράς αγωγιμότητας είναι η:

$$q_{ki}''(t) = -Z_o T_{i,t} - \sum_{j=1}^{nz} Z_j T_{i,t-j\delta} + Y_o T_{o,t} + \sum_{j=1}^{nz} Y_j T_{o,t-j\delta} + \sum_{j=1}^{ng} \Phi_j q_{ki,t-j\delta}''$$

για την εσωτερική ροή θερμότητας και

$$q_{ko}''(t) = -Y_o T_{i,t} - \sum_{j=1}^{nz} Y_j T_{i,t-j\delta} + X_o T_{o,t} + \sum_{j=1}^{nz} X_j T_{o,t-j\delta} + \sum_{j=1}^{ng} \Phi_j q_{ko,t-j\delta}''$$

για την εξωτερική ροή θερμότητας όπου:

$X_j$ = εξωτερικός συντελεστής συνάρτησης μεταφοράς αγωγιμότητας,  $j=0,1,\dots,nz$ .

$Y_j$ = διαγώνιος συντελεστής συνάρτησης μεταφοράς αγωγιμότητας,  $j=0,1,\dots,nz$ .

$Z_j$ = εσωτερικός συντελεστής συνάρτησης μεταφοράς αγωγιμότητας,  $j=0,1,\dots,nz$ .

$\Phi_j$ = συντελεστής ροής συνάρτησης μεταφοράς αγωγιμότητας,  $j=1,2,\dots,ng$

$T_i$ = θερμοκρασία εσωτερικής επιφάνειας

$T_o$ = θερμοκρασία εξωτερικής επιφάνειας

$q''_{ki}$ = ροή θερμικής αγωγιμότητας στην εσωτερική επιφάνεια

$q''_{ko}$ = ροή θερμικής αγωγιμότητας στην εξωτερική επιφάνεια

Η βασική μέθοδος που χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς των συναρτήσεων μεταφοράς αγωγιμότητας ορίζονται από τον παρακάτω πίνακα γραμμικών εξισώσεων:

$$\frac{d[\mathbf{x}]}{dt} = [\mathbf{A}][\mathbf{x}] + [\mathbf{B}][\mathbf{u}]$$

$$[\mathbf{y}] = [\mathbf{C}][\mathbf{x}] + [\mathbf{D}][\mathbf{u}]$$

όπου  $x$  είναι ένα διάνυσμα μεταβλητών κατάστασης,  $u$  είναι ένα διάνυσμα εισόδου,  $y$  είναι το διάνυσμα εξόδου,  $t$  είναι ο χρόνος και  $A$ ,  $B$ ,  $C$  και  $D$  είναι συντελεστές πινάκων [6].

Η διατύπωση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση της μεταβατικής εξίσωσης θερμικής αγωγιμότητας με την επιβολή ενός πλέγματος πεπερασμένων διαφορών στα διάφορα στρώματα του δομικού στοιχείου που αναλύεται. Σε αυτή την περίπτωση, οι μεταβλητές κατάστασης είναι οι κομβικές θερμοκρασίες, οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος (εσωτερικού και εξωτερικού) είναι οι είσοδοι και οι προκύπτουσες ροές θερμότητας και στις δύο επιφάνειες είναι οι έξοδοι. Έτσι, προκύπτει η ακόλουθη μορφή:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} T_1 \\ \vdots \\ T_n \end{bmatrix} = [\mathbf{A}] \begin{bmatrix} T_1 \\ \vdots \\ T_n \end{bmatrix} + [\mathbf{B}] \begin{bmatrix} T_i \\ T_o \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} q''_i \\ q''_o \end{bmatrix} = [\mathbf{C}] \begin{bmatrix} T_1 \\ \vdots \\ T_n \end{bmatrix} + [\mathbf{D}] \begin{bmatrix} T_i \\ T_o \end{bmatrix}$$

όπου  $T_1, T_2, \dots, T_{n-1}, T_n$  είναι οι πεπερασμένες διαφορές κομβικών θερμοκρασιών,  $n$  είναι ο αριθμός των κόμβων,  $T_i$  και  $T_o$  είναι οι εσωτερικές και εξωτερικές θερμοκρασίες περιβάλλοντος και  $q''_i$  και  $q''_o$  είναι οι ροές θερμότητας [6].

## 2. Θερμική ισορροπία εξωτερικών επιφανειών

Η θερμική ισορροπία στην εξωτερική επιφάνεια είναι:

$$q''_{asol} + q''_{LWR} + q''_{conv} + q''_{ko} = 0$$

όπου:

$q''_{asol}$  = απορροφημένη άμεση και διάχυτη ηλιακή ακτινοβολίας ροής θερμότητας

$q''_{LWR}$  = ακτινοβολία ανταλλαγής ροής με τον αέρα και τον περιβάλλοντα χώρο

$q''_{\text{conv}}$ = ανταλλαγή κατακόρυφης ροής με τον εξωτερικό αέρα

$q''_{\text{ko}}$ = ροή θερμικής αγωγιμότητας εντός του τοίχου

### 3.Θερμική ισορροπία εσωτερικών επιφανειών

Ένα πολύ σημαντικό κομμάτι της μεθόδου της θερμικής ισορροπίας είναι η εσωτερική θερμική ισορροπία που αφορά τις εσωτερικές όψεις των επιφανειών των ζωνών. Αυτό το θερμικό ισοζύγιο μοντελοποιείται γενικά σε συνδυασμό με τέσσερα συνδυασμένα στοιχεία μεταφοράς της θερμότητας: 1) αγωγιμότητας μέσω του δομικού στοιχείου, 2) συναγωγή του αέρα, 3) απορρόφηση και αντανάκλαση μικρού μήκους κύματος ηλιακής ακτινοβολίας και 4) ανταλλαγή ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος. Η θερμική ισορροπία των εσωτερικών επιφανειών ορίζεται ως:

$$q''_{LWX} + q''_{SW} + q''_{LWS} + q''_{ki} + q''_{sol} + q''_{\text{conv}} = 0$$

όπου:

$q''_{LWX}$ = καθαρή ανταλλαγή ροής μακρού μήκους κύματος ακτινοβολίας μεταξύ των επιφανειών των ζωνών

$q''_{SW}$ = καθαρή μικρού κύματος ακτινοβολία ροής στις επιφάνειες από το φωτισμό

$q''_{LWS}$ = μακρού μήκους κύματος ακτινοβολία ροής από τις συσκευές της ζώνης

$q''_{ki}$ = αγωγιμότητα ροής διαμέσου το τοίχου

$q''_{sol}$  = εκπεμπόμενη ηλιακή ακτινοβολία ροής απορροφημένη στην επιφάνεια

$q''_{\text{conv}}$ = ροή θερμότητας συναγωγής στον αέρα της ζώνης

### 4.Ακούσιος αερισμός

Ο ακούσιος αερισμός συνήθως προκαλείται από το άνοιγμα και το κλείσιμο των εξωτερικών θυρών, τις χαραμάδες γύρω από τα παράθυρα και σε πολύ μικρές ποσότητες ακόμα και μέσα από τα δομικά στοιχεία. Ο αλγόριθμος υπολογισμού είναι ο ακόλουθος:



$$\text{Infiltration} = (\text{Idesing}) \times (\text{Fschedule}) \times [A + B \times (\text{Tzone} - \text{Todb}) + C \times (\text{Windspeed}) + D \times (\text{Windspeed}^2)]$$

Όπου:

$\text{Idesing}$ , είναι η παροχή όγκου του εξωτερικού αέρα (τιμή σχεδιασμού)

$\text{Fschedule}$ , είναι ένας συντελεστής (από 0 ως 1) χρήσης του αερισμού που καθορίζεται για κάθε ώρα της ημέρας του χρόνου από το χρήστη

$\text{Windspeed}$ , είναι η ταχύτητα του ανέμου που επικρατεί στην περιοχή στην οποία είναι κατασκευασμένο το κτίριο

$\text{Tzone}$ , είναι η θερμοκρασία του χώρου

$\text{Todb}$ , είναι η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου του περιβάλλοντος

A, B, C, D = σταθερές

### 5. Εκούσιος αερισμός

Ο εκούσιος αερισμός είναι η άμεση ροή του αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον σε θερμική ζώνη προκειμένου να παρέχεται κάποια ποσότητα μη μηχανικής ψύξης. Ο αλγόριθμος υπολογισμού είναι ο ακόλουθος:

$$\text{Ventilation} = (\text{Vdesing}) \times (\text{Fschedule}) \times [A + B \times (\text{Tzone} - \text{Todb}) + C \times (\text{Windspeed}) + D \times (\text{Windspeed}^2)]$$

Όπου:

$\text{Vdesing}$  είναι η παροχή όγκου του εξωτερικού αέρα (τιμή σχεδιασμού)

$\text{Fschedule}$ , είναι ένας συντελεστής (από 0 ως 1) χρήσης του αερισμού που καθορίζεται για κάθε ώρα της ημέρας του χρόνου από το χρήστη

$\text{Windspeed}$ , είναι η ταχύτητα του ανέμου που επικρατεί στην περιοχή στην οποία είναι κατασκευασμένο το κτίριο

$\text{Tzone}$ , είναι η θερμοκρασία του χώρου

$\text{Todb}$ , είναι η θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου του περιβάλλοντος

## 6.Υπολογισμός σκίασης

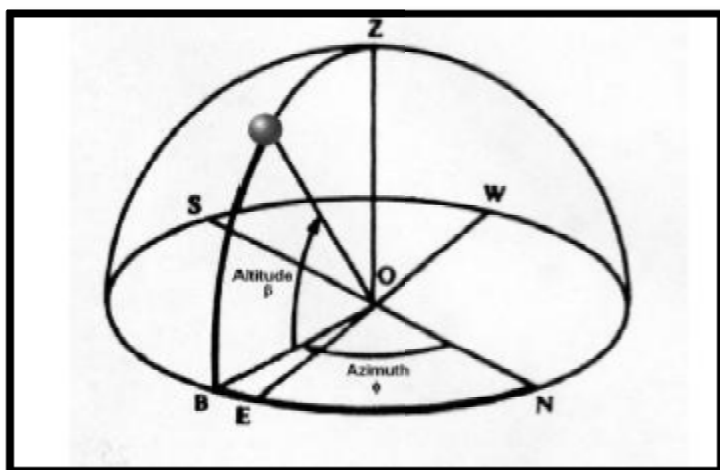
Κατά την αξιολόγηση των ηλιακών κερδών θερμότητας σε κτίρια λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε πόσο από κάθε μέρος του κτιρίου είναι σκιασμένο και πόσο είναι εκτεθειμένο στο άμεσο ηλιακό φως. Ο αλγόριθμος της σκίασης βασίζεται σε μεθόδους μετασχηματισμού συντεταγμένων [6].

Η τρέχουσα ηλιακή θέση περιγράφεται από τρία συνημίτονα κατεύθυνσης που είναι βολικά για τον καθορισμό της γωνίας πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας σε μια επιφάνεια κτιρίου. Το κλασματικό έτος υπολογίζεται σε ακτίνια:  $\gamma = 2\pi/366(\text{day\_of\_year})$ .

Από αυτό το κλασματικό έτος υπολογίζεται η εξίσωση του χρόνου και η γωνία ηλιακής απόκλισης. Για κάθε χρονικό η ωριαία γωνία υπολογίζεται από:

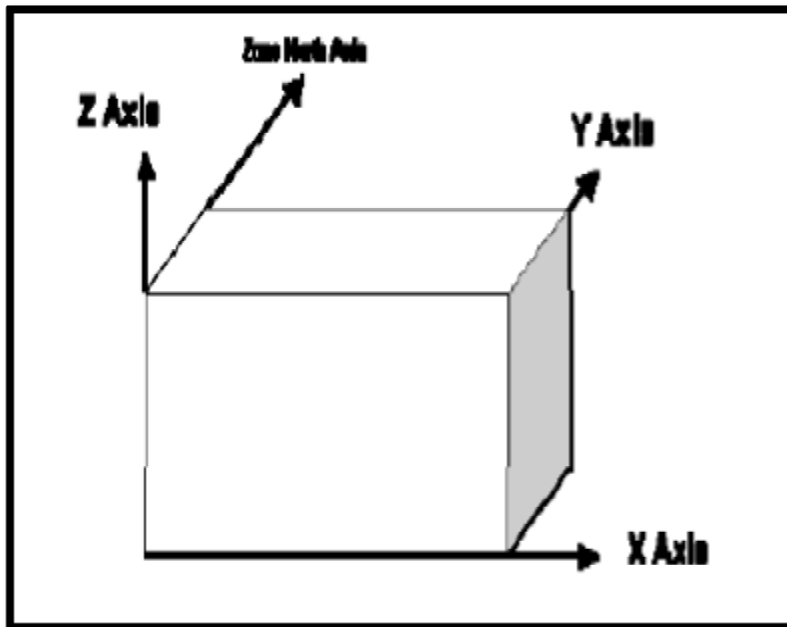
$$\text{Ωριαία γωνία} = (15(12 - (\text{Time Value} + \text{Equation Of Time})) + (\text{TimeZoneMeridian} - \text{Longitude}))$$

Η ωριαία γωνία είναι θετική πριν από το μεσημέρι και αρνητική μετά το μεσημέρι.



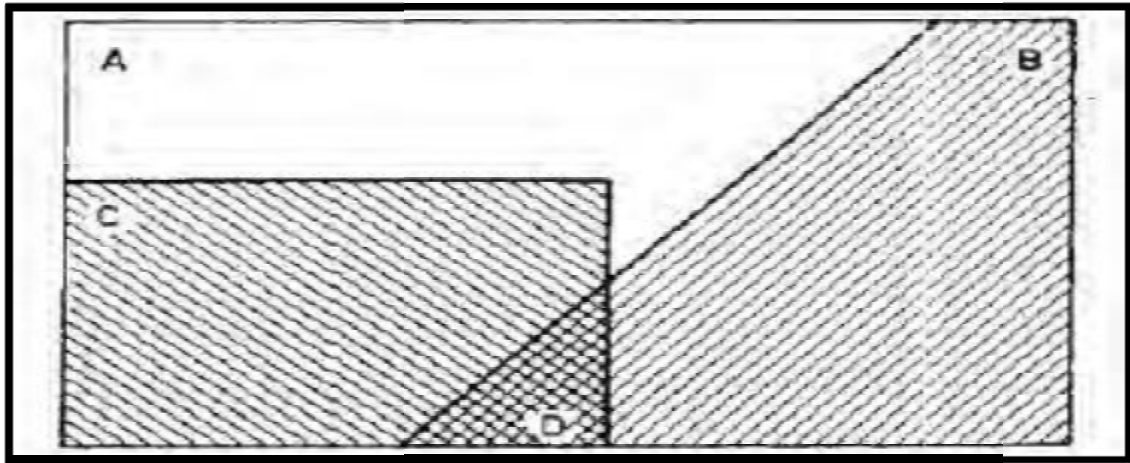
Οι υπολογισμοί της σκίασης πρώτα απαιτούν να περιγραφούν γεωμετρικά οι επιφάνειες των κτηρίων. Οι επιφάνειες περιγράφονται

από τις συντεταγμένες των κορυφών τους, σε ένα τρισδιάστατο Καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων. Αυτό το δεξιόστροφο σύστημα συντεταγμένων έχει τον Χ-άξονα ανατολικά, τον Υ-άξονα βόρεια και τον Ζ-άξονα προς τα πάνω όπως φαίνεται στην εικόνα



Μετά τη μετατροπή των σκιών πάνω στο το επίπεδο της ασκίαστης επιφάνειας, η βασική δουλειά του αλγορίθμου σκίασης είναι να προσδιορίσει την έκταση των επικαλύψεων μεταξύ των πολυγώνων που αναπαριστούν τις σκιές και των πολύγωνων που αναπαριστούν τις ασκίαστες επιφάνειες .

Εάν δύο σκιές επικαλύπτουν την ίδια επιφάνεια, μπορούν επίσης να επικαλύπτονται μεταξύ τους. Οι περιοχές αυτής της επικάλυψης μπορούν να υπολογιστούν. Η ολική επιφάνεια που δεν σκιάζεται μπορεί να εκφραστεί ως το άθροισμα όλων των περιοχών των πολυγώνων αφού δοθεί κατάλληλη ένδειξη για κάθε περιοχή.



## 7. Ηλιακά κέρδη

Τα συνολικά ηλιακά κέρδη σε μια εξωτερική επιφάνεια είναι συνδυασμός της απορρόφησης της άμεσης και της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας που δίνεται από τον τύπο:

$$Q_{so} = \alpha \cdot (I_b \cdot \cos\theta + I_s \cdot F_{SS} + I_g \cdot F_{sg})$$

όπου:

$\alpha$  = ηλιακή απορρόφηση της επιφάνειας

$S$  = εμβαδόν επιφάνειας

$S_s$  = εμβαδόν ασκίαστης επιφάνειας

$I_b$  = ένταση της άμεσης δέσμης ακτινοβολίας

$I_s$  = ένταση της διάχυτης ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα

$I_g$  = ένταση της διάχυτης ακτινοβολίας από το έδαφος

$F_{SS}$  = συντελεστής γωνίας μεταξύ της επιφάνειας και της ατμόσφαιρας

$F_{sg}$  = συντελεστής γωνίας μεταξύ της επιφάνειας και του εδάφους

## 8. Κλιματικά δεδομένα ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Τα αρχεία των κλιματικών δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση κτιρίων στο EnergyPlus καλύπτουν τόσο ένα τυπικό

κλιματικό έτος όσο και ειδικές τυπικές ημέρες σχεδιασμού (ακραία κλιματικά δεδομένα) για τον υπολογισμό των μέγιστων φορτίων (φορτία σχεδιασμού) που χρησιμοποιούνται στη διαστασιολόγηση των διάφορων συστημάτων HVAC (λέβητες, καυστήρες, αντλίες θερμότητας) καθώς και του δευτερογενούς εξοπλισμού (αντλίες, ανεμιστήρες). Επίσης περιέχουν πληροφορίες για διάφορες παραμέτρους της εξεταζόμενης περιοχής όπως για την ωριαία θερμοκρασία, ωριαία υγρασία, ωριαία ταχύτητα και διεύθυνση του ανέμου, ωριαία ατμοσφαιρική πίεση και ωριαία ηλιακή ακτινοβολία [2].

Τα κλιματικά αρχεία που είναι διαθέσιμα για την χώρα μας είναι της μορφής IWEC (International Weather for Energy Calculation) και είναι το αποτέλεσμα του ASHRAE Research Project 1015 που εκτελέστηκε από την ASHRAE Technical Committee]. Η δημιουργία των αρχείων IWEC πραγματοποιήθηκε σε δυο στάδια. Πρώτα, συλλέχθηκαν κλιματικά δεδομένα 18 ετών από το National Climatic Data Center, Asheville, NC. Έπειτα τα δεδομένα αυτά επεξεργάστηκαν και προέκυψαν δώδεκα τυπικοί μετεωρολογικοί μήνες μέσω των οποίων δημιουργήθηκαν τα κλιματικά αρχεία IWEC.

## 4. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΚΕΝΑΚ ΤΕΕ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια εκτενής περιγραφή για το πως λειτουργεί το ΚΕΝΑΚ. Θα μελετήσουμε το περιβάλλον του λογισμικού και θα δούμε πως γίνεται η καταχώρηση των δεδομένων.

### 4.1. Ανάθεση μελέτης και απαραίτητα στοιχεία για την εκπόνηση

Αρχικά ο Ενεργειακός Επιθεωρητής πρέπει να δηλώσει τη νέα του επιθεώρηση καθώς και τον Αριθμό Πρωτοκόλλου ο οποίος εκδίδεται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ) του ΥΠΕΚΑ, κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτιρίου. Αυτή η διαδικασία γίνεται μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής [www.buildingcert.gr](http://www.buildingcert.gr) και ([www.buildingcert.gr/manual\\_new.pdf](http://www.buildingcert.gr/manual_new.pdf)) χρησιμοποιώντας τον Α.Μ., το όνομα χρήστη και τον κωδικό πρόσβασης που του έχουν δοθεί από την ΕΥΕΠΕΝ κατά την εγγραφή του στο μητρώο.

#### 4.1.1 Εισαγωγή δεδομένων (απαραίτητα στοιχεία που χρειάζονται για την εκπόνηση της μελέτης).

- Τμήμα Κτιρίου και Αρ. Ιδιοκτησίας
- Χρήση Κτιρίου
- Ιδιοκτησιακό Καθεστώς
- Έτος κατασκευής
- Ιδιότητα Υπεύθυνου Κτιρίου

**Πίνακας 1.5. Ταξινόμηση των κτηρίων σύμφωνα με τη χρήση τους για τις ανάγκες της παρούσας τεχνικής οδηγίας.**

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτήριο με περισσότερα του ενός ανεξάρτητα διαμερίσματα).
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, ξενώνας, οικοτροφείο και κοιτώνας.
Συνάθροισης κοινού	Χώρος συνεδρίων, χώρος εκθέσεων, μουσείο, χώρος συναυλιών, θέατρο, κινηματογράφος, αίθουσα δικαστηρίων, κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο, εστιατόριο, ζαχαροπλαστείο, καφενείο, τράπεζα, αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.
Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας	Νοσοκομείο, κλινική, αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο, ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο, βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός.
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή.
Εμπορίου	Κατάστημα, εμπορικό κέντρο, αγοράς και υπεραγοράς, φαρμακείο, κουρείο και κομμωτήριο, ινστιτούτο γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφείο, βιβλιοθήκη.
Χρήσεις κτιρίων που <b>εξαιρούνται</b> από το πεδίο εφαρμογής Κ.Εν.Α.Κ. (υποχρεούνται στον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας όταν θερμαίνονται ή/και ψύχονται)	
Βιομηχανίας και βιοτεχνίας	Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο, παρασκευαστήριο τροφίμων, καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων, αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης.
Αποθήκευσης	Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου, κ.α.
Στάθμευσης	Στάθμευση αυτοκινήτων, δικύκλων ή τρικύκλων, πρατήριο

αυτοκινήτων & πρατήρια υγρών καυσίμων	υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων.
--	--

#### 4.1.2 Εσαγωγή δεδομένων όσον αφορά το κτίριο.

- ΚΑΕΚ (Κωδικός Αριθμός Εθνικού Κτηματολογίου)
- Πολεοδομικές Άδειες
- Τοπογραφικό Διάγραμμα
- Φωτογραφία Κτιρίου



## 4.2. Εκπόνηση Μελέτης με το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ

### 4.2.1 Απαραίτητα στοιχεία που χρειάζονται

- Κάτοψη του κτιρίου



- Πίνακας καταναλώσεων του διαμερίσματος που θα μελετήσουμε

<b>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ</b>	<b>ΑΡΙΘΜΟΣ</b>	<b>kW</b>
ΛΕΒΗΤΑΣ	1	55
ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΕΣ Η ΑΝΤΛΙΕΣ	1	0,44*
ΚΛΙΜΜΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	3	8
ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ	1	-
ΖΝΧ (ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΑΣ)	1	4

**\*ΠΡΟΣΟΧΗ !!** (Η ΤΙΜΗ ΑΥΤΗ ΙΣΧΥΕΙ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΑ 3 ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ ΕΜΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΝΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΠΟΥ ΘΑ ΜΕΛΕΤΗΣΟΥΜΕ ΘΑ ΕΙΣΑΓΟΥΜΕ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΗΝ ΤΙΜΗ **0.125Kw.**)

## 4.2.2 Γενικά στοιχεία κτιρίου

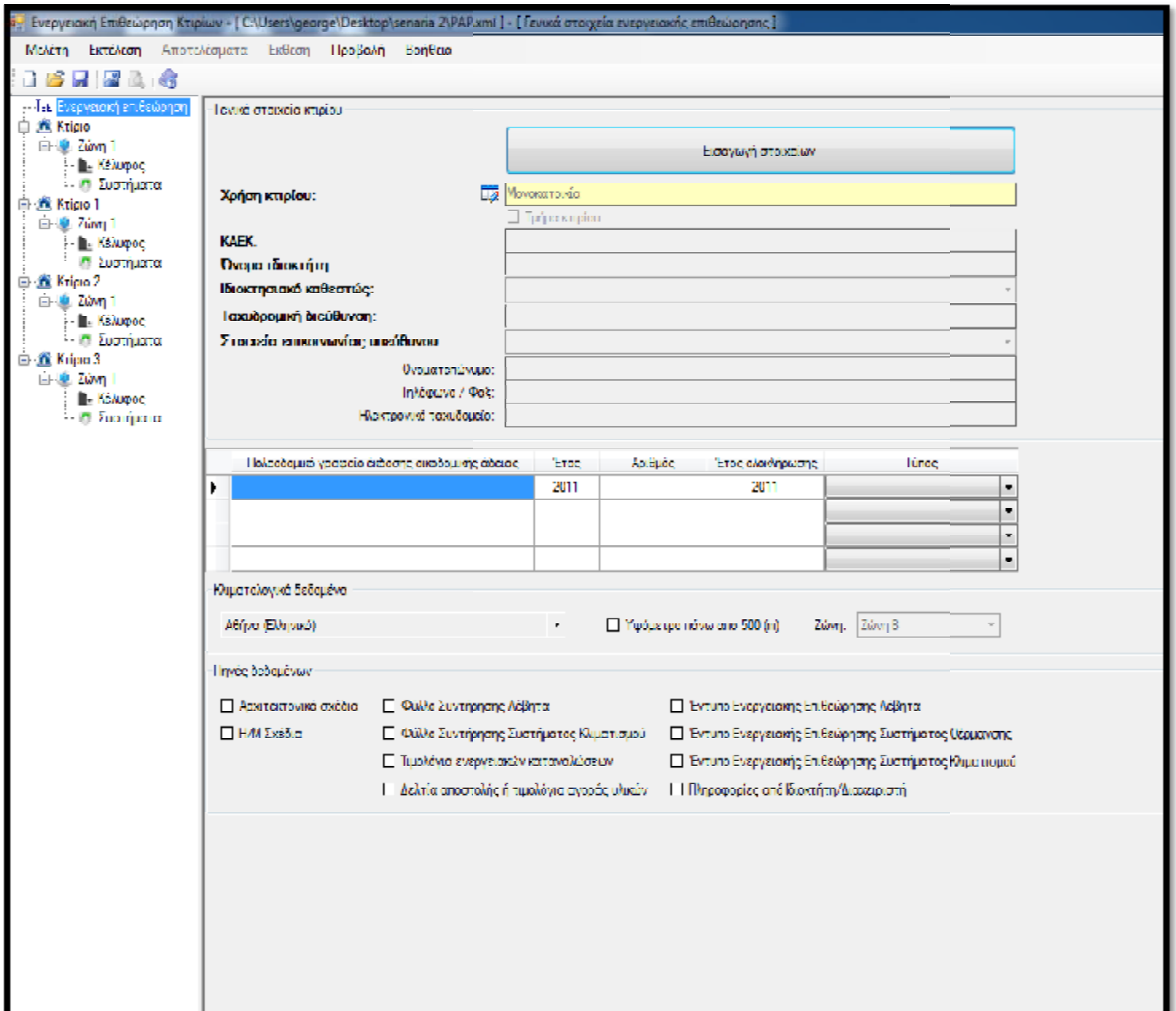
- Αφού επιλέξουμε Μελέτη και στη συνέχεια Νέα εμφανίζεται η καρτέλα που βλέπουμε παρακάτω. (Εικόνα 1)

The screenshot shows the 'Energy Audit of Buildings' software interface. The title bar reads 'Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [Untitled] - [Γενικά στοιχεία ενεργειακής επιθεώρησης]'. The menu bar includes 'Μελέτη', 'Εκτέλεση', 'Αποτελέσματα', 'Έκθεση', 'Προβολή', and 'Βοήθεια'. The left sidebar shows 'Ενεργειακή επιθεώρηση' and 'Κτίριο'. The main window is titled 'Γενικά στοιχεία κτιρίου' and contains the following elements:

- A blue button labeled 'Εισαγωγή στοιχείων'.
- A yellow bar for 'Χρήση κτιρίου:' with a dropdown arrow and a checkbox for 'Τμήμα κτιρίου'.
- Fields for 'ΚΑΔΕΚ:', 'Όνομα ιδιοκτήτη:', 'Ιδιοκτησιακό καθεστώς:', 'Ταχυδρομική διεύθυνση:', and 'Στοιχεία επικοινωνίας υπεύθυνου:'.
- Fields for 'Όνοματεπώνυμο:', 'Τηλέφωνο / Φαξ:', and 'Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:'.
- A table with columns: 'Πολυθεσμικό γραφείο έκδοσης ακαδημαϊκής άδειας', 'Έτος', 'Αριθμός', 'Έτος ολοκλήρωσης', and 'Τύπος'. The first row is highlighted in blue.
- A section for 'Κλιματολογικά δεδομένα' with a dropdown menu, a checkbox for 'Υψόμετρο πάνω από 500 (m)', and a 'Ζώνη:' dropdown.
- A section for 'Πηγές δεδομένων' with several checkboxes: 'Αρχιτεκτονικά σχέδια', 'H/M Σχέδια', 'Φύλλο Συντήρησης Λέβητα', 'Φύλλο Συντήρησης Συστήματος Κλιματισμού', 'Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων', 'Δελτία αποστολής ή τιμολόγια αγοράς υλικών', 'Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Λέβητα', 'Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Θέρμανσης', 'Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Κλιματισμού', and 'Πληροφορίες από Ιδιοκτήτη/Διαχειριστή'.

Εικόνα 1

- Με την επιλογή **Εισαγωγή στοιχείων** εισάγονται στην οθόνη τα στοιχεία του κτιρίου, που έχουν ήδη καταχωρηθεί κατά την έκδοση του ΑΠ όπως αναφέραμε στην παράγραφο 4.1.

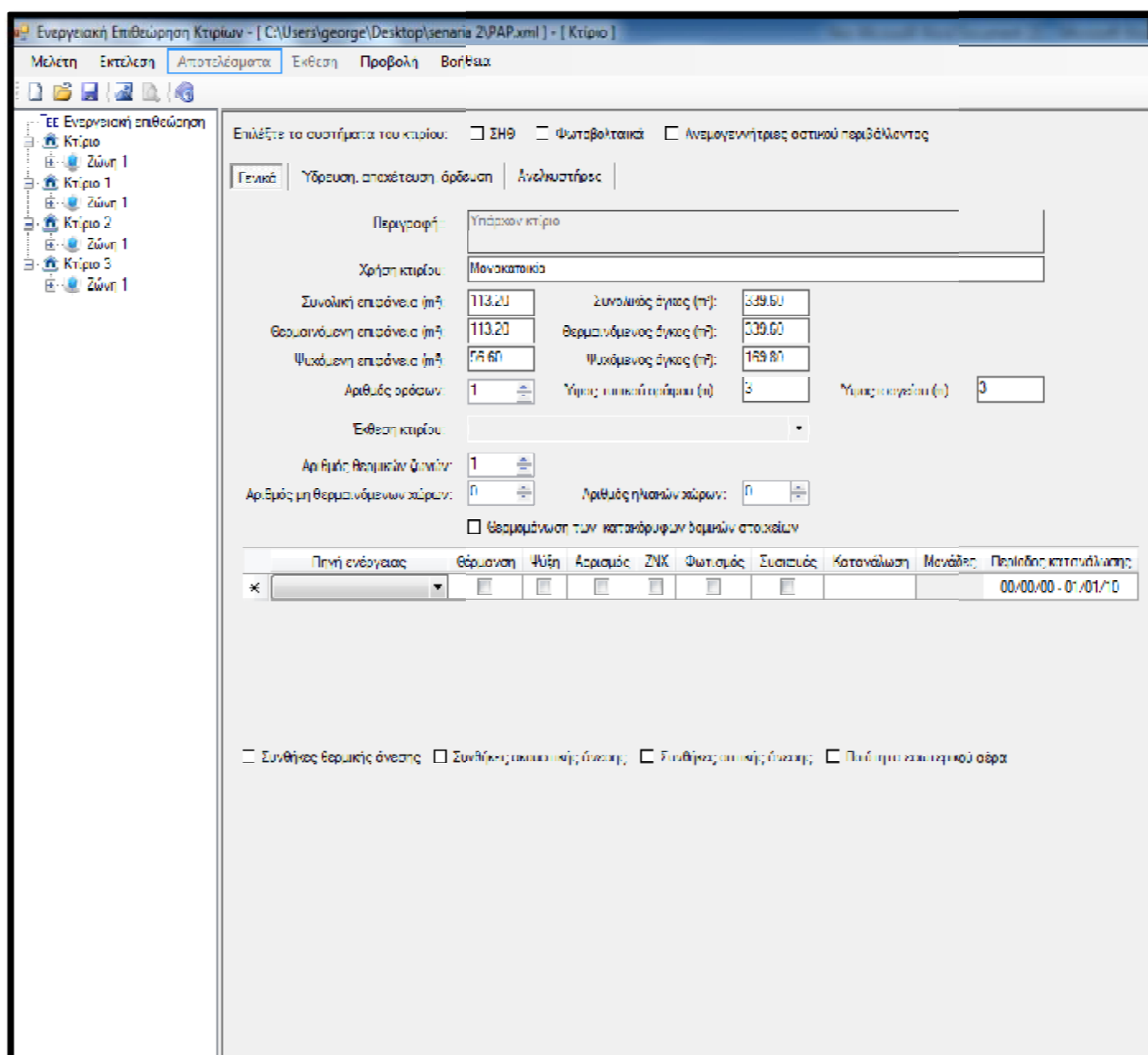


Εικόνα 2

- Όπως βλέπουμε στην **Εικόνα 2** πρέπει να εισάγουμε τα κλιματολογικά δεδομένα .Επιλέγουμε την πλησιέστερη περιοχή.
- Ανάλογα με το κλιματικό στοιχείο που έχουμε επιλέξει εμφανίζεται και η κλιματική **Ζώνη**.
- Το υψόμετρο δεν μας ενδιαφέρει καθώς η κατοίκια βρίσκεται κατω των 500m.

### 4.2.3. Κτίριο

Στην πρώτη υποοθόνη του λογισμικού (Εικόνα 3) εισάγονται τα γενικά κατασκευαστικά στοιχεία του κτιρίου, η κατανάλωση ενέργειας και η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος.



Εικόνα 3

- Όπως βλέπουμε στην **(Εικόνα 4)** έχουμε εισάγει τα παρακάτω δεδομένα τα οποία έχουμε συλλέξει από τα σχέδια (αρχιτεκτονικά και πολεοδομικά) της κατοικίας. Εδώ δεν χρειάζεται κάποια περαιτέρω επεξήγηση.

Χρήση κτιρίου:	Νοσοκομικό		
Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> ):	113.20	Συνολικός όγκος (m <sup>3</sup> ):	339.60
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> ):	113.20	Θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> ):	339.60
Ψυκόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> ):	56.60	Ψυκόμενος όγκος (m <sup>3</sup> ):	169.80
Αριθμός ορόφων:	1	Ύψος τυπικού ορόφου (m):	3
		Ύψος ισογείου (m):	3

Εικόνα 4

- Εδώ βλέπουμε κάποια άλλα δεδομένα για το κτίριο **(Εικόνα 5)**

Έκθεση κτιρίου:			
Αριθμός θερμικών ζωνών:	1	Αριθμός ψυκτικών χώρων:	0
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων:	0	Αριθμός πλισκίων χώρων:	0
<input type="checkbox"/> Θερμομόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων			

Εικόνα 5

## Ø Παρατηρήσεις

1. Απο το σύνολο των προηγούμενων δεδομένων **μόνον** ο **θερμαινόμενος όγκος** χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς. Όλα τα υπόλοιπα χρησιμοποιούνται για στατιστικούς λόγους.
2. Η επιλογή των θερμικών γίνεται με συγκεκριμένα κριτήρια.
3. Ένα τμήμα κτηρίου **δεν** θεωρείται ανεξάρτητη θερμική ζώνη , ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας του δικαιολογούν κάτι τέτοιο.
4. Πρέπει να επιλέγεται ο **μικρότερος** δυνατός αριθμός θερμικών ζωνών για κάθε κύρια χρήση κτιρίου.
5. Οι μη θερμαινόμενοι χώροι **δεν** έχουν απαιτήσεις θέρμανσης ψύξης και αερισμού. Επίσης **δεν** λαμβάνονται υπόψη όταν έχουν όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτιρίου.
6. Οι ηλιακοί χώροι είναι τα προσαρτημένα θερμοκήπια και δεν έχουν απαιτήσεις θέρμανσης ψύξης και αερισμού .Τα εσωτερικά θερμικά τους κέρδη **δεν** περιλαμβάνονται στους υπολογισμούς.



Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | **Ανελκυστήρες**

	Τύπος δικτύου	Αριθμός	Ισχύς (kW)	Χρόνος λειτουργίας (hr)	Ρυθ. στροφών
*					

Εικόνα 6

- Η επόμενη καρτέλα που βλέπουμε (**Εικόνα 6**) δεν χρησιμοποιείται για τη μελέτη μας (ούτε οι ανελκυστήρες) καθώς **η εισαγωγή τους στο λογισμικό δεν είναι υποχρεωτική**.
- Επίσης όσον αφορά τα τη συμπαραγωγή (ΣΗΘ) τα Φ/Β και τις ανεμογεννήτριες θα δούμε παρακάτω αν χρειαστούν στη μελέτη.

Επιλέξτε το σύστημα του κτιρίου:  ΣΗΘ  Φωτοβολταϊκό  Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | **Ανελκυστήρες**

Περιγραφή: Υπόγειο κτίριο

Χρήση κτιρίου: Μονοκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 113.20      Συνολικός όγκος (m<sup>3</sup>): 339.60

Θερμονόμενη επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 113.20      Θερμοκάλυπτο όγκος (m<sup>3</sup>): 339.60

Ψυκόμενη επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 56.60      Έκθεση κτιρίου: [Dropdown]

Αριθμός ορόφων: 1

Αριθμός θερμαινόμενων ζωνών: 1

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0      Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

Θερμάνωση των κατοικώμενων δομικών στοιχείων

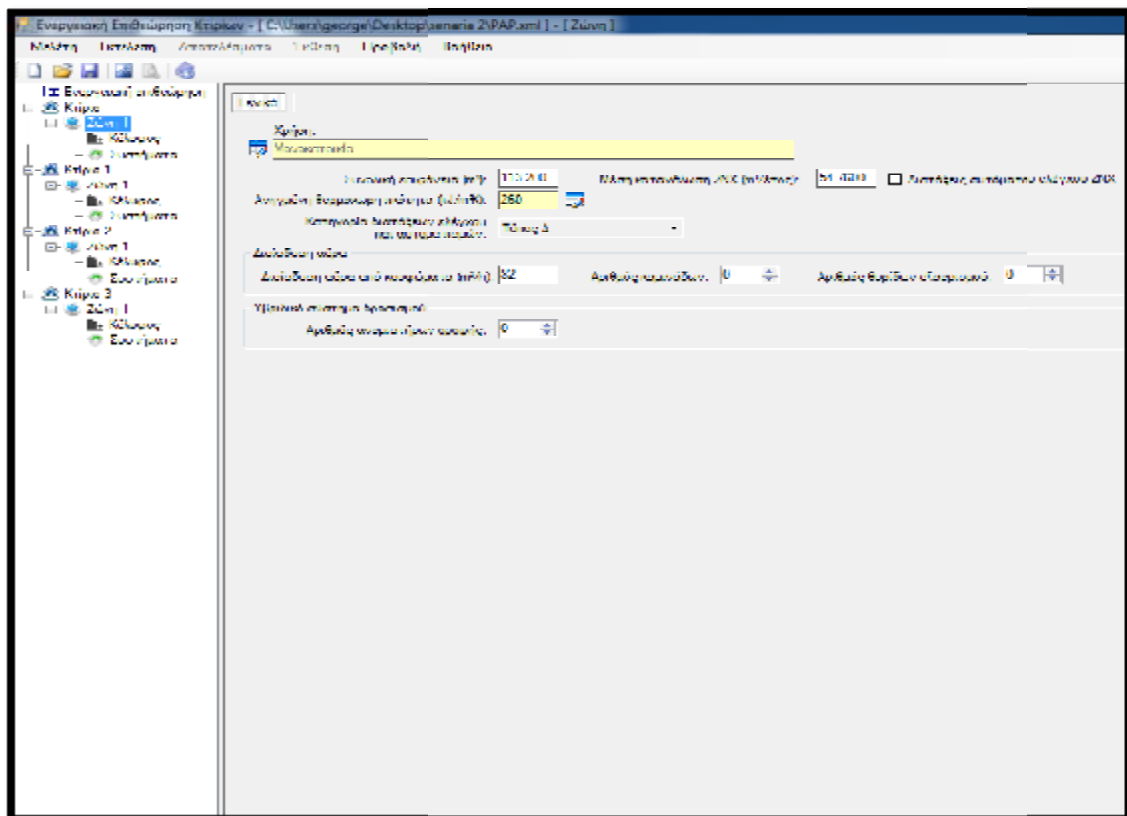
Εικόνα 7

### 4.3. ΘΕΡΜΙΚΗ ΖΩΝΗ

#### 4.3.1.Γενικά

- Στην πρώτη οθόνη του λογισμικού (Εικόνα 8) εισάγονται οι γενικές πληροφορίες χρήσης και λειτουργίας για **κάθε** θερμική ζώνη, η συνολικά για το κτίριο εφόσον είναι μονοζωνικό όπως για παράδειγμα το κτίριο που θα μελετήσουμε.

#### Εισαγωγή Δεδομένων (Εικόνα 8)



Εικόνα 8

**Û Συνολική επιφάνεια** Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου της θερμικής ζώνης , λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις. **(113.2)**

**Û Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα**

Η τιμή αυτή εισάγεται σύμφωνα με τις τιμές του Πίνακα 3.13. της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. **(260)**

**Û Μέση κατανάλωση ΖΝΧ**

Εισάγεται η ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) της θερμικής ζώνης η οποία υπολογίζεται με βάση τις τιμές της τελευταίας στήλης του Πίνακα 2.5 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. **(54.7600)**

**Û Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών**

Με τη βοήθεια του Πίνακα 5.5. της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 καθορίζεται η κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών για τα συστήματα παραγωγής διανομής και εκπομπής θέρμανσης/ψύξης και συστήματα αερισμού , που υπάρχουν στη θερμική ζώνη του κτιρίου. **(τύπος Δ)**

**Û Διείσδυση αέρα από τα κουφώματα**

Εισάγεται η διείσδυση του εξωτερικού αέρα από τις χαραμάδες των κουφωμάτων της θερμικής ζώνης του κτιρίου, η οποία υπολογίζεται με βάση τις τιμές του πίνακα 3.26. της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010. **(82)**

**Û Οι Αριθμοί καμινάδων, θυρίδων εξαερισμού και ανεμιστήρων οροφής** δεν μας ενδιαφέρουν καθώς δεν συμπεριλαμβάνονται στο κτίριό μας.

## 4.4. ΚΕΛΥΦΟΣ

### 4.4.1. Αδιαφανείς επιφάνειες

Στην πρώτη υποοθόνη του λογισμικού (Εικόνα 9) εισάγονται τα δεδομένα των αδιαφανών επιφανειών του κελύφους της θερμικής ζώνης που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίου - [C:\Users\george\Desktop\scenaria 2\FAP\kmi] - [Κέλυφος (ζώνης)]

Μέληση Εκτέλεση Αποτελέσματα Έξοδος Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε το δομικό υλικό της ζώνης: Αριθμός επιφανειών διακριστικών επιφανειών: 0  Παθητικό ηλιακό

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διερρηκτές επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	ν (kg)	β (kg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	a*(γ)	a*(δ)	F <sub>hor,δ</sub> (t)	F <sub>hor,ε</sub> (t)	F <sub>hor,η</sub> (t)	F <sub>ext,ε</sub> (t)	F <sub>int,η</sub> (t)	F <sub>int,ε</sub> (t)
1	Τοίχος	T1	90	90.00	15.730	0.7	0.40	0.30	1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000
2	Τοίχος	T1	90	90.00	6.000	0.35	0.40	0.30	0	0	0	0	0	0
3	Τοίχος	T1	160	90.00	44.100	0.7	0.40	0.30	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
4	Τοίχος	I1	270	90.00	23.400	0.7	0.40	0.30	0.5230	0.6240	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
5	Τοίχος	T1	270	90.00	6.000	0.35	0.40	0.30	0	0	0	0	0	0
6	Τοίχος	T1	0	90.00	30.750	0.7	0.40	0.30	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
7	Τοίχος	T1	0	90.00	4.500	0.35	0.40	0.30	0	0	0	0	0	0
8	Πάσσα	PA	0	90	1.93	1.75	0.4	0.8	0	0	0	0	0	0
+	9	*												

Θερμότητες ΣΥ (W/m<sup>2</sup>)

1

Εικόνα 9

#### Û $\alpha[-]$

Εισάγεται ο συντελεστής απορροφητικότητας  $\alpha$  στην ηλιακή ακτινοβολία της εξωτερικής επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τιμές από έναν κατάλογο που εμφανίζεται με το δεξί κλικ του ποντικιού επάνω στο συγκεκριμένο πεδίο. Οι τιμές αυτές είναι στον πίνακα 3.14 ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.

#### Û $\varepsilon[-]$

Εισάγεται ο συντελεστής εκπομπής  $\varepsilon$  στη θερμική ακτινοβολία. . Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τιμές από έναν κατάλογο που εμφανίζεται με το δεξί κλικ του ποντικιού επάνω στο συγκεκριμένο πεδίο. Οι τιμές αυτές είναι στον πίνακα 3.15 ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.

#### Û $F_{\text{horh}}[-]$

Συντελεστής σκίασης οριζοντα κατά τη χειμερινή περίοδο. Οι τιμές αυτές είναι στον πίνακα 3.18. ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.Εδώ πρέπει να υπολογίσουμε και τη γωνία θέασης  $\alpha$ .

$F_{\text{horh}}=0$  για πλήρη σκίαση.

#### Û $F_{\text{horc}}[-]$

Συντελεστής σκίασης οριζοντα κατά τη θερινή περίοδο. Οι τιμές αυτές είναι στον πίνακα 3.18. ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.Εδώ πρέπει να υπολογίσουμε και τη γωνία θέασης  $\alpha$ .

$F_{\text{horc}}=0$  για πλήρη σκίαση.

#### Û $F_{\text{ovh}}[-]$

Συντελεστής σκίασης προβόλων κατά τη χειμερινή περίοδο. Οι τιμές αυτές είναι στον πίνακα 3.19. ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 και αφού πρώτα υπολογίσουμε τη γωνία προβόλου  $\beta$ .

$F_{\text{ovh}}=0$  για πλήρη σκίαση.

ü  $F_{ovc}[-]$

Συντελεστής σκίασης προβόλων κατά τη χειμερινή περίοδο. Οι τιμές αυτές είναι στον πίνακα 3.19. ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 και αφού πρώτα υπολογίσουμε τη γωνία προβόλου  $\beta$ .

$F_{ovc}=0$  για πλήρη σκίαση.

ü  $F_{finh}[-]$

Εισάγεται ο συντελεστής σκίασης πλευρικών προεξοχών κατά τη χειμερινή περίοδο. Οι τιμές αυτές είναι στον πίνακα 3.20α. και 3.20β. ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 και αφού πρώτα υπολογίσουμε τη γωνία πλευρικής προεξοχής  $\gamma$ .

$F_{finh}=0$  για πλήρη σκίαση.

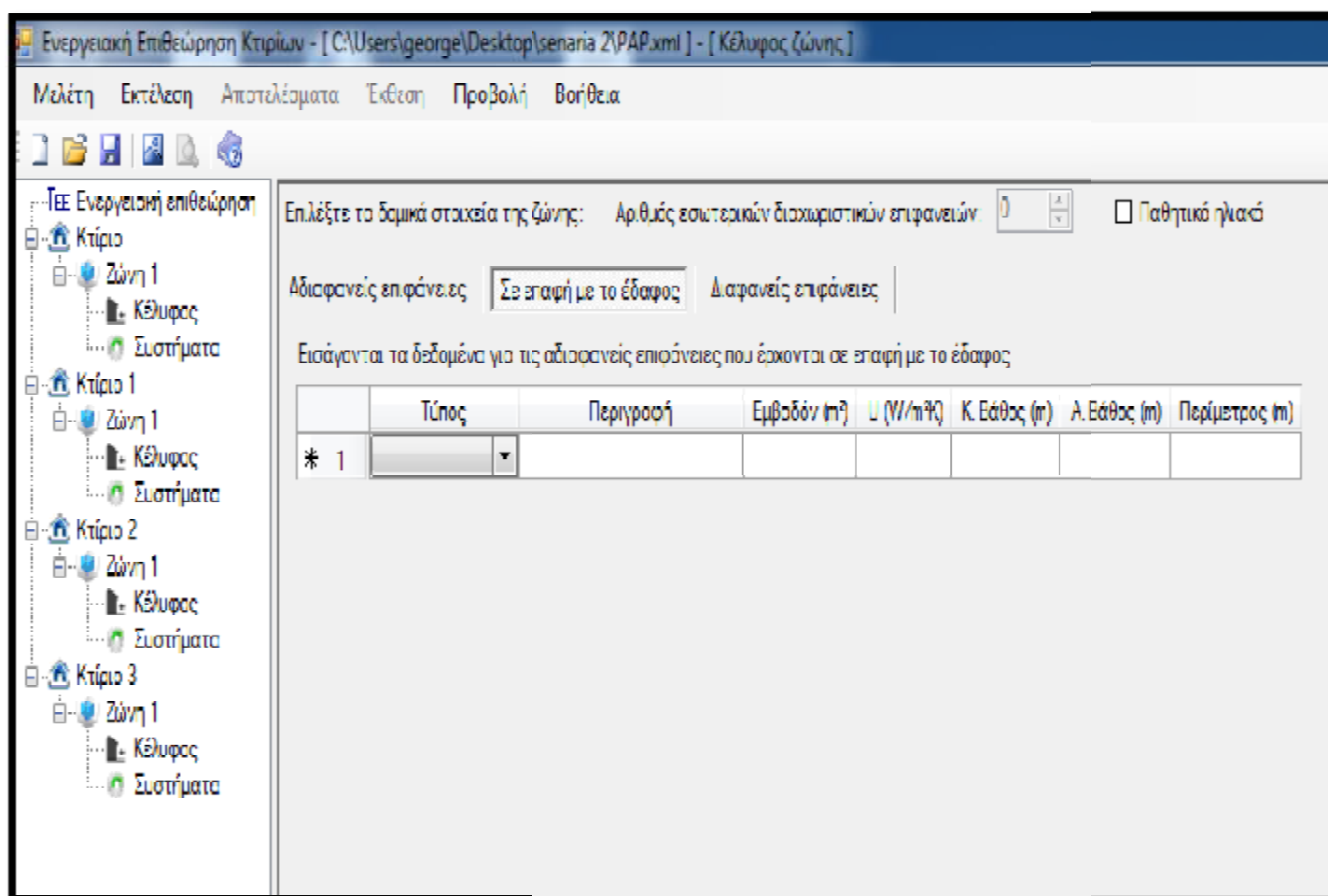
ü  $F_{finc}[-]$

Εισάγεται ο συντελεστής σκίασης πλευρικών προεξοχών κατά τη χειμερινή περίοδο. Οι τιμές αυτές είναι στον πίνακα 3.20α. και 3.20β. ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 και αφού πρώτα υπολογίσουμε τη γωνία πλευρικής προεξοχής  $\gamma$ .

$F_{finc}=0$  για πλήρη σκίαση.

#### 4.4.2 Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος.

Στη δεύτερη υποοθόνη του λογισμικού (Εικόνα 10) εισάγονται τα δεδομένα των επιφανειών του κελύφους της θερμικής ζώνης, που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος.

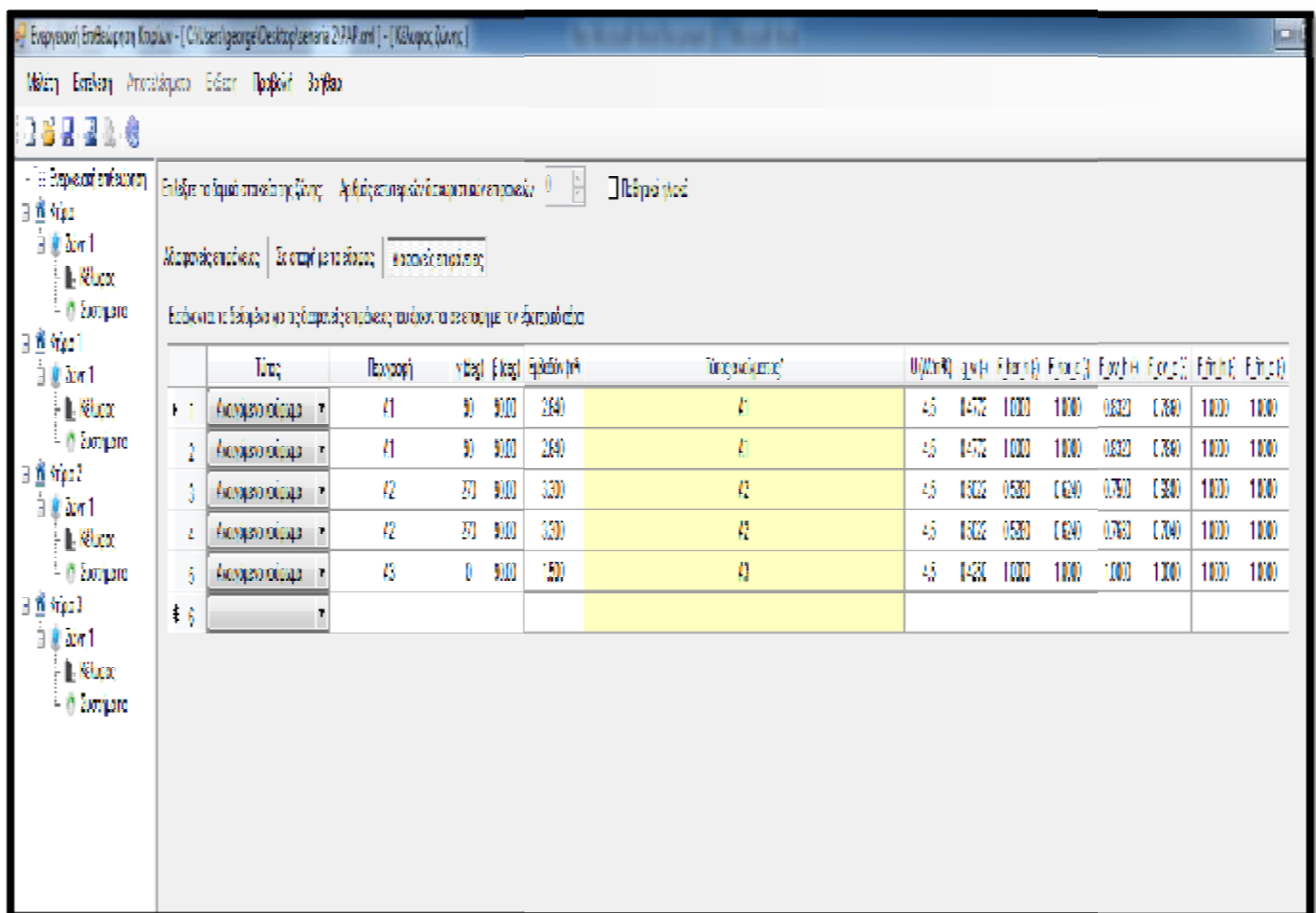


Εικόνα 10

Την καρτέλα αυτή δεν τη χρησιμοποιούμε στην παρούσα μελέτη οπότε δεν μας ενδιαφέρει.

#### 4.4.3 Διαφανείς επιφάνειες

Στην πρώτη υποοθόνη του λογισμικού (**Εικόνα 11**) εισάγονται τα δεδομένα των διαφανών επιφανειών του κελύφους της θερμικής ζώνης που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.



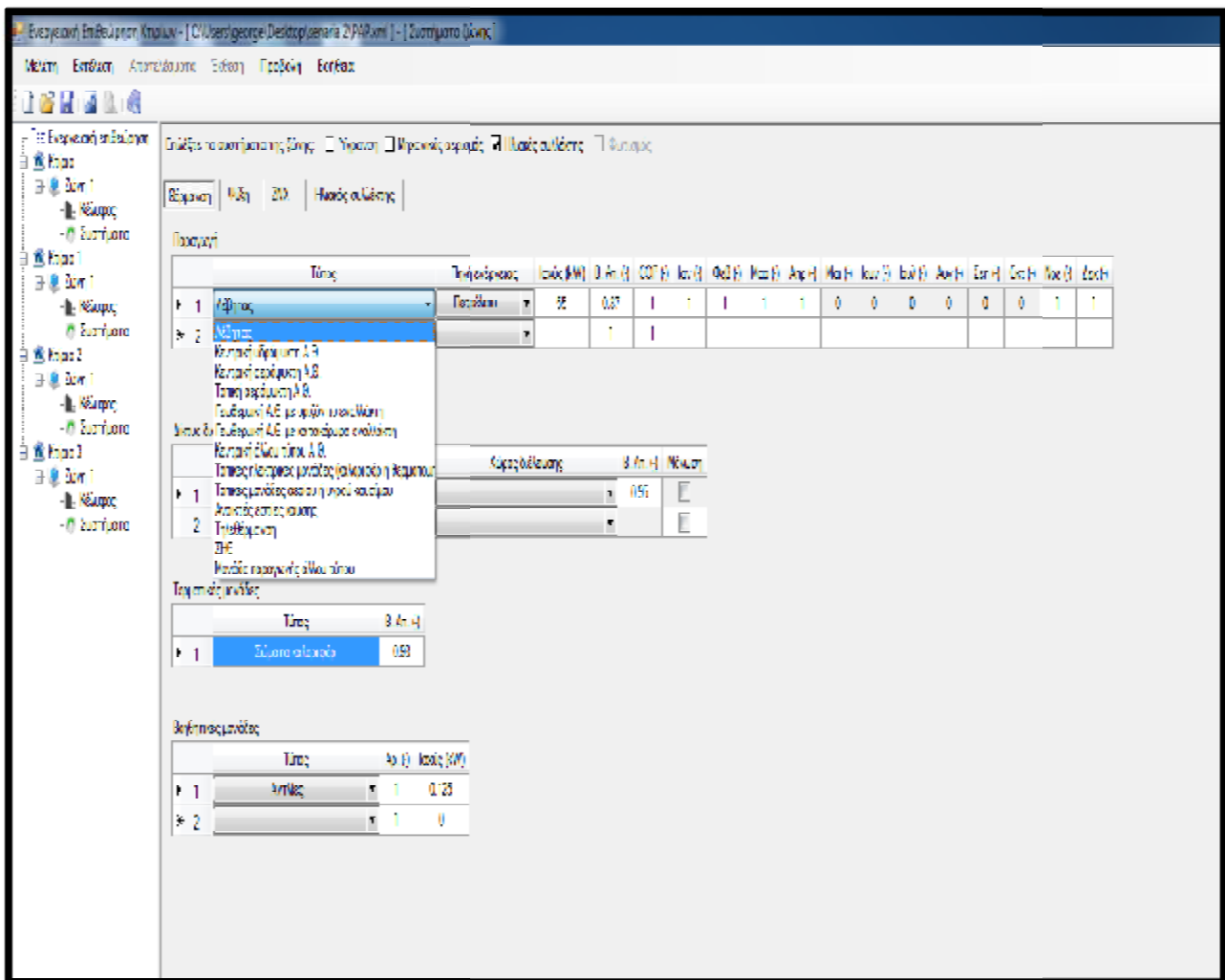
**Εικόνα 11**

Όπως βλέπουμε στην (**Εικόνα 11**) όλες οι τιμές είναι ίδιες με αυτές των αδιαφανών επιφανειών. Η μόνη διαφορά που υπάρχει στον πίνακα είναι η τιμή  $g_w$  [-]. Η τιμή αυτή είναι ο συντελεστής συνολικής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία του κουφώματος ο οποίος λαμβάνεται από τον πίνακα 3.17 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 .



## 4.5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ – ΨΥΞΗΣ – ΥΓΡΑΝΣΗΣ – ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ – ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ – ΦΩΤΙΣΜΟΥ – ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Η εισαγωγή των στοιχείων για τα συστήματα που είναι εγκατεστημένα σε κάθε θερμική ζώνη γίνεται σταδιακά. Σε κάθε σύστημα αντιστοιχεί μια υποοθόνη του λογισμικού. Για όλες τις χρήσεις κτιρίων οι υποοθόνες των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσης είναι ενεργές. Για τα υπόλοιπα συστήματα ο χρήστης επιλέγει το αντίστοιχο σύμβολο στο επάνω τμήμα της οθόνης. (Εικόνα 12)



Εικόνα 12

#### 4.5.1 Σύστημα θέρμανσης

Στην πρώτη υποοθόνη του λογισμικού (**Εικόνα 13**) εισάγονται τα δεδομένα του συστήματος θέρμανσης, το οποίο αποτελείται από την παραγωγή, το δίκτυο διανομής τις τερματικές μονάδες (θερμαντικά σώματα, τοπικές μονάδες ανεμιστήρα – στοιχείου, ενδοδαπέδιο σύστημα κ.λ.π) και τις βοηθητικές μονάδες (αντλία, κυκλοφορητής κ.λ.π)

Παραγωγή		Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Ε. Αν. (%)	COP (-)	Ιαν. (%)	Φεβ. (%)	Μαρ. (%)	Απρ. (%)	Μαΐ. (%)	Ιουν. (%)	Ιουλ. (%)	Αυγ. (%)	Σεπ. (%)	Οκτ. (%)	Νοε. (%)	Δεκ. (%)
▶ 1	Λέβητος	Πετρέλαιο	55	0.87	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής		Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Ε. Αν. (%)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέτρου	0		0.95	
2	Αποστραγγί				

Τερματικές μονάδες		Ε. Αν. (%)
▶ 1	Σύστημα κλιματισμού	0.93

Βοηθητικές μονάδες		Α. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Αντλία	1	0.125
* 2		1	0

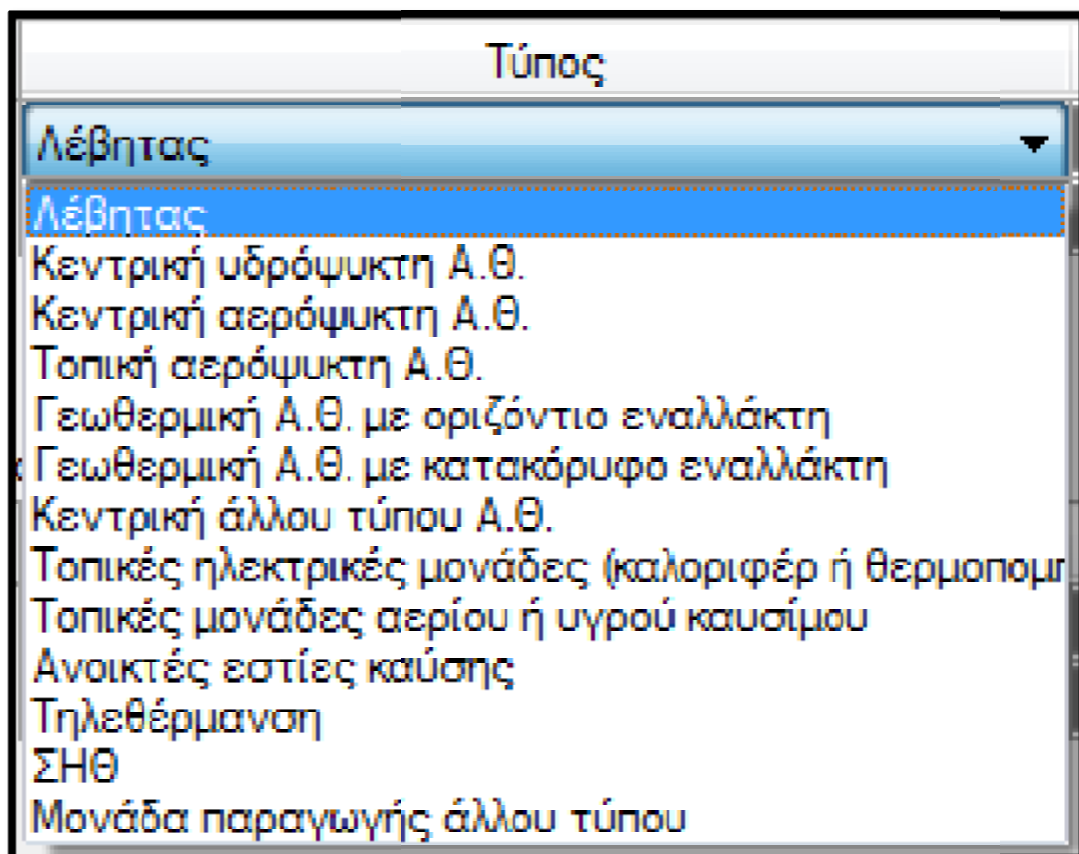
Εικόνα 13

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### · Παραγωγή

#### Û Τύπος

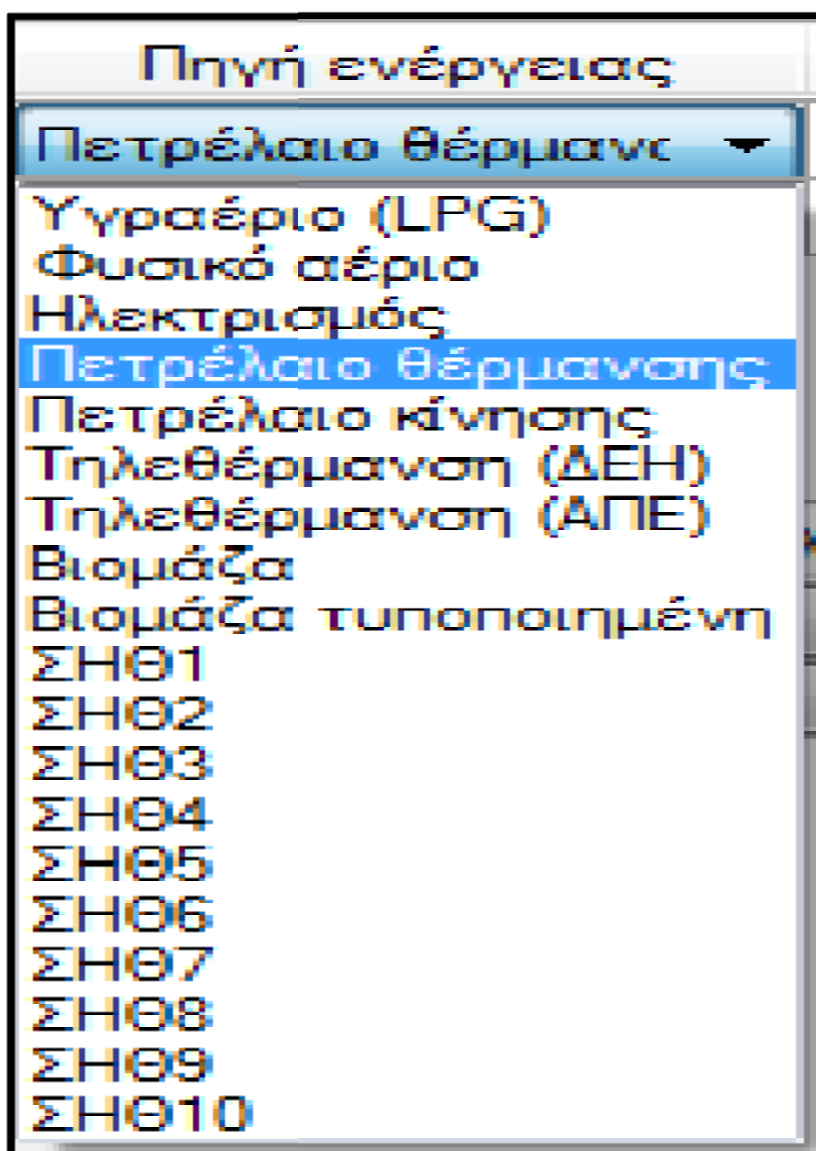
Εισάγεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής θέρμανσης. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα δεκατριών επιλογών όπως βλέπουμε στην (Εικόνα 14). Εδώ επιλέγουμε Λέβητας.



Εικόνα 14

## Û Πηγή ενέργειας

Εισάγεται η πηγή ενέργειας της μονάδας παραγωγής θέρμανσης. Όπως βλέπουμε στην (Εικόνα 15) ο χρήστης έχει τη δυνατότητα δεκαεννέα επιλογών. Εδώ έχουμε επιλέξει Πετρέλαιο θέρμανσης.



Εικόνα 15

## Û Ισχύς [kW]

Εισάγεται η ονομαστική θερμική ισχύς  $P_m$  της μονάδας παραγωγής θέρμανσης, που καλύπτει το κτίριο ή τη θερμική ζώνη και δίνεται από τον κατασκευαστή. Δεδομένου ότι η ισχύς δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, στην περίπτωση διαμερίσματος όπως στο παράδειγμα που έχουμε, εισάγεται είτε η ονομαστική ισχύς της μονάδας που καλύπτει όλη την πολυκατοικία, είτε επιμερίζεται ανάλογα με τα ποσοστά κατανομής δαπανών θέρμανσης και εισάγεται η τιμή αυτή. Στην παρούσα μελέτη η τιμή είναι για όλη την πολυκατοικία **[55kW]** (Εικόνα 16).

## Û Β. Απ. [-]

Εισάγεται ο συνολικός βαθμός απόδοσης  $\eta_{gen}$  της μονάδας παραγωγής θέρμανσης (από 0 έως 1), ο οποίος υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση.

$$\eta_{gen} = \eta_{gm} \times \eta_{g1} \times \eta_{g2}$$

$\eta_{gm}$  : Πραγματικός βαθμός απόδοσης μονάδας λέβητα – καυστήρα, όπως μετρήθηκε κατά την ανάλυση των καυσαερίων από τον πιστοποιημένο συντηρητή και αναγράφεται στο φύλλο συντήρησης κεντρικής θέρμανσης. Αν δεν υπάρχει φύλλο συντήρησης λαμβάνουμε την τιμή  $\eta_{gm} = 0,87$ .

$\eta_{g1}$  : Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης μονάδας λέβητα – καυστήρα. (Πίνακας 4.3 της ΤΟΤΕΕ 207014 – 1/2010).

$\eta_{g2}$  : Συντελεστής μόνωσής λέβητα. (Πίνακας 4.4. της ΤΟΤΕΕ 207014 – 1/2010).

Ο βαθμός απόδοσης της παρούσας μελέτης έχει την τιμή Β. Απ. =0,87 (Εικόνα 16) .

### ü COP

Ο συντελεστής επίδοσης COP εισάγεται **μόνον** όταν υπάρχει αντλία θερμότητας και λαμβάνεται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή. Η τιμή που έχουμε εισάγει είναι COP = 1. (Εικόνα 16) .

Θέρμανση	Ψύξη	ΣΟΛ	Ηλιακός συλλέκτης																	
Παραγωγή				Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ. (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
1				Λέβητας	Πετρέλαιο/έξομακ	55	0,87	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
2							1	1												

Εικόνα 16

## · Δίκτυο διανομής

Ανάλογα με τον τύπο του δικτύου που υπάρχει στη συγκεκριμένη θερμική ζώνη ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία στην αντίστοιχη γραμμή της πρώτης υποοθόνης (Εικόνα 17). Αν σε μια θερμική ζώνη υπάρχουν περισσότερα από ένα δίκτυα διανομής θερμού μέσου, που τροφοδοτούνται από την ίδια η από διαφορετικές μονάδες παραγωγής και έχουν διαφορετικό πάχος θερμομόνωσης τότε ο βαθμός απόδοσής τους λαμβάνεται ενιαίος και ίσος με αυτόν του δικτύου που βρίσκεται στην χειρότερη κατάσταση.

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	Β. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	0	▼	0.95	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί		▼		<input type="checkbox"/>

Εικόνα 17

### Û Ισχύς [kW]

Εισάγεται η συνολική θερμική ισχύς  $P$  που μεταφέρει το δίκτυο διανομής θερμού μέσου η οποία υπολογίζεται από τη σχέση.

$$P = P_n \times \eta_{gen}$$

$P_n$  [kW] : Ονομαστική θερμική ισχύς της μονάδας παραγωγής θέρμανσης, που καλύπτει το κτίριο ή τη θερμική ζώνη και δίνεται από τον κατασκευαστή.

$\eta_{gen}$  [-] : Συνολικός βαθμός απόδοσης μονάδας παραγωγής θέρμανσης. (όπως υπολογίστηκε προηγούμενα).

Εμείς έχουμε εισάγει την τιμή 0 καθώς έχουμε τοπική αντλία θερμότητας.

#### Û Β. Απ. [-]

Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής θερμού μέσου (από 0 έως 1), ο οποίος προκύπτει αν από το 100% αφαιρέσουμε το ποσοστό των θερμικών απωλειών που δίνεται στην πίνακα 4.11 της ΤΟΤΕΕ 20701 – 1/2010. Εδώ έχουμε εισάγει την τιμή 0.95 γιατί ο βαθμός απόδοσης του δικτύου είναι 100% - 5%(που είναι το ποσοστό των θερμικών απωλειών).

#### Û Μόνωση

Καθορίζεται η ύπαρξη η όχι θερμομόνωσης στους αεραγωγούς επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

- Τερματικές μονάδες

#### Û Τύπος

Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή των τερματικών μονάδων του συστήματος θέρμανσης. Εδώ έχουμε επιλέξει Σώματα καλοριφέρ (Εικόνα 18)



Τερματικές μονάδες		
	Τύπος	Β. Απ. (-)
▶ 1	Σώματα καλοριφέρ	0.93

Εικόνα 18

#### Û Β. Απ. [-]

Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων. Η τιμή 0.93 είναι σπάντα καθώς προκύπτουν από τους πίνακες 4.12. και 4.13. της ΤΟΤΕΕ 20701 – 1/2010.

#### · Βοηθητικές μονάδες

#### Û Τύπος

Εισάγεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα τεσσάρων επιλογών. Έχουμε επιλέξει **Αντλίες** (Εικόνα19)

Βοηθητικές μονάδες			
	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Αντλίες	1	0.125
* 2	Αντλίες	1	0

Κυκλοφορητές  
 Ηλεκτροβάνες  
 Ανεμιστήρες


Εικόνα 19

## Û Αριθμός [-]

Εισάγεται ο αριθμός των βοηθητικών μονάδων του συγκεκριμένου τύπου. Έχουμε επιλέξει 1 .

## Û Ισχύς [kW]

Εισάγεται η ονομαστική ισχύς της κάθε βοηθητικής μονάδας . Στην περίπτωση διαμερίσματος η ονομαστική ισχύς της κάθε βοηθητικής μονάδας επιμερίζεται ανάλογα με τα ποσοστά κατανομής δαπανών θέρμανσης και εισάγεται η τιμή αυτή. Αν δεν υπάρχουν βοηθητικές μονάδες τότε εισάγουμε το 0. Η τιμή που έχουμε εισάγει είναι 0.125 kW . Η τιμή αυτή ισχύει μόνο για το διαμέρισμα που μελετάμε.

 **ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Αν δούμε παραπάνω στην **Εικόνα 16** οι τιμές 0 και 1 που έχουν εισαχθεί στους μήνες σημαίνουν ότι : 0 δεν χρησιμοποιείται ο λέβητας και 1 ότι χρησιμοποιείται. Όπως βλέπουμε οι καλοκαιρινοί μήνες είναι ανενεργοί.

## 4.5.2 Σύστημα Ψύξης

Στη δεύτερη υποοθόνη του λογισμικού (**Εικόνα 20**) εισάγονται τα δεδομένα του συστήματος ψύξης το οποίο αποτελείται από την παραγωγή, το δίκτυο διανομής τις τερματικές μονάδες και τις βοηθητικές μονάδες. Όπως βλέπουμε στην (**Εικόνα 20**) οι τιμές είναι παρόμοιες με των συστημάτων θέρμανσης οπότε δεν χρειάζεται να μπούμε σε λεπτομέρειες.

Επιλέξτε το σύστημα της ψύξης:  Υγρασία  Μηχανικές θερμότητες  Ηλεκτρική αλλακτική  Φωτακίνητος

Θέρμανση:

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν (+)	EER (+)	Ιαν (+)	Φεβ (+)	Μαρ (+)	Απρ (+)	Μαϊ (+)	Ιουν (+)	Ιουλ (+)	Αυγ (+)	Σεπ (+)	Οκτ (+)	Νοε (+)	Δεκ (+)
▶ 1	Αερίαικτη Α.Θ.	Ηλεκτρικός	8	1	2	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0
# 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος δέξιασης	Β. Αν (+)	Μέγιστη
▶ 1	Δίκτυο θέρμανσης ψυχρού μέρους	0		1.0300	<input type="text"/>
2	Αεριοαγωγοί				<input type="text"/>

Τερματικές μονάδες

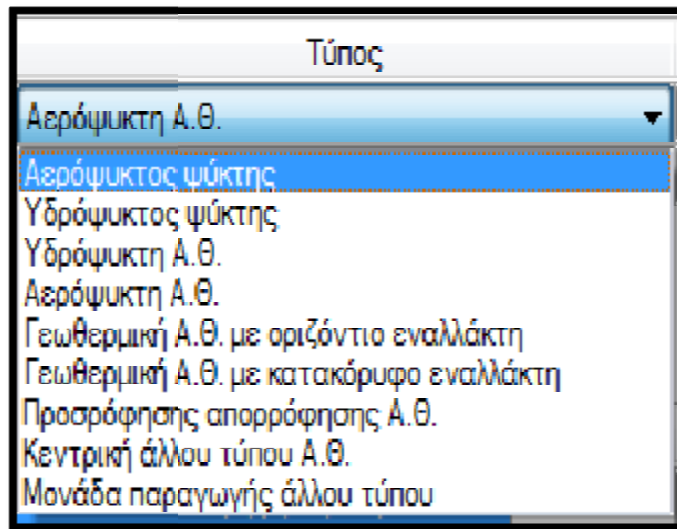
	Τύπος	Β. Αν (+)
▶ 1	Ψυκτωτικό	0.50

Βοηθητικές μονάδες

#	Τύπος	Αρ. (+)	Ισχύς (kW)
# 1		1	0

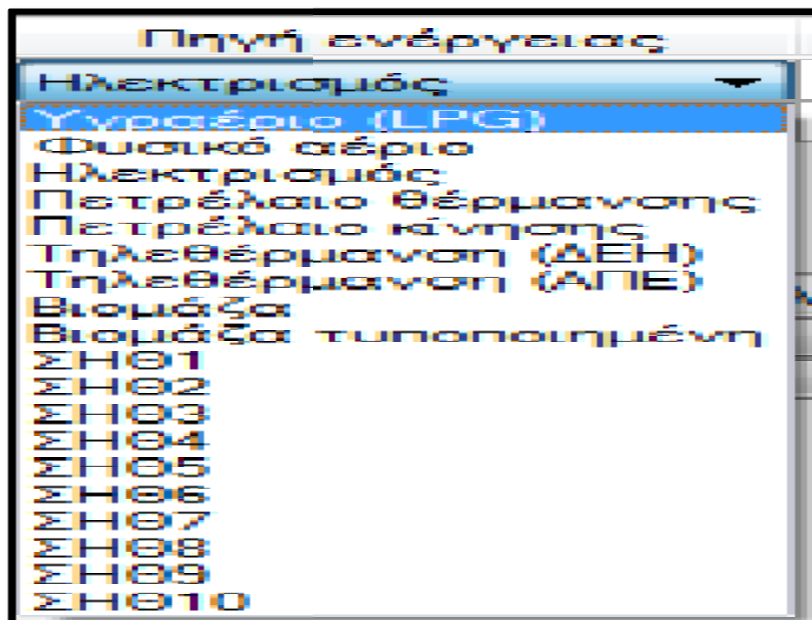
Εικόνα 20

Û Τύπος (Εικόνα 21)



Εικόνα 21

Û Πηγή ενέργειας (Εικόνα 22)



Εικόνα 22

Û Η **ισχύς** λαμβάνεται από τον κατασκευαστή και ο βαθμός απόδοσης είναι 1 καθώς υπάρχει αντλία θερμότητας.

#### Û EER [-]

Εισάγεται ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας EER της μονάδας ψύξης ο οποίος λαμβάνεται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή. Έχουμε εισάγει την τιμή 2.

#### Û Μήνες

Οι μήνες λειτουργίας του συστήματος ψύξης έχουν προκαθοριστεί ανάλογα με την κλιματική ζώνη και ενεργοποιούνται αυτόματα από το λογισμικό. Για κάλυψη 100% εισάγεται το 1 ενώ για κάλυψη 50% εισάγεται το 0,5.

✚ Ο τρόπος συμπλήρωσης των υπολοίπων πεδίων όπως **δίκτυο διανομής – τερματικές μονάδες – βοηθητικές μονάδες** είναι ίδιος με αυτόν της προηγούμενης παραγράφου. Θα χρησιμοποιήσουμε τον Πίνακα (4.11 και 4.14 της ΤΟΤΕΕ 20701 – 1/2010).

### 4.5.3 ΖΝΧ (Ζεστό Νερό Χρήσης)

Ομοίως συμπληρώνουμε και αυτή την καρτέλα. (Εικόνα 23,24,25)

Επιλέξτε το σύστημα της ζώνης:  Υγρασία  Μηχανικός αερισμός  Ηλεκτρικός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Ηλεκτρικός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Αν. (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
1	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	Ηλεκτρισμός	4.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
2				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακάλυψη	Χώρος διέλευσης	Β. Αν. (-)
1	Αεση κατανάλωση		Πάνω από 20% σε εβδομαδιαίους	1.0000

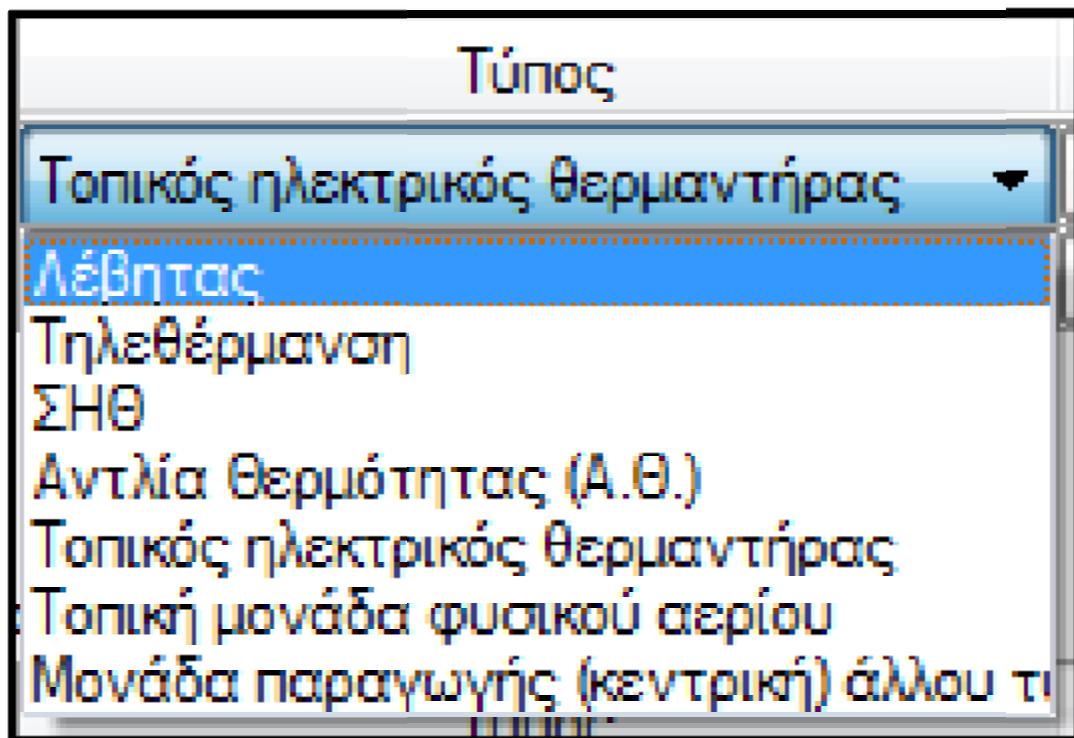
Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	Β. Αν. (-)
1	Δεξαμενή	0.9900

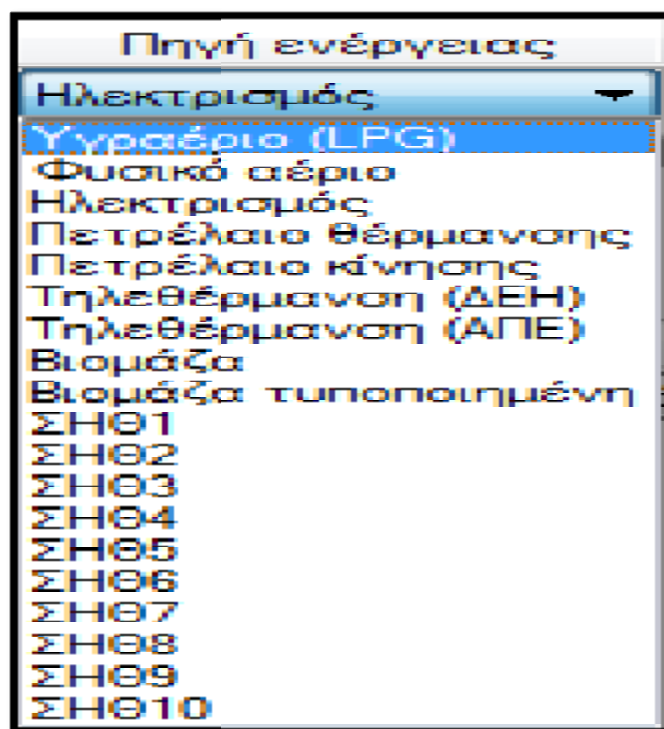
Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
1		1	0

Εικόνα 23



Εικόνα 24



Εικόνα 25

#### 4.5.4. Σύστημα ηλιακών συλλεκτών

Εδώ εισάγονται τα δεδομένα των ηλιακών συλλεκτών. Το λογισμικό υπολογίζει αυτόματα την συνεισφορά τους και την αφαιρεί από τη συμβατική κατανάλωση θερμικής ενέργειας για την παραγωγή ΖΝΧ. (Εικόνα 26).

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης:  Υγραση  Μηχανικός αερισμός  Ηλιακός συλλέκτης  Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | ΖΝΧ | Ηλιακός συλλέκτης

	Τύπος	Θέρμανση	ZNX	Συν. α (-)	Συν β (-)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)
▶ 1	Απλός επίπεδος	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.321	0	2	180	45	1.0
	Χωρίς κάλυμμα								
	Απλός επίπεδος								
	Επιλεκτικός επίπεδος								
	Κενού								
	Συγκεντρωτικός								

Εικόνα 26



## Û Τύπος

Οι τύποι που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε φαίνονται στην **Εικόνα 26**.

## Û Θέρμανση

Επιλέγεται εφόσον οι ηλιακοί συλλέκτες χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση των χώρων.

## Û ΖΝΧ

Επιλέγεται εφόσον οι ηλιακοί συλλέκτες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. (ΖΝΧ)

## Û Συν. α [-]

Εισάγεται ο συντελεστής αξιοποίησης α της ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ΖΝΧ ο οποίος δίνεται στους Πίνακες 5.8 και 5.9 της ΤΟΤΕΕ 20701 – 1/2010.

## Û Συν. β [-]

Εισάγεται ο συντελεστής αξιοποίησης α της ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση χώρων , ο οποίος λαμβάνεται από τους υπολογισμούς διαστασιολόγησης του συστήματος.

## Û Επιφάνεια [ $m^2$ ]

Εισάγεται η συνολική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών.

## Û γ [deg]

Είναι ο προσανατολισμός του αδιαφανούς δομικού στοιχείου, δηλαδή η απόκλιση του από το Νότο.  $\gamma=0^\circ$  για βόρειο προσανατολισμό ,  $\gamma=90^\circ$  για ανατολικό ,  $\gamma=180^\circ$  για νότιο και  $\gamma=270^\circ$  για δυτικό.

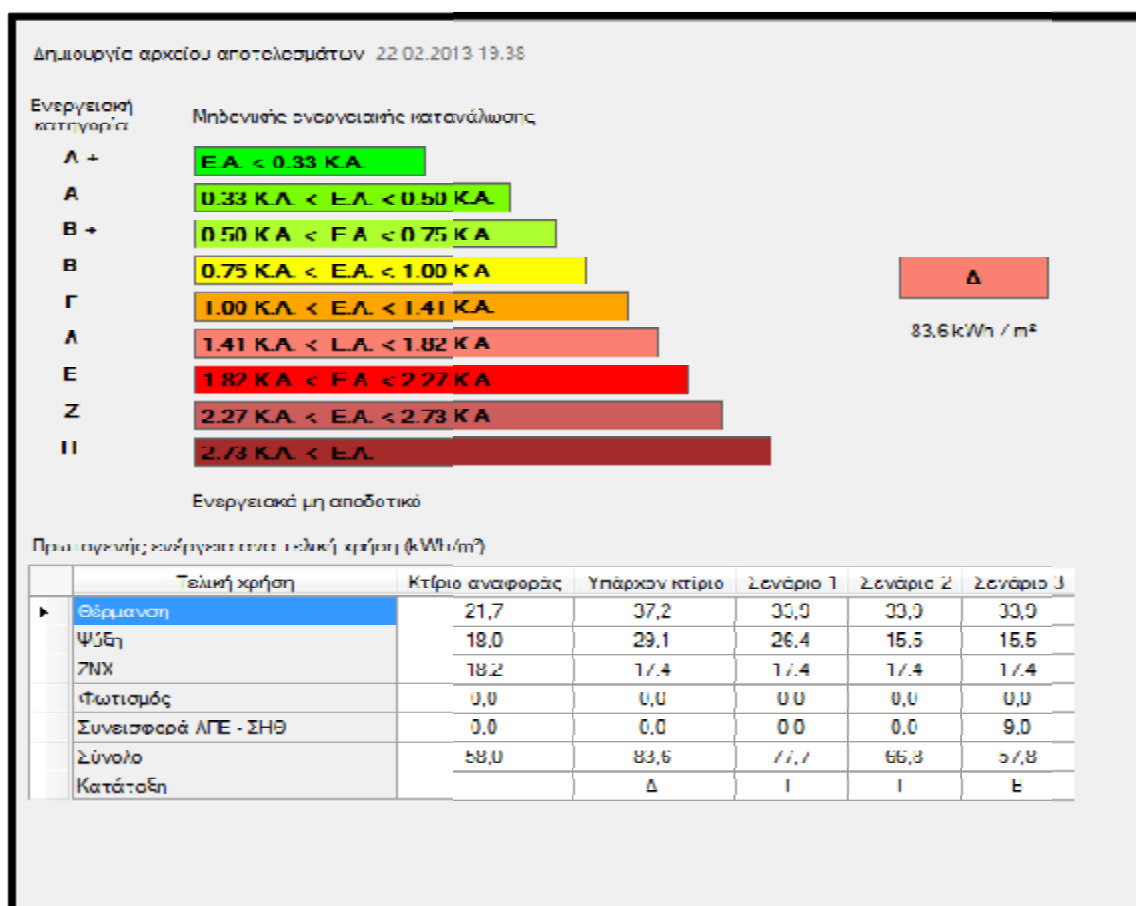
## Û β [deg]

Εισάγεται η γωνία κλίσης β της επιφανείας των ηλιακών συλλεκτών.

## 4.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Με την επιλογή εκτέλεση στην αρχική οθόνη υπολογίζονται η ενεργειακή απόδοση και η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

Με την επιλογή αποτελέσματα και στη συνέχεια απαιτήσεις – κατανάλωση στην ίδια οθόνη εμφανίζεται η κατάταξη του κτιρίου και ένας συγκριτικός πίνακας με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, ΖΝΧ, φωτισμός, συνεισφορά ΑΠΕ – ΣΗΘ), για το υπάρχον κτίριο και το κτίριο αναφοράς. (Εικόνα 27,28)



Εικόνα 27

Υπάρχον κτίριο

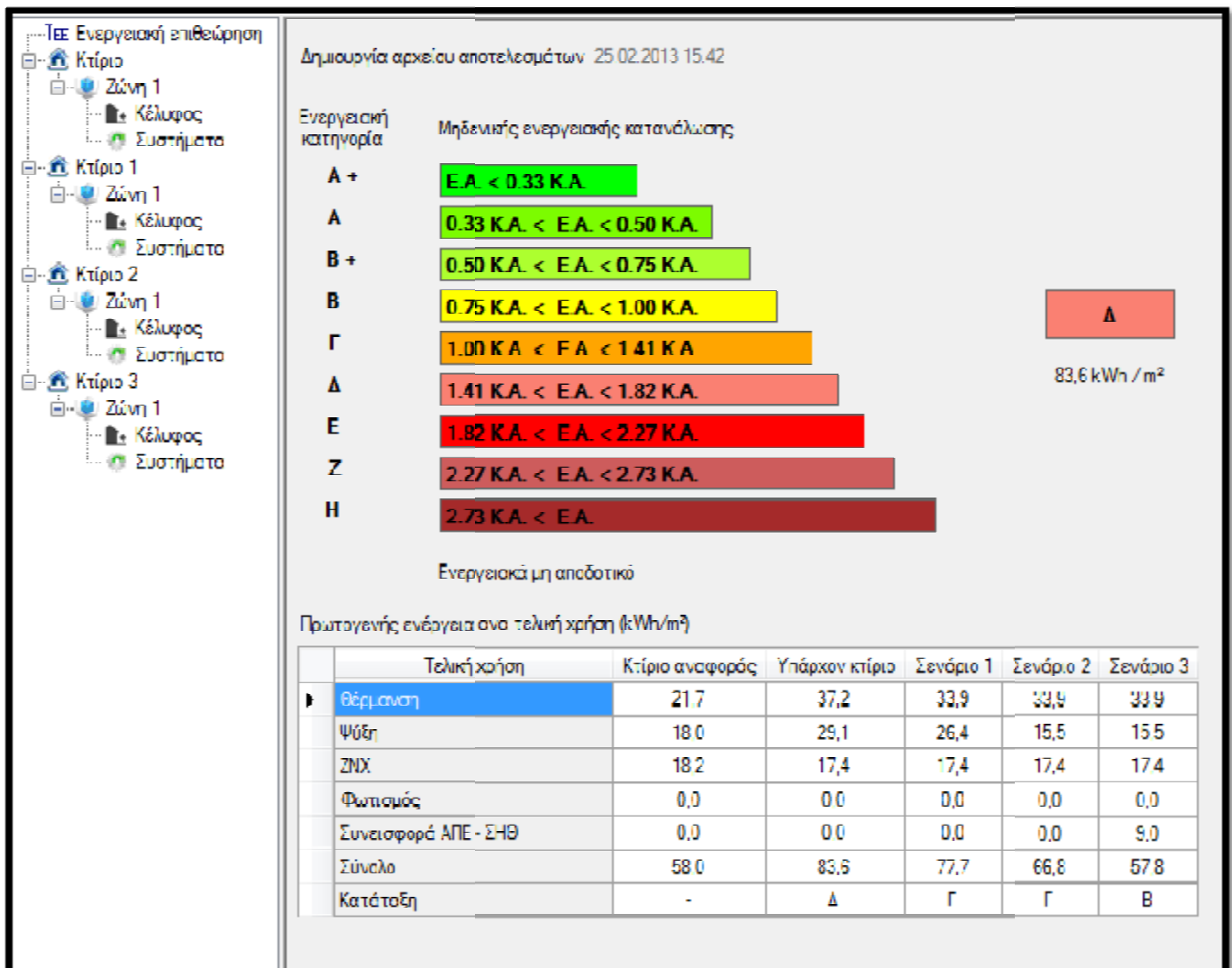
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶ Θέρμανση	5,4	5,1	3,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	4,5	20,5
Υξίση	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	7,6	11,5	11,1	2,6	0,0	0,0	0,0	33,9
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNX	1,7	1,5	1,6	1,4	1,2	1,0	0,9	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	15,3

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶ Θέρμανση	9,5	7,5	5,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	6,8	31,0
Ηλεκτρική ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Υξίση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,3	3,4	3,3	0,8	0,0	0,0	0,0	10,0
ZNX	1,1	0,9	0,9	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,7	1,0	6,0
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,5	0,5	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	0,9	0,8	0,6	0,6	9,9
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
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	10,6	8,5	5,9	0,9	0,6	2,3	3,4	3,3	0,8	0,4	2,5	7,8	47,0

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
▶ Ηλεκτρισμός	17,7	17,5
Πετρέλαιο	29,3	7,7
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλεκτρική	9,9	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	47,0	25,2

Εικόνα 28

## 4.7 ΣΕΝΑΡΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ



Εικόνα 29

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να διαμορφώσει μέχρι και τρία σενάρια για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Με δεξί κλικ του ποντικιού επάνω στο **Κτίριο** που βρίσκεται στο δένδρο πλοήγησης στο αριστερό άκρο της οθόνης (**Εικόνα 29**) ο χρήστης έχει τη δυνατότητα δύο επιλογών:

• Προσθήκη αντιγράφου κτιρίου.

Με τη συγκεκριμένη επιλογή αντιγράφεται το επιλεγμένο κτίριο με όλα τα δεδομένα που έχει εισάγει ο χρήστης και εμφανίζεται στο δένδρο πλοήγησης. Στη συνέχεια ο χρήστης **τροποποιεί** της τιμές των δεδομένων ανάλογα με το προτεινόμενο σενάριο και εισάγει το αντίστοιχο κόστος.

Γενικά

Χρήση:  
Μονοκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 113.200 Μέση κατανάλωση ΖΝΧ (m<sup>3</sup>/έτος): 54.7500  Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖΝΧ

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>3</sup>K): 260

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Τύπος Δ

Δείσδυση αέρα

Δείσδυση αέρα από κουφώματα (m<sup>3</sup>/h): 32 Αριθμός καμινάδων: 0 Αριθμός θυρίδων εξωτερισμού: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Εικόνα 30

Γενικά

Χρήση:

Μονοκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 113.200

Μέση κατανάλωση ΖΝΧ (m<sup>3</sup>/έτος): 54.7600

Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖΝΧ

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>2</sup>K): 260

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών: Τύπος Γ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κομμάτια (m<sup>3</sup>/h): 82

Αριθμός καμινάδων: 0

Αριθμός θυρίδων εξαερισμού: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

Κόστος (€): 0

Εικόνα 31

Στην (Εικόνα 30) βλέπουμε η κατηγορία διατάξεων ελεγχου και αυτοματισμών είναι τύπου Δ. Στην (Εικόνα 31) στο πρώτο αντίγραφο που δημιουργήσαμε αλλάξαμε τον τύπο από Δ σε Γ που αυτό σημαίνει ότι τοποθετούμε έναν κυκλοφορητή τύπου INVERTER στον λέβητα με κόστος 1200 ευρώ όπως βλέπουμε στην (Εικόνα 32).

Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Θ. Αν. (°)	CO2 (t)	Ιαν (h)	Φεβ (h)	Μαρ (h)	Απρ (h)	Μαϊ (h)	Ιουν (h)	Ιουλ (h)	Αυγ (h)	Σεπ (h)	Οκτ (h)	Νοε (h)	Δεκ (h)	Κόστος (€)
1	Λέβητας	55	0.57	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1200
2			1	1													

Εικόνα 32

Στο Κτίριο 2 και στο Κτίριο 3 όπως θα δούμε παρακάτω στις (Εικόνες 33,34) οι προσθήκες που έχουν γίνει στο κτίριο είναι :

Û ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ

Û ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΜΙΚΡΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ

Για την ακρίβεια προσθέσαμε ένα Φ\Β ισχύος 200 W.

Θέρμανση  Ύδρη  ΖΝΧ  Ηλεκτρικός αεθλαστής

Προσμεγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	E <sub>sp</sub> (-)	EER (-)	len (-)	Φελ (-)	Μακ (-)	Απρ (-)	Μακ (-)	Ιουλ (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοβ (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Αερόμυκτη Αθ	Ηλεκτρικός	8	1	3,4	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	3000
* 2				1	1													

Εικόνα 33

### ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ

Στην (Εικόνα 33) βλέπουμε ότι το κόστος της αντικατάστασης των κλιματιστικών είναι 3000 ευρώ. Η τιμή που αλλάξαμε για να είναι τα κλιματιστικά μας πιο αποδοτικά είναι η τιμή EER και από 2 που ήταν στο αρχικό μας κτίριο την κάναμε 3,4 που είναι η τιμή των κλιματιστικών τεχνολογίας INVERTER.

Επιλέξτε τα συστήματα που κτιρίου:  ΖΗΘ  Φωτοβολταϊκό  Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Ύδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελαυστήρες |  Φωτοβολταϊκό

	Τύπος	Συν. Α. (-)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Ισχύς (kW)	γ (deg)	β (deg)	F <sub>p</sub> (-)	Κόστος (€/m <sup>2</sup> )
▶	Πολυκρυσταλλικά	0.10	2	0.2	180	45	1.0	1000
*							1	

Εικόνα 34



## ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΜΙΚΡΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ

Στην (Εικόνα 34) βλέπουμε ότι έχουμε προσθέσει ένα Φ\Β αξίας 1000 ευρώ και ισχύος 200 W.

### · Διαγραφή αντιγράφου κτιρίου

Με την επιλογή αυτή διαγράφεται το επιλεγμένο κτίριο. Έπειτα από τα σενάρια που δημιουργήσαμε αφού πατήσουμε ξανά **εκτέλεση** όπως είπαμε παραπάνω παίρνουμε τα παρακάτω αποτελέσματα. (Εικόνα 29)

Στην (Εικόνα 35) βλέπουμε την οικονομοτεχνική ανάλυση. Εδώ εμφανίζονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών για το κόστος των επεμβάσεων και την περίοδο αποπληρωμής για κάθε σενάριο.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής						
	Εξοικονόμηση και κόστος	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	430,6	527,8	487,2	439,3	399,7
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			1.200,0	4.200,0	6.200,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (κWh/m <sup>2</sup> )			5,9	16,9	25,8
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			7,1	20,1	30,9
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			1,8	2,2	2,1
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )			1,7	5,4	8,5
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			29,5	47,4	48,4

Εικόνα 35

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΣΥΓΚΡΙΣΗ

Βασικό συμπέρασμα της συγκεκριμένης εργασίας είναι το ότι τα δύο υπό μελέτη υπολογιστικά μοντέλα παρουσιάζουν αποκλίσεις ως προς τα αποτελέσματά τους. Οι αποκλίσεις αυτές στα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή των προσομοιωτικών αυτών προγραμμάτων οφείλονται στις διαφορετικές υπολογιστικές μεθόδους που αυτά χρησιμοποιούν αλλά και στην ίδια τη λειτουργία των προγραμμάτων αυτών. Όσον αφορά τις αποκλίσεις λόγω των υπολογιστικών μεθόδων είναι κάτι αναμενόμενο καθώς υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση ως προς τους αλγορίθμους που χρησιμοποιούν. Τα προσομοιωτικά προγράμματα από την πλευρά τους διαφοροποιούνται ως προς την αναλυτικότητα των δεδομένων εισόδου στο καθένα. Σαν απόρροια των παραπάνω διαπιστώσεων οι κύριες αποκλίσεις ως επί το πλείστον παρουσιάζονται σε παράγοντες που καθορίζουν το ενεργειακό ισοζύγιο των κτιρίων και απαιτούν πληθώρα δεδομένων εισόδου. Τέτοιες διαφορές μεταξύ των δύο προγραμμάτων προκύπτουν ως προς τον υπολογισμό των ηλιακών κερδών όπου στο ημι-σταθερό μοντέλο εκτός του ότι η κίνηση του ήλιου δεν προσομοιώνεται, κάτι που συμβαίνει στο δυναμικό μοντέλο, απαιτείται λεπτομερής εισαγωγή δεδομένων που αφορούν την σκίαση του κτιρίου. Επιπροσθέτως, οι αποκλίσεις γίνονται μεγαλύτερες καθώς το δυναμικό μοντέλο μπορεί να λαμβάνει υπόψη τη θέση του κτιρίου σε σχέση με τον πολεοδομικό ιστό που το περιβάλλει καθώς και την ταχύτητα του ανέμου, τη διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας με ωριαίο βήμα καθώς και τις θερμοκρασιακές διαφορές που προκύπτουν στις επιμέρους ζώνες του. Με βάση τα τον υπολογισμό των εσωτερικών κερδών από τα δύο μοντέλα δεν υπήρξαν ουσιαστικές διαφορές, διότι είναι πιο απλός ο τρόπος εισαγωγής των δεδομένων και πιο απλή η διαδικασία υπολογισμού. Στην ίδια βάση με τις προηγούμενες διαφοροποιήσεις που προκύπτουν στα αποτελέσματα των δύο υπολογιστικών μεθόδων, βασίζεται το γεγονός ότι δεδομένου ότι και στα δύο προγράμματα οι επιφάνειες του κτιριακού κελύφους εισήχθησαν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο και με τις ίδιες τιμές συντελεστή

θερμοπερατότητας, φαίνεται πως το ημι-στατικό μοντέλο υπερεκτιμά τις απώλειες μέσω μεταφοράς σε σχέση με το δυναμικό μοντέλο καθώς αδυνατεί να λάβει υπόψη την αποθήκευση και εκπομπή θερμότητας από τα δομικά και στοιχεία που συνθέτουν το κτιριακό κέλυφος.

Γενικότερα το ημι-στατικό μοντέλο προσομοιώνει πληθώρα δυναμικών χαρακτηριστικών με εμπειρικό τρόπο, όπως το ότι υπάρχει μια γενική τιμή που περιγράφει τη θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους, καθώς παράμετροι όπως η αδρανειακή θερμότητα του χώρου δεν λαμβάνονται υπόψη. Επιπλέον, το γεγονός ότι η ποσοστιαία διαφορά στην συνολική απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη των κτιρίων είναι κατά μέσο όρο της τάξης του 30% όπως αυτή προκύπτει από τα δύο μοντέλα, σημαίνει ότι υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να προκύψει διαφορετική ενεργειακή κατηγοριοποίηση του κτιρίου από το κάθε υπολογιστικό. Η πιθανότητα να γίνει διαφορετική κατηγοριοποίηση αυξάνεται ακόμα περισσότερο στην περίπτωση που κάποιο κτίριο που είναι ακόμα πιο πολύπλοκο στη χρήση και λαμβάνονται υπόψη παράγοντες όπως νυχτερινούς αερισμούς, μεταβλητά σκίαστρα, τις συνήθειες των ενοίκων, παράμετροι που στη μηνιαία μέθοδο δεν είναι εύκολο να παραμετροποιηθούν. Με βάση τις διαφορές που προκύπτουν από την μελέτη των αποτελεσμάτων των υφιστάμενων κτιρίων σε σχέση με τα ενισχυμένα, σημαντική διαπίστωση κατά την προσπάθεια κατανόησης της λειτουργίας των δύο υπολογιστικών μοντέλων αποτελεί το γεγονός ότι και τα δύο μοντέλα παρουσιάζουν τις ίδιες ετήσιες μειώσεις κατανάλωσης ενέργειας ποσοστιαία σε σχέση με τις καταναλώσεις των υπό μελέτη κτιρίων πριν και μετά από τις πραγματοποιημένες παρεμβάσεις. Αυτό σημαίνει και με βάση το γεγονός ότι τα υπό εισαγωγή δεδομένα είναι ίδια και στα δύο προγράμματα ότι και τα δύο προσομοιωτικά προγράμματα αντιδρούν με τον ίδιο τρόπο σε τυχόν παρεμβάσεις που υφίστανται και η όλη τελική διαφοροποίηση των αποτελεσμάτων τους βασίζεται στο υπολογιστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιούν και το οποίο καθόρισε την βασική ενεργειακή συμπεριφορά του κάθε κτιρίου αρχικά. Η συμπεριφορά αυτή θα βελτιώνεται και από τα δύο μοντέλα στο ίδιο ποσοστό, με οποιαδήποτε κοινή παρέμβαση βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου,

δίνοντας όμως διαφορετικά τελικά αποτελέσματα λόγο της διαφοροποίησης κατά την αρχική μοντελοποίηση. Βάσει των όσων μελετήθηκαν, το ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ χρησιμοποιεί μία μέθοδο, η οποία μπορεί να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα κρίνοντας τα σε επίπεδο τάξης μεγέθους. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε επίπεδο σύγκρισης μεταξύ δύο κτιρίων, όπως το χρησιμοποιεί ο Κ.Ε.Ν.Α.Κ. συγκρίνοντας το πραγματικό κτίριο με το κτίριο αναφοράς, διότι πιθανόν τα σφάλματα που εξαγάγει να είναι κοινά και στις δύο περιπτώσεις και να απαλείφονται. Όμως δεν δύναται να χρησιμοποιηθεί για ενεργειακή βελτιστοποίηση σε αναλυτικό επίπεδο, καθώς τα αποτελέσματά του δεν είναι λεπτομερή, όπως του Energy Plus και χάνεται το πλεονέκτημα των βέλτιστων επιλογών υλικών, θέσεων και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, κάτι για το οποίο έχει προταθεί η ενεργειακή μελέτη όχι μόνο σε Ελληνικό αλλά και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>
2. [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC\\_WORK/GR\\_ENERG\\_EIAS/kenak](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERG_EIAS/kenak)
3. <http://www.3dr.eu/products/kenak>
4. "ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ"  
Σταμάτης Πέρδιος-Μηχανολόγος Μηχανικός Πολυτεχνείου Λωζάνης
5. Έχει μεταφραστεί αρκετό υλικό οσον αφορά το ENERGY PLUS παρμένο απο την ιστοσελίδα του προγράμματος
6. <http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/kelyfos/Papadopoulos.pdf>
7. <http://invenio.lib.auth.gr/record/129000/files/orlandominervinodiplwmatikipdf.pdf?version=1>
8. <https://www.youtube.com/watch?v=e-4xIRUmQVg>
9. [https://web.stanford.edu/class/cee243/Week7\\_2011Lab.pdf](https://web.stanford.edu/class/cee243/Week7_2011Lab.pdf)