



ΑΝΩΤΑΤΟ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ - ΤΜΗΜΑ  
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

## Πτυχιακή εργασία

Ενεργειακή Μελέτη κτηρίου (κατοικίας) στα Χανιά Κρήτης με  
βάση τον Κανονισμό Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτηρίων  
(ΚΕΝΑΚ) και με την χρήση εξειδικευμένων λογισμικών  
πακέτων. Συγκρίσεις, συμπεράσματα.

Σπουδαστής: Χιωτάκης Σταύρος

ΑΜ: 5614

Επιβλέπων Καθηγητής: Μονιάκης Μύρων

Μάιος 2017

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερωσ θερμά, τον Επιβλέποντα Καθηγητή της παρούσας πτυχιακής εργασίας, κ. Μονιάκη Μύρωνα, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια διαμόρφωσης και υλοποίησης της εργασία.

Χιωτάκης Σταύρος

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	3
ABSTRACT.....	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....	8
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ.....	8
1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΚΕνΑΚ.....	9
1.3 ΠΕΡΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	10
1.3.1 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ... ..	10
1.3.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ/ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΩΝ .....	11
1.3.3 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ....	12
1.3.4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.....	12
1.3.5 ΘΕΡΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	14
1.3.6 ΣΤΑΔΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ .....	15
1.3.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ .....	16
1.3.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	17
1.3.9 ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ .....	18
1.3.10 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΟΛΟΥ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ( $U_m$ ).....	23
1.3.11 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ Η/Μ, ΒΕΜΣ ΚΑΙ ΑΠΕ .....	24
1.3.12 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....	27
2.1 ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΔΙΩΡΟΦΟΥ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΥΠΟΓΕΙΟ.....	27
2.1.1 ΣΥΝΤΟΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	27
2.2 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ .....	29
2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GCAD .....	30
2.3.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ GCAD.....	30
2.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΡΗΣΗΣ-ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ GCAD.....	31
2.3.2.1 Αρχικό περιβάλλον.....	31
2.3.2.2 Δημιουργία- Άνοιγμα νέας μελέτης.....	32
2.3.2.3 Προετοιμασία αρχιτεκτονικών και εισαγωγή σχεδίων στη μελέτη.....	33
2.3.2.4 Εισαγωγή Αδιαφανών επιφανειών .....	34
Τοιχοποιίες.....	34
Κολώνες.....	37

## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Δάπεδο- Οροφές.....	38
2.3.2.5 Εισαγωγή Διαφανών επιφανειών .....	39
2.3.2.6 Θερμογέφυρες .....	42
2.3.2.7 Σκιάσεις .....	46
Σκιάσεις Οριζοντίων Προβόλων .....	46
Σκιάσεις καθέτων προβόλων.....	49
Σκιάσεις από διπλανά Κτήρια- Μακρινά Εμπόδια .....	50
2.3.2.8 Κύκλος θέσης Ήλιου & Σκαριφήματα Ηλιασμού .....	52
Κύκλος θέσης Ήλιου .....	52
Σκαριφήματα Ηλιασμού.....	54
2.3.2.9 Άλλες εντολές του προγράμματος.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....	56
3.1 ΣΧΕΔΙΑ ΑΠΟ ΤΟ GCAD ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	57
3.1.1 ΚΑΤΟΨΕΙΣ.....	57
3.1.2 3D ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΙΣ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	61
3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ (ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ- ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ).....	66
3.2.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	66
3.2.2 ΒΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ (ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ)....	67
3.2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	68
3.2.3.1 Αρχικό περιβάλλον.....	68
3.2.3.2 Δημιουργία- Επιλογή Μελέτης.....	69
3.2.3.3 Συμπλήρωση στοιχείων μελέτης .....	70
Στοιχεία Μελέτης .....	70
Στοιχεία Τεχνικής Έκθεσης.....	71
Στοιχεία εσωτερικών συνθηκών .....	71
Στοιχεία Κτηρίου.....	72
Τυπικά στοιχεία .....	73
Μη θερμαινόμενοι χώροι .....	75
3.2.3.4 Παράθυρα Υπολογιστικού περιβάλλοντος.....	76
Φύλλο Υπολογισμού .....	76
Ζώνες .....	77
Επίπεδα- Στοιχεία κελύφους .....	78
Συστήματα .....	81
Σύστημα Θέρμανσης.....	82
Σύστημα Κλιματισμού.....	83
Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης.....	85

## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Ηλιακός Συλλέκτης .....	87
Ενεργειακή Κατανάλωση.....	88
Μη Αποδεκτά Στοιχεία Κτηρίου/ Συστημάτων.....	89
Μόνωση Κτηρίου.....	90
Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) .....	91
3.2.3.5 Δημιουργία Τεχνικής Έκθεσης και .xml αρχείου .....	92
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....	93
4.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΑΡΑΔΟΧΩΝ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ...	93
4.1.1 ΠΑΡΑΔΟΧΗ Α.....	93
4.1.1.1 Περιγραφή .....	93
4.1.1.2 Αποτελέσματα.....	94
4.1.2 ΠΑΡΑΔΟΧΗ Β.....	97
4.1.2.1 Περιγραφή .....	97
4.1.2.2 Αποτελέσματα.....	98
4.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΡΑΔΟΧΩΝ .....	101
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	108
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	109

## ABSTRACT

The "energy problem" is one of the most serious global problems created by the inexhaustible use of natural resources by humans. There are serious global impacts, including the rapid reduction of the remaining resources, the degradation of the environment, as well as the increase in carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions, which play a leading role in climate change. In particular, the building sector is responsible for about 40% of total energy consumption at both national and European level. To address this problem, European regulations and directives, which concern the energy upgrading of existing and new buildings, have been applied. In this way, a significant reduction in energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions is achieved.

This paper refers to the Greek Regulation for the Energy performance of buildings (KEvAK).

The first chapter starts with a historical review and continues with a presentation of how to conduct an energy study, according to KEvAK and the instructions of the Technical Chamber of Greece (TOTEE). It ends with the detailed explanation of the most important components of an energy study.

In the second chapter, the design and operation of the design program, as used for the energy study of a two-storey building with a basement, is presented.

The third chapter includes the steps of conducting the energy study, through the software of the package (4M-KENAK), as well as all the results.

Finally, the fourth chapter includes two alternative assumptions of the study, the comparison between these assumptions, and the choice of the optimal solution.

**Key words:** Energy problem, energy and buildings, thermal insulation, thermal bridges, heat pump, alternative energy sources, Greek and European regulations of thermal insulation, air conditioning, boilers.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το "ενεργειακό πρόβλημα" είναι ένα από τα σοβαρότερα παγκόσμια προβλήματα, το οποίο δημιουργείται από την αλόγιστη χρήση των φυσικών πόρων από τον άνθρωπο. Υπάρχουν σοβαρές επιπτώσεις σε παγκόσμιο επίπεδο, με κυριότερες την ταχεία μείωση των εναπομεινάντων πόρων την υποβάθμιση του περιβάλλοντος καθώς επίσης και την αύξηση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), οι οποίες παίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο στην κλιματική αλλαγή. Ειδικότερα ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού, θεσπίστηκαν ευρωπαϊκοί κανονισμοί και οδηγίες, που αφορούν στην ενεργειακή αναβάθμιση υπαρχόντων και νέων κτηρίων. Με τον τρόπο αυτό κατορθώνεται σημαντική μείωση στη κατανάλωση ενέργειας και στις εκπομπές CO<sub>2</sub>.

Η εργασία αυτή, αναφέρεται στον Ελληνικό Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕνΑΚ).

Το πρώτο κεφάλαιο, ξεκινά με μια ιστορική αναδρομή. Στην συνέχεια γίνεται παρουσίαση του τρόπου εκπόνησης μιας ενεργειακής μελέτης, σύμφωνα με τον ΚΕνΑΚ και των οδηγιών του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΟΤΕΕ), και τελειώνει με την αναλυτική περιγραφή των πιο σημαντικών συνιστωσών μιας ενεργειακής μελέτης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, γίνεται η παρουσίαση και η λειτουργία του σχεδιαστικού προγράμματος, όπως αυτό χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή της ενεργειακής μελέτης ενός διωρόφου κτηρίου (κατοικίας) με υπόγειο.

Το τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τα βήματα διεξαγωγής της ενεργειακής μελέτης, μέσω του υπολογιστικού λογισμικού του πακέτου (4M- ΚΕνΑΚ), καθώς και το σύνολο των αποτελεσμάτων.

Τέλος, το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει δυο εναλλακτικές παραδοχές της μελέτης, την σύγκριση των παραδοχών αυτών, και την επιλογή της βέλτιστης λύσης.

**Λέξεις κλειδιά:** Ενεργειακή μελέτη, ΚΕνΑΚ, ενεργειακή συμπεριφορά κτηρίων, θερμογέφυρες, θερμομόνωση κελύφους, συντελεστές θερμοπερατότητας, ενεργειακή απόδοση κτηρίων, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, αντλία θερμότητας, εναλλακτικές πηγές ενέργειας

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ

Η δεκαετία του 1970 σημαδεύτηκε από την προσπάθεια απάντησης του επιστημονικού κόσμου στις δύο πετρελαϊκές κρίσεις, η οποία οδήγησε στην υιοθέτηση από τον πολιτικό κόσμο κανονιστικών ρυθμίσεων για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση των κτηρίων. Στην προσπάθεια αυτήν περιλαμβάνονταν η θερμική προστασία του κτηριακού κελύφους και η μείωση των απωλειών αερισμού στα απολύτως αναγκαία επίπεδα.

Η δεκαετία του 1980 αποτέλεσε μία περίοδο δημιουργικής ανησυχίας, καθώς η προσπάθεια υλοποίησης των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας συνοδεύτηκε από αναζήτηση λύσεων στα προβλήματα που ανέκυπταν από τα ίδια τα μέτρα. Έτσι, δόθηκε έμφαση στην προσέγγιση του κτηρίου «χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας», με κυριότερο μεθοδολογικό εργαλείο τον ενεργειακό βιοκλιματικό σχεδιασμό, που αξιοποιεί το φυσικό περιβάλλον, με τον ηλιασμό, την ηλιοπροστασία, τη θερμοχωρητικότητα και το φυσικό αερισμό, και δεν προσπαθεί να απομονώσει το κτήριο από αυτό.

Στη δεκαετία του 1990 ο ενεργειακός σχεδιασμός χαρακτηρίστηκε από μία επιστημονική ωριμότητα. Διερευνήθηκε το θεωρητικό υπόβαθρο και αναπτύχθηκαν οι υπολογιστικές δυνατότητες, που επέτρεψαν τη μετάβαση από το εμπειρικό στο εμπειριστατωμένο επίπεδο. Με αυτά τα δεδομένα κατέστη δυνατή η ανάλυση των ιδιοτήτων των υλικών, η προσομοίωση της δυναμικής συμπεριφοράς ενός δομικού στοιχείου στο χρόνο και η αξιολόγηση της επιτυχίας της ένταξης μίας κατασκευής στο αστικό περιβάλλον, με ταχύτητα και ακρίβεια.

Στις αρχές του νέου αιώνα τα σύγχρονα κτήρια καταναλώνουν για θέρμανση το ένα έκτο της ενέργειας απ' ό,τι αυτά που κατασκευάστηκαν πριν το 1970, χωρίς να περιορίζουν τις επιλογές το αρχιτεκτονικού σχεδιασμού.

Πιο συγκεκριμένα, το πρώτο μέτρο στη χώρα μας για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια, ήταν ο κανονισμός θερμομόνωσης κτηρίων που εγκρίθηκε το 1979 (**ΦΕΚ 362Δ/1979**). Το Προεδρικό διάταγμα **4-7-1979**, με την ονομασία 'Κανονισμός Θερμομόνωσης', καθιστά υποχρεωτική την εφαρμογή μόνωσης σε κάθε νέα οικοδομή και καθορίζει με λεπτομέρεια τις ελάχιστες θερμομονωτικές απαιτήσεις των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους, καθώς και τα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για να εξασφαλίζεται η ικανοποιητική θερμομόνωση των κτηρίων.

Όμως, με την εμφάνιση του αποκαλούμενου « ενεργειακού προβλήματος », το οποίο πρόεκυψε από:

- Την κλιματική αλλαγή και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος,
- την αυξανόμενη ζήτηση της ενέργειας, την εξάντληση των φυσικών πόρων, και την ανάγκη για ενεργειακή απεξάρτηση από τρίτες χώρες,
- την ανάγκη για ανάπτυξη με την παράλληλη και ισότιμη προώθηση της οικονομίας, της κοινωνίας και του περιβάλλοντος,

οδήγησαν την «Ενεργειακή Πολιτική για την Ευρώπη »στην εξεύρεση λύσεων και τη μετακίνηση από την «εποχή του άνθρακα» σε μια σύγχρονη ενεργειακή επανάσταση.

Με επίκεντρο την υλοποίηση του «πακέτου 20-20-20»δηλαδή μέχρι το 2020:

- 20% παραγωγή ενέργειας από Α.Π.Ε.,
  - 20% μείωση των εκλυόμενων ρύπων και
  - 20% εξοικονόμηση ενέργειας.
- Αύξηση του ποσοστού των ΑΠΕ (βιοκαυσίμων) στον τομέα των μεταφορών στο 10%.

Η Ε.Ε. έχει εκδώσει μία σειρά από οδηγίες με δεσμευτικά μέτρα και στόχους για τα κράτη μέλη, στα πεδία της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (2004/28/ΕΚ), της εξοικονόμησης ενέργειας και των



## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ενεργειακών υπηρεσιών (2006/32/ΕΚ), της ενεργειακής σήμανσης των συσκευών (2010/30/ΕΚ) και των αποδοτικών οχημάτων (2009/33/ΕΚ).

Η Οδηγία για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων» (2002/91/ΕΕ), προέβλεπε την ενεργειακή επιθεώρηση και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης για τα κτήρια καθώς επίσης και τη διαδικασία επιθεώρησης για τους λέβητες, τις εγκαταστάσεις θέρμανσης και κλιματισμού. Η οδηγία αυτή ενσωματώθηκε στην εθνική μας νομοθεσία με το Νόμο 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις». Μια από τις βασικότερες ρυθμίσεις που προβλέπει ο νόμος είναι η έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – **ΚΕνΑΚ**, ο οποίος εκδόθηκε στις 9 Απριλίου 2010 (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010). Για την υποστήριξη της εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ εγκρίθηκαν με την οικ. 17178/2010 Απόφαση Υπουργού ΠΕΚΑ (ΦΕΚ 1387/ Β/2.9.2010) οι Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ.

Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων (Φ.Ε.Κ. 362/4-7-79), **καταργήθηκε** και αντικαταστάθηκε με τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας, στον οποίο επικαιροποιήθηκαν επί το αυστηρότερο τα όρια τιμών του συντελεστή θερμοπερατότητας **U** που έθετε ο παλαιός κανονισμός. Η μελέτη θερμομονωτικής επάρκειας εντάσσεται ως αναπόσπαστο τμήμα στη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης, σύμφωνα με τον ΚΕνΑΚ.

Η οδηγία 2010/31/ΕΕ, η οποία είναι αναδιατύπωση της 2002/91/ΕΕ, ενσωματώθηκε στην εθνική νομοθεσία με τον Ν. 4122/2013 (ΦΕΚ 42Α'/19-02-2013).

Με το νέο νόμο επαναπροσδιορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης που υπάρχουν στον ΚΕνΑΚ, αλλά και για τα νέα κτήρια και για όσα υπάρχουν και ανακαινίζονται ριζικά, ορίζεται ότι από το 2021 και έπειτα, θα πρέπει να είναι κτήρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση, ενώ για τα νέα κτήρια που στεγάζουν υπηρεσίες του δημοσίου και ευρύτερου δημοσίου τομέα, η υποχρέωση αυτή τίθεται σε ισχύ από την 1.1.2019.

### 1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΚΕνΑΚ

Ο σκοπός της δημιουργίας του ΚΕνΑΚ, είναι η μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό (ΘΨΚ), φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) με την ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτηρίων. Η επίτευξη του στόχου αυτού, πραγματοποιείται με τον ενεργειακά αποδοτικό σχεδιασμό του κελύφους, της χρήσης ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και ηλεκτρομηχανολογικών (Η/Μ) εγκαταστάσεων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).

Έτσι, κάθε νέο ή ριζικά ανακαινιζόμενο κτήριο θα πρέπει να πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, στη θερμομονωτική επάρκεια και στις Η/Μ εγκαταστάσεις (όπως ορίζονται στον ΚΕνΑΚ) και:

- Είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου είναι μικρότερη ή ίση από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς

- Είτε το εξεταζόμενο κτήριο έχει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με το κτήριο αναφοράς

τόσο ως προς το κτιριακό κέλυφος όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις στο σύνολό τους.

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 και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό. **Επίσης, είναι ενεργειακής κατηγορίας Β.**

### 1.3 ΠΕΡΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σύμφωνα με το άρθρο 10 του ν.3661/2008, από την έναρξη ισχύος των διατάξεων του Κ.Εν.Α.Κ., κάθε οικοδομική άδεια ανέγερσης νέου ή ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου, κατά την έννοια του νόμου, χορηγείται μόνο μετά την υποβολή στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία μελέτης για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου, όπως αυτή ορίζεται στον Κ.Εν.Α.Κ. σύμφωνα με την παράγραφο 1 του άρθρου 3 του νόμου. Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας για την σωστή λειτουργία του κτηρίου, μέσω:

- Του βιοκλιματικού αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, 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 με την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων,
- Της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγμένης) πρωτογενούς ενέργειας,
- Της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως ηλιοθερμικών συστημάτων, φωτοβολταϊκών συστημάτων, γεωθερμικών αντλιών θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) κ.ά.,
- Και της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου προκειμένου να ελέγχεται και να περιορίζεται η άσκοπη λειτουργία των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

#### 1.3.1 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – Κ.Εν.Α.Κ (Φ.Ε.Κ. Β 407/9.4.2010) και των Τεχνικών Οδηγιών 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».
- **20701-4/2010:** «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού».

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

- 20701-Χ/2010: «Βιοκλιματικός σχεδιασμός».
- 20701-Χ/2010: «Εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. σε κτήρια».
- 20701-Χ/2010: «Εγκαταστάσεις Σ.Η.Θ. σε κτήρια».

### 1.3.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ/ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΩΝ

Βάσει του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις» (Φ.Ε.Κ. Α 89), όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με το άρθρο 10 του νόμου 3851/2010, η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική για **όλα** τα νέα ή ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια. Από την υποχρέωση εκπόνησης μελέτης ενεργειακής απόδοσης εξαιρούνται οι ακόλουθες κατηγορίες κτηρίων:

- Κτήρια και μνημεία που προστατεύονται από το νόμο ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής αξίας τους, εφόσον η συμμόρφωση προς τις απαιτήσεις του παρόντος νόμου θα αλλοίωνε, κατά τρόπο μη αποδεκτό, το χαρακτήρα ή την εμφάνισή τους. Σύμφωνα με την εγκύκλιο 2279/22.12.2010, ως κτήρια και μνημεία που προστατεύονται από το νόμο ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής τους αξίας νοούνται και τα διατηρητέα κτήρια. Στην περίπτωση παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης των ως άνω κτηρίων, αυτές γίνονται κατόπιν έγκρισης του αρμόδιου φορέα προστασίας τους και εφαρμόζονται οι διατάξεις του Κ.Εν.Α.Κ. στο βαθμό που δεν παραβιάζονται οι ειδικοί όροι και οι μορφολογικοί περιορισμοί που διέπουν το προστατευόμενο κτήριο ή περιοχή και τους οποίους επιβάλλουν οι διοικητικές πράξεις προστασίας.
- Κτήρια που χρησιμοποιούνται ως χώροι λατρείας ή θρησκευτικών δραστηριοτήτων. Εξακολουθεί, ωστόσο, να υφίσταται η υποχρέωση ελέγχου της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. και των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Επιπλέον, στην περίπτωση που σε κτήρια αυτής της κατηγορίας υπάρχουν λειτουργικά ανεξάρτητοι και αυτόνομοι χώροι με επιφάνεια μεγαλύτερη των 50m<sup>2</sup>, ενταγμένοι ή μη στην κτηριακή μονάδα, οι οποίοι έχουν χρήση που δεν εξαιρείται από την εφαρμογή του κανονισμού, όπως χώροι γραφείων, συνάθροισης κοινού, εμπορίου κ.τ.λ., τότε εκπονείται υποχρεωτικά μελέτη ενεργειακής απόδοσης μόνο για τους συγκεκριμένους χώρους.
- Μη μόνιμα κτήρια των οποίων η διάρκεια της χρήσης τους, με βάση το σχεδιασμό τους, δεν υπερβαίνει τα δύο (2) έτη.
- Κτήρια βιομηχανικών και βιοτεχνικών εγκαταστάσεων, εργαστήρια, αποθήκες, χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων, πρατήρια υγρών καυσίμων, κτήρια αγροτικών χρήσεων πλην κατοικιών με χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις και όμοια κτήρια, τα οποία χρησιμοποιούνται από τομέα καλυπτόμενο από σχετική εθνική συμφωνία που αφορά στην ενεργειακή απόδοση κτηρίων. Στην περίπτωση που σε κτήρια αυτής της κατηγορίας υπάρχουν λειτουργικά ανεξάρτητοι και αυτόνομοι χώροι, ενταγμένοι ή μη στην κτηριακή μονάδα, οι οποίοι έχουν χρήση που δεν εξαιρείται από την εφαρμογή του κανονισμού, όπως χώροι γραφείων, συνάθροισης κοινού, εμπορίου, κ.τ.λ., τότε εκπονείται υποχρεωτικά μελέτη ενεργειακής απόδοσης μόνο για τους συγκεκριμένους χώρους.

### 1.3.3 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Η ενεργειακή μελέτη που υποβάλλεται στην πολεοδομία για την έκδοση οικοδομικής άδειας θα πρέπει να περιλαμβάνει τις παρακάτω ενότητες σύμφωνα με το άρθρο 11 του Κ.Εν.Α.Κ. :

- 1η ενότητα: Γενικές πληροφορίες του κτηρίου
  - Τοποθεσία
  - χρήση κτηρίου (κατοικία, γραφεία, κ.ά.)
  - πρόγραμμα λειτουργίας (ωράριο)
  - αριθμός χρηστών (συνολικός και ανά βάρδια για κτήρια με 24-ώρη λειτουργία)
  - Επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, αερισμός, φωτισμός)
  - Δεδομένα και παραδοχές για τους παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου
  - Κλιματικά δεδομένα της περιοχής
- 2η ενότητα: Τεκμηρίωση του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού του κτηρίου με γνώμονα τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που προβλέπονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ..
- 3η ενότητα: Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας των δομικών στοιχείων και του κελύφους του κτηρίου σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές του κτηριακού κελύφους που προβλέπουν το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και η τεχνική οδηγία του ΤΕΕ 20701-1/2010.
- 4η ενότητα: Τεκμηρίωση της ικανοποίησης των ελάχιστων προδιαγραφών και του σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ..
- 5η ενότητα: Μελέτη σκοπιμότητας σύμφωνα με το άρθρο 4 του νόμου 3661/2008.
- 6η ενότητα: Παρουσίαση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού π.χ. ΤΕΕ-KENAK. Σύμφωνα με την τεχνική οδηγία του Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και ενεργειακή κατηγοριοποίηση του κτηρίου.
- 7η ενότητα: Λίστα ελέγχου πληρότητας (check list) της μελέτης ενεργειακής απόδοσης, ως προς τις ελάχιστες απαιτήσεις και τεχνικές προδιαγραφές που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ.

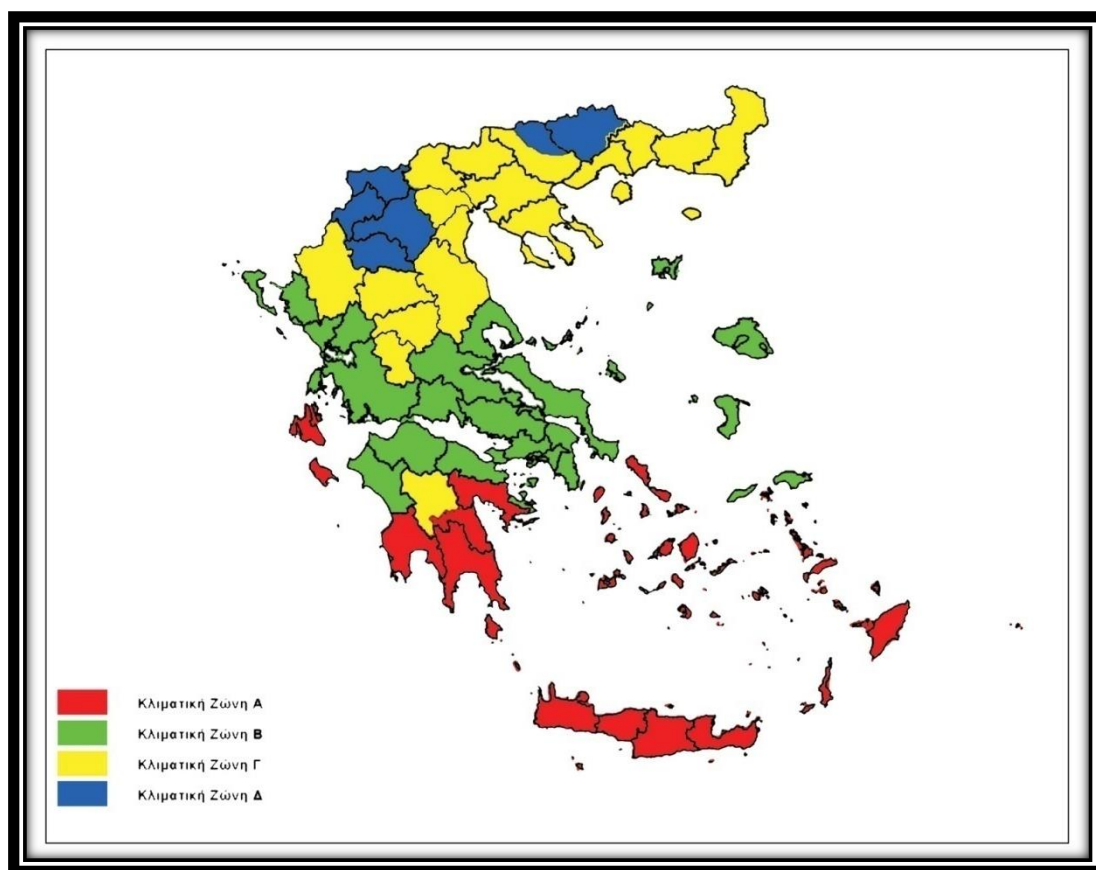
### 1.3.4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης. Στον πίνακα (1.4) της ΤΟΤΕΕ-20701-1, προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών στο σχήμα 1.1. Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για την Δ ζώνη όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ. Στο τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ και στο τμήμα του νομού Σερρών (ΒΑ τμήμα) που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Δ, περιλαμβάνονται όλες οι περιοχές που έχουν υψόμετρο άνω των 500 μέτρων.

## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

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

Πίνακας 1-1 Κλιματικές ζώνες βάση TOTEE



Εικόνα 1.1 Απεικόνιση κλιματικών ζωνών Ελληνικής Επικράτειας

1.3.5 ΘΕΡΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

Για κάθε δομικό στοιχείο που διαχωρίζει μία θερμική ζώνη του κτηρίου με τον εξωτερικό αέρα (π.χ. τοιχοποιίες, κατακόρυφα στοιχεία φέροντος οργανισμού, επιστεγάσεις, δάπεδο επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο κ.ά.), με το έδαφος (π.χ. κατακόρυφα στοιχεία σε επαφή με το έδαφος, δάπεδο σε επαφή με το έδαφος κ.ά.), με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. τοιχοποιίες, φέροντα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος, δάπεδα, οροφές σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους) θα πρέπει να προσδιοριστούν οι θερμοφυσικές ιδιότητες τόσο των επί μέρους στρώσεων που το συνθέτουν, όσο και της συνολικής διατομής. Συγκεκριμένα στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης, για κάθε δομικό στοιχείο που αναφέρθηκε παραπάνω, υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας, **U-value**, με τον τρόπο που αναλύεται στην τεχνική οδηγία «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων». Ο συντελεστής θερμοπερατότητας **U (σε W/(m<sup>2</sup>K))** των δομικών στοιχείων στα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα 3.3α της ΤΟΤΕΕ 20701-1, όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. Επίσης, κατά την μελέτη ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου θα πρέπει να υπολογίζεται και ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας **U<sub>m</sub>** του κτηρίου, με τον τρόπο που αναλύεται στην ίδια σχετική τεχνική οδηγία. Ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας στα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια δεν πρέπει να υπερβαίνει τις τιμές του πίνακα 3.3β, όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ.

Για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια που ενσωματώνουν στο κέλυφος παθητικά συστήματα, πέραν αυτών του άμεσου κέρδους (νότια ανοίγματα), τα συστήματα αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) ως έχουν, αλλά αντικαθίστανται με αντίστοιχα συμβατικά δομικά μη διαφανή στοιχεία με θερμικά χαρακτηριστικά, όπως ορίζονται στον πίνακα 3.3α.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> .K)]			
		Κλιματική ζώνη			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές).	U <sub>V,D</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U <sub>V,W</sub>	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή).	U <sub>V,DL</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	U <sub>V,G</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους.	U <sub>V,WE</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες κ.ά.)	U <sub>V,F</sub>	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες.	U <sub>V,GF</sub>	2,20	2,00	1,80	1,80

Πίνακας 1-2 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.

A/V (m <sup>-1</sup> )	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U <sub>m</sub> ) σε [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

Πίνακας 1-3 Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας U<sub>m</sub> κτηρίου για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.

### 1.3.6 ΣΤΑΔΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ

Ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου αποτελεί το πρώτο βήμα της ενεργειακής μελέτης. Υπολογίζει τις ανταλλαγές θερμότητας του κτηρίου με το περιβάλλον μέσω αγωγιμότητας και συναγωγής και εξετάζει αν αυτές περιορίζονται μέσα σε συγκεκριμένα όρια. Ειδικότερα, ο έλεγχος γίνεται με βάση το συντελεστή θερμοπερατότητας (U) σε δύο στάδια:

- Κατά το πρώτο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια ενός εκάστου των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτηρίου. Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας του κανονισμού, θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U<sub>εξεταζ.</sub> αυτού του δομικού στοιχείου να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας U<sub>max</sub> που ορίζει ο κανονισμός, ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων. Πρέπει, δηλαδή να ισχύει:

$$U_{\text{εξεταζ.}} \leq U_{\text{max}} \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]} \quad (1)$$

- Κατά το δεύτερο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια του συνόλου του κτηρίου. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου (U<sub>m</sub>) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτήριο (U<sub>m,max</sub>), αυτού εντασσόμενου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U<sub>m,max</sub>) υπολογίζεται λαμβανομένου υπόψη του λόγου του συνόλου των εξωτερικών επιφανειών του κτηρίου (κατακόρυφων και οριζόντιων) προς τον όγκο του (A/V). Πρέπει δηλαδή να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m, \text{max}} \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]} \quad (2)$$

Η ικανοποίηση αυτών των δύο ελέγχων αποτελεί προϋπόθεση για τα επόμενα βήματα της ενεργειακής μελέτης, όπως αυτά αναλυτικά περιγράφονται στην τεχνική οδηγία «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης». Σε περίπτωση πάντως που κατά την εφαρμογή της ενεργειακής μελέτης χρησιμοποιηθούν υλικά διαφορετικά από τα προδιαγεγραμμένα στη μελέτη, οφείλει να υποβληθεί νέα διορθωτική ενεργειακή μελέτη με τα χρησιμοποιηθέντα υλικά.

1.3.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ  
ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Ο βαθμός θερμομονωτικής προστασίας ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου προσδιορίζεται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U), αυτού οριζόμενου από το αντίστροφο του αθροίσματος των θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι διαδοχικές στρώσεις του δομικού στοιχείου στη θεωρούμενη κατά παραδοχή μονοδιάστατη και κάθετη στην επιφάνειά του ροή θερμότητας μέσω αυτού και των αντίστοιχων θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι εκατέρωθεν των όψεων του στρώσεις αέρα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου n στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \left( \frac{d_j}{\lambda_j} \right) + R_\delta + R_\alpha} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (3)$$

όπου:

U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,
n [-]	Το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
d [m]	Το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου,
λ [W/(m·K)]	Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,
R <sub>δ</sub> [m <sup>2</sup> ·K/W]	Η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,
R <sub>i</sub> [m <sup>2</sup> ·K/W]	Η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
R <sub>a</sub> [m <sup>2</sup> ·K/W]	Η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Η υπολογιζόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου, αναλόγως της θέσης του στο κτήριο, θα πρέπει να προκύπτει μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής, όπως αυτή ορίζεται στον πίνακα 6 για κάθε κλιματική ζώνη του ελλαδικού χώρου. Εάν η τιμή που προκύπτει είναι μεγαλύτερη, θα πρέπει ο έλεγχος να επαναληφθεί, αφού προηγουμένως βελτιωθούν τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου:

- με ενδεχόμενη αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης,
- με αντικατάσταση του θερμομονωτικού υλικού με άλλο (ενδεχομένως και των υλικών άλλων στρώσεων) που θα έχει χαμηλότερη τιμή συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, ώστε να προκύπτει μικρότερη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U.



### 1.3.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Στα διαφανή δομικά στοιχεία, δηλαδή στα κουφώματα, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος ( $U_w$ ) μπορεί:

- είτε να υπολογισθεί αναλυτικά
- είτε να θεωρηθεί δεδομένη με αποδοχή της πιστοποιημένης τιμής που διαθέτει ο κατασκευαστής.

Στην περίπτωση του αναλυτικού υπολογισμού η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος προκύπτει από τους συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος και του υαλοπίνακα κατά την ποσοστιαία αναλογία των εμβαδών των δύο υλικών στην επιφάνεια του κουφώματος, λαμβανομένης υπόψη και της γραμμικής θερμογέφυρας που αναπτύσσεται μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα, όπως περιγράφεται παρακάτω για μονό και για διπλό κούφωμα. Όταν στο κούφωμα περιλαμβάνονται και αδιαφανή τμήματα, πέραν του πλαισίου, λαμβάνονται και αυτά στον υπολογισμό.

Στην περίπτωση που ο μελετητής επιλέξει να χρησιμοποιήσει την τιμή θερμοπερατότητας του κουφώματος που δίνει ο κατασκευαστής του, θα πρέπει στη μελέτη να συνυποβάλει και το σχετικό πιστοποιητικό ελέγχου από διαπιστευμένο εργαστήριο βάσει του προτύπου προδιαγραφών του υλικού για σήμανση CE.

Στον πίνακα 10 της ΤΟΤΕΕ-20701-2, δίδονται ενδεικτικά τιμές του συντελεστή  $U_w$  για διαφορετικούς τύπους κουφώματος συναρτήσει του υλικού κατασκευής του πλαισίου (αλουμίνιο, συνθετικό, ξύλο) του τύπου του υαλοπίνακα (διπλός, τριπλός, με επικάλυψη από τη μια πλευρά ή από τις δύο), της ικανότητας θερμικής εκπομπής, του τύπου του αερίου του διακένου μεταξύ των φύλλων των υαλοπινάκων και της ποσοστιαίας αναλογίας πλαισίου υαλοπίνακα. Στην περίπτωση που τα κουφώματα τού υπό μελέτη κτηρίου παρουσιάζουν όμοια γεωμετρικά και θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά με τα κουφώματα του πίνακα τότε μπορεί να γίνει απευθείας χρήση των τιμών του, δηλαδή η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε κουφώματος μπορεί να ληφθεί απευθείας από τον πίνακα. Σημειώνεται ότι στις τιμές του πίνακα έχει ληφθεί επίσης υπόψη η παρατηρούμενη θερμογέφυρα που δημιουργείται στην επαφή του υαλοπίνακα με το πλαίσιο του κουφώματος. Πάντως ανεξαρτήτως του τρόπου υπολογισμού, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος οφείλει να είναι μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης, που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ.

Ενδεικτικά, βάσει των παραπάνω ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος με μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου (μονού κουφώματος) προκύπτει από τον τύπο:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (4)$$

όπου:

$U_w$	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
$U_f$	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
$U_g$	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων),
$A_f$	[m <sup>2</sup> ]	Το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
$A_g$	[m <sup>2</sup> ]	Το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
$l_g$	[m]	Το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου - υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα),

$\Psi_g$  [W/(m·K)] Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Όσον αφορά τους πίνακες τιμών:

- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του πλαισίου ( $U_f$ ) λαμβάνεται από τον πίνακα 11 ανάλογα με το υλικό κατασκευής του.
- Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα ( $U_g$ ) λαμβάνεται από τον πίνακα 12 ή υπολογίζεται όπως ορίζεται παρακάτω.
- Η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας ( $\Psi_g$ ) λαμβάνεται από τον πίνακα 13, που ορίζει τους τύπους των γραμμικών θερμογεφυρών μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα.

Αν η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_g$ ) του υαλοπίνακα δεν ληφθεί απευθείας από τον πίνακα 12, μπορεί να υπολογισθεί αναλυτικά από τον τύπο:

$$U_g = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \sum_{j=1}^{n-1} R_{\delta} + R_{\alpha}} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (5)$$

όπου:

$U_g$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα,
$n$ [–]	Το πλήθος των φύλλων του υαλοπίνακα: για n=1 μονός υαλοπίνακας, για n=2 διπλός υαλοπίνακας, για n=3 τριπλός υαλοπίνακας,
$d$ [m]	Το πάχος του κάθε φύλλου του υαλοπίνακα,
$\lambda$ [W/(m·K)]	Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας της υάλου,
$R_{\delta}$ [m <sup>2</sup> ·K/W]	Η θερμική αντίσταση του εγκλωβισμένου στρώματος αέρα στο διάκενο ανάμεσα στα φύλλα του υαλοπίνακα που μπορεί να ληφθεί από τον πίνακα 4β,
$R_i$ [m <sup>2</sup> ·K/W]	Η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
$R_{\alpha}$ [m <sup>2</sup> ·K/W]	Η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

### 1.3.9 ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ

Θερμογέφυρες ονομάζονται οι θέσεις στο κέλυφος ενός κτηρίου, στις οποίες εμφανίζεται σε σχέση με τις γειτονικές τους διαφοροποίηση στη θερμική αντίσταση των δομικών στοιχείων είτε λόγω ασυνέχειας της στρώσης θερμομόνωσης είτε λόγω διαφοροποίησης του υλικού κατά μήκος του δομικού στοιχείου είτε λόγω αλλαγής της γεωμετρίας της διατομής. Σ' αυτές τις θέσεις παρατηρείται μεταβολή στη ροή θερμότητας και στην εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία σε σχέση με τις γειτονικές τους.

Οι θερμογέφυρες αποτελούν τα "ασθενή" σημεία του κτηριακού περιβλήματος και λειτουργούν επιβλαβεντικά στη θερμική του προστασία. Επηρεάζουν την ενεργειακή

του συμπεριφορά και επιφέρουν μείωση της αίσθησης της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του χώρου. Συχνά καταλήγουν να είναι πρόξενοι ποικίλων φθορών και καταστροφών, ενίοτε ασήμαντων και επουσιωδών, κατά το πλείστον όμως επικίνδυνων και σοβαρών. Οι περισσότερες φθορές οφείλονται στην επιφανειακή συμπύκνωση των υδρατμών, λόγω της πτώσης της επιφανειακής θερμοκρασίας των δομικών στοιχείων σε τιμή χαμηλότερη της θερμοκρασίας δρόσου.

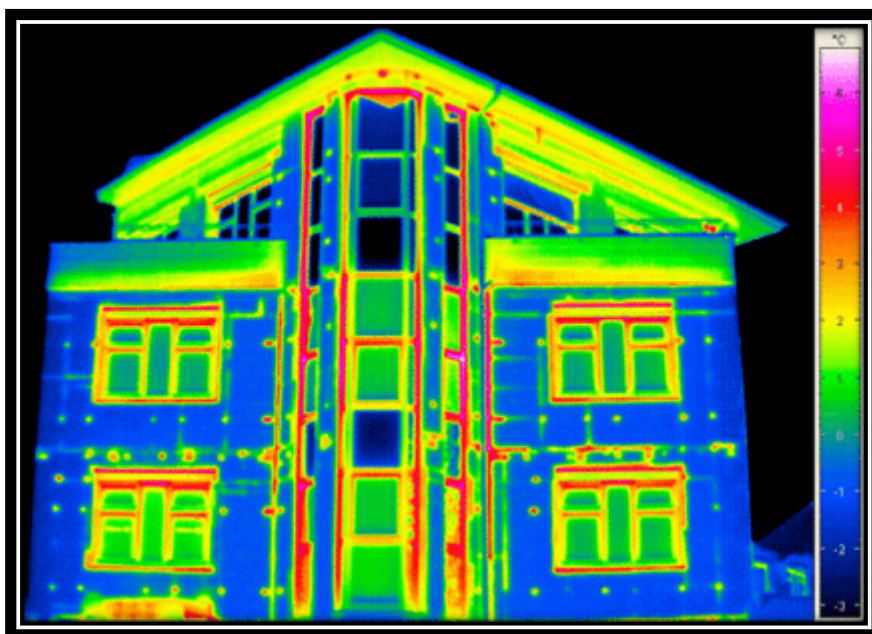
Από μελέτες έχει αποδειχθεί ότι οι θερμογέφυρες προσαυξάνουν κατά μέσο όρο την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση του συνολικού κελύφους του κτηρίου συγκριτικά με τη θεωρητικά υπολογιζόμενη, θεωρούμενης της θερμικής ροής στον υπολογισμό κατά παραδοχή ως μονοδιάστατο μέγεθος και κάθετο στην επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου, σε ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 5% και 30%. Αυτό το ποσοστιαίο εύρος έχει να κάνει με το μέγεθος του κτηρίου, τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά, τα αρχιτεκτονικά του στοιχεία και κατ' επέκταση με το πλήθος των εμφανιζόμενων θερμογεφυρών.

Οι θερμογέφυρες μπορούν να διακριθούν σε δύο τύπους:

- στις γραμμικές και
- στις σημειακές.

Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση και οφείλονται στη δημιουργία θέσεων στις οποίες η ροή θερμότητας παρουσιάζει έντονα δισδιάστατη φύση και η παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας παύει να ισχύει.

Οι σημειακές θερμογέφυρες εμφανίζονται στις ενώσεις των γραμμικών θερμογεφυρών, στις οποίες η ροή θερμότητας έχει τρισδιάστατη φύση. Οι σημειακές θερμογέφυρες δεν έχουν καμία διάσταση, ενώ η επίδρασή τους στις θερμικές ανταλλαγές θεωρείται πρακτικά αμελητέα· γι' αυτό και δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς. Αντίθετα, οι γραμμικές θερμογέφυρες λαμβάνονται υπόψη και συγκριτικά με τις σημειακές έχουν μεγαλύτερη επίδραση στη θερμική συμπεριφορά του κελύφους.



Εικόνα 1.2 Θερμογραφία κτηρίου για εμφάνιση θερμογεφυρών

Ως προς τις αιτίες δημιουργίας τους οι γραμμικές θερμογέφυρες διακρίνονται σε τρεις τύπους:

1. Σε γεωμετρικές θερμογέφυρες, οι οποίες δημιουργούνται σε θέσεις, στις οποίες η βασική γεωμετρία του δομικού στοιχείου παύει να είναι γραμμική, π.χ. στη θέση κάθετης τομής δύο εξωτερικών δομικών στοιχείων με τη

συνέχεια της θερμομόνωσης να μην διακόπτεται (γωνία). Σ' αυτήν την περίπτωση επειδή η συνολική εξωτερική επιφάνεια των δομικών στοιχείων διαφέρει από την εσωτερική, αναπτύσσονται έντονα φαινόμενα δισδιάστατης ροής θερμότητας. Ανάλογα με το αν χρησιμοποιούνται εσωτερικές ή εξωτερικές διαστάσεις για τους υπολογισμούς των θερμικών ροών, άτιμη του γραμμικού συντελεστή της συγκεκριμένης θερμογέφυρας διαφοροποιείται. Στην περίπτωση χρήσης εσωτερικών διαστάσεων παίρνει θετικές τιμές, ενώ στην περίπτωση χρήσης εξωτερικών διαστάσεων παίρνει αρνητικές, λειτουργώντας στην ουσία ως διόρθωση στους υπολογισμούς των ροών θερμότητας με παραδοχή μονοδιάστατης ροής. Για τις ανάγκες των υπολογισμών με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ. γίνεται παντού χρήση εξωτερικών διαστάσεων.

2. Οι κατασκευαστικές θερμογέφυρες δημιουργούνται σε θέσεις στις οποίες υπάρχει ασυνέχεια του θερμομονωτικού υλικού, π.χ. στις θέσεις ένωσης δοκού με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σε αυτήν την περίπτωση αναπτύσσεται έντονη δισδιάστατη ροή θερμότητας στην περιοχή της ασυνέχειας η οποία οδηγεί σε αυξημένες θερμικές απώλειες και μείωση της εσωτερικής επιφανειακής θερμοκρασίας. Σε αυτές τις θερμογέφυρες η τιμή του γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας είναι πάντα θετική.
3. Σε συνδυασμό των δυο παραπάνω τύπων. Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχει συνδυασμός γεωμετρικής και κατασκευαστικής θερμογέφυρας, π.χ. σε ένα γωνιακό υποσύλωμα θερμομονωμένο εξωτερικά, στο οποίο εφάπτονται δύο κάθετες μεταξύ τους τοιχοποιίες με θερμομόνωση στον πυρήνα. Σ' αυτές τις περιπτώσεις εμφανίζονται αυξημένες ροές θερμότητας και μειωμένη εσωτερική επιφανειακή θερμοκρασία, ενώ ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας μπορεί να λάβει, ακόμη και με χρήση εξωτερικών διαστάσεων για τους υπολογισμούς των ροών θερμότητας, τιμή αρνητική, θετική ή μηδενική ανάλογα με την περίπτωση.

Στόχος είναι να υπολογισθούν οι θερμικές απώλειες κατά μήκος της κάθε θερμογέφυρας. Για τον υπολογισμό τους απαιτούνται:

- ο κάθε τύπος θερμογέφυρας, που εκφράζεται με ένα συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$ , μετρούμενο σε  $W/(m \cdot K)$  και
- το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας  $l$ , που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου, μετρούμενο σε  $m$ . Οι θερμικές απώλειες κατά μήκος μιας θερμογέφυρας ορίζονται από το γινόμενο:

$$\Psi \cdot l \quad [W/K] \quad (6)$$

Ανάλογα με τη θέση εμφάνισής τους στο κτήριο, οι θερμογέφυρες απαντώνται:

- στη συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (**κατακόρυφες θερμογέφυρες**)
- στη συναρμογή των οριζόντιων δομικών στοιχείων με τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία (**οριζόντιες θερμογέφυρες**)
- στη συναρμογή των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία (**θερμογέφυρες κουφωμάτων**).

Οι κατακόρυφες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις κατόψεις του κτηρίου, Δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται καθ' ύψος, το μήκος τους μετράται με βάση τα σχέδια των τομών. Διακρίνονται τρεις υποκατηγορίες (σχήμα 6α):

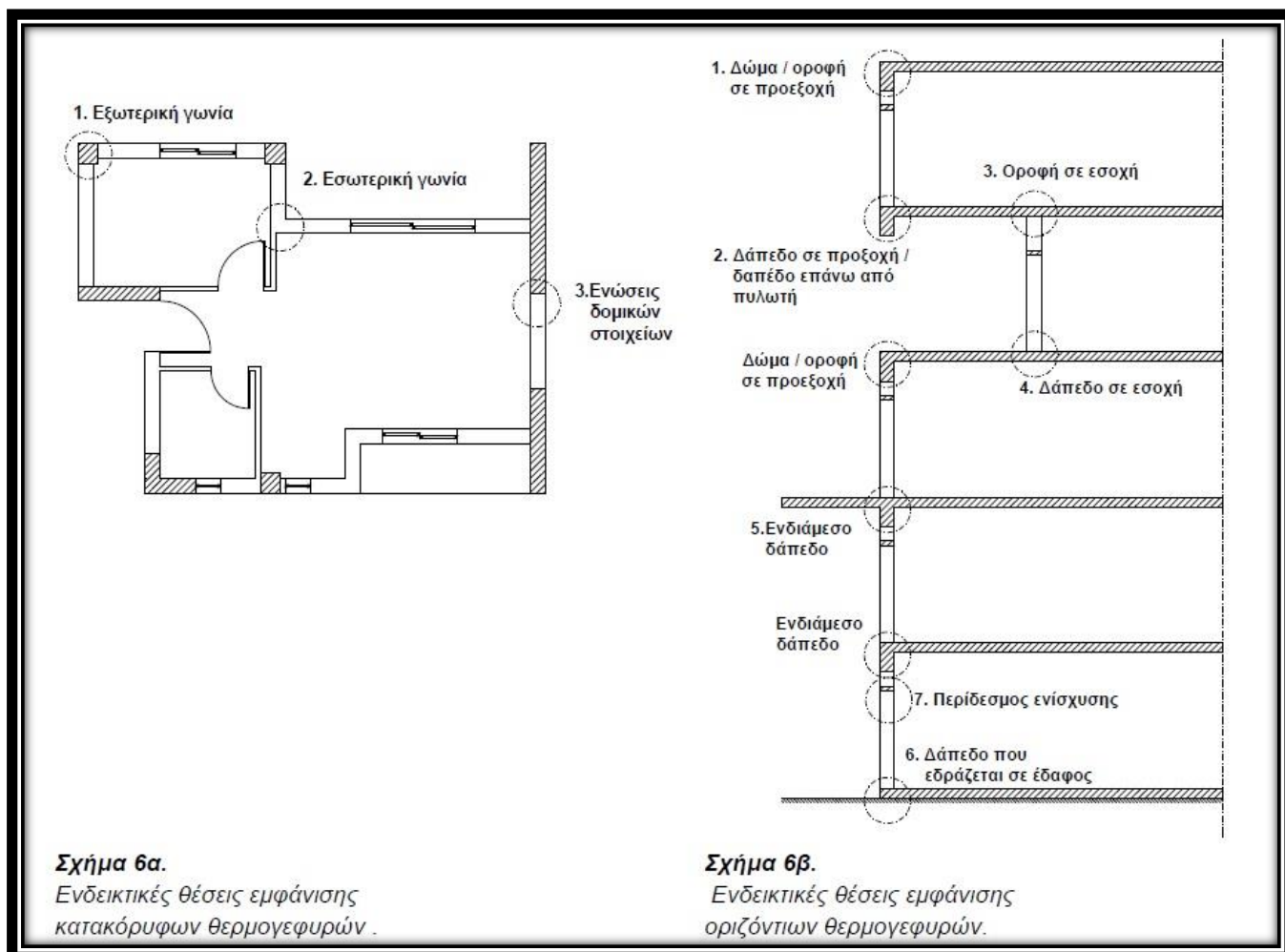
- θερμογέφυρες εξωτερικών γωνιών (ΕΞΓ)
- θερμογέφυρες εσωτερικών γωνιών (ΕΣΓ)
- θερμογέφυρες ένωσης δομικών στοιχείων (ΕΔΣ)

Οι οριζόντιες θερμογέφυρες εντοπίζονται στις τομές του κτηρίου. Δεδομένου ότι η κύρια διάστασή τους αναπτύσσεται κατά μήκος των δομικών στοιχείων, το μήκος

## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

τους μετράται με βάση τα σχέδια των κατόψεων. Διακρίνονται επτά υποκατηγορίες (σχήμα 6β):

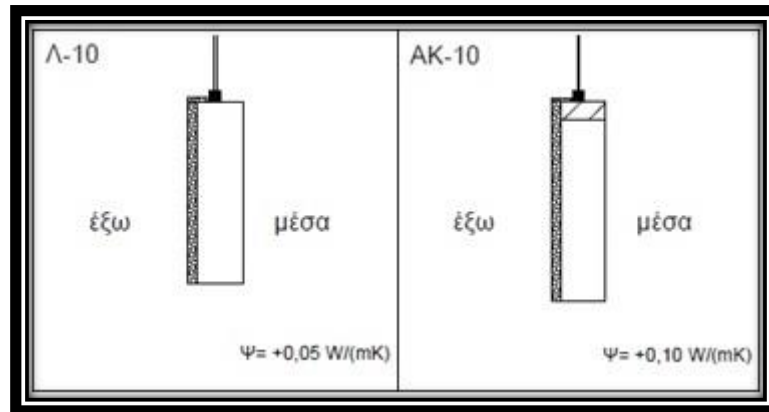
- θερμογέφυρες δώματος ή οροφής σε προεξοχή (Δ)
- θερμογέφυρες δαπέδου σε προεξοχή ή δαπέδου επάνω από πυλωτή (ΔΠ)
- θερμογέφυρες οροφής σε εσοχή (ΟΕ)
- θερμογέφυρες δαπέδου σε εσοχή (ΔΕ)
- θερμογέφυρες ενδιάμεσου δαπέδου (ΕΔΠ)
- θερμογέφυρες περιόδου ενίσχυσης (ΠΡ)
- θερμογέφυρες δαπέδου που εδράζεται σε έδαφος (ΕΔ)



Εικόνα 1.3 Σημεία εμφάνισης θερμογεφυρών στο κτήριο (εκτός ανοιγμάτων)

Οι θερμογέφυρες κουφωμάτων εντοπίζονται στις θέσεις συναρμογής των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία. Το μήκος τους μετράται με βάση τις διαστάσεις των ανοιγμάτων. Διακρίνονται δύο υποκατηγορίες:

- θερμογέφυρες στο λαμπά του κουφώματος (Λ)
- θερμογέφυρες στο ανωκάσι / κατωκάσι του κουφώματος (ΑΚ)



Εικόνα 1.4 Παραδείγματα μόνωσης θερμογεφυρών ανοιγμάτων

Για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών λόγω της ύπαρξης θερμογεφυρών και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου ο μελετητής πρέπει να γνωρίζει την τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$  και το μήκος  $\ell$  της θερμογέφυρας που δημιουργείται. Στους πίνακες 16α έως 16ιβ της ΤΟΤΕΕ-20701-2 παρουσιάζονται οι πλέον συνήθεις περιπτώσεις θερμογεφυρών που απαντώνται στις ελληνικές κατασκευές, ομαδοποιημένες ως προς τη θέση τους στο κτηριακό κέλυφος σύμφωνα με τα όσα αναλύθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους και παρουσιάζεται η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας ανά περίπτωση.

Για κάθε περίπτωση θερμογέφυρας δίνεται ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$ , ο οποίος έχει προκύψει με χρήση λογισμικού δισδιάστατης ροής θερμότητας, λαμβάνοντας τις εξωτερικές διαστάσεις των δομικών στοιχείων. Σε περίπτωση που ο τύπος μιας θερμογέφυρας δεν περιλαμβάνεται στις περιπτώσεις των πινάκων 16α έως 16ιβ της ΤΟΤΕΕ 20701-2, επιλέγεται η πλησιέστερη προς τον τύπο μορφή και λαμβάνεται ο αντίστοιχος συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$ . Εναλλακτικά, για τη διευκόλυνση των υπολογισμών των γραμμικών θερμογεφυρών, ο μελετητής μπορεί να κάνει χρήση του πίνακα 15. Σημειώνεται, ωστόσο, ότι σ' αυτή την περίπτωση οι συνολικές ροές θερμότητας που προκύπτουν είναι αυξημένες σε σχέση με τον αναλυτικό του υπολογισμό, κάνοντας χρήση των πινάκων 16α έως 16ιβ.

1.3.10 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΕΣΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΟΛΟΥ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ( $U_m$ )

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτηρίου ( $U_m$ ) προκύπτει από το συνυπολογισμό των συντελεστών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του περιβλήματος του θερμαινόμενου χώρου του κτηρίου κατά την ποσοστιαία αναλογία των αντίστοιχων εμβαδών τους. Στον υπολογισμό του  $U_m$  θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι γραμμικές θερμογέφυρες που αναπτύσσονται στα δομικά στοιχεία, ιδίως στα όρια της περιμέτρου των δομικών στοιχείων. Στη γενική του έκφραση ο υπολογισμός του  $U_m$  προκύπτει από τον τύπο:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^v l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (6)$$

όπου:

$U_m$	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κελύφους όλου του κτηρίου,
n	[-]	Το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτηρίου,
v	[-]	Το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας $A_j$ του κελύφους,
$A_j$	[m <sup>2</sup> ]	Το εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτηρίου,
$U_m$	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου j του κελύφους του κτηρίου,
$l_j$	[m]	Το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου,
$\Psi_j$	[W/(m·K)]	Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτηρίου,
b	[-]	Μειωτικός συντελεστής (όπως αναλύεται στην επόμενη ενότητα για κάθε τύπο δομικού στοιχείου).

Το ευρισκόμενο πηλίκο  $U_m$  συγκρίνεται με αυτό που ορίζεται ως μέγιστο επιτρεπόμενο  $U_{m,max}$  από το λόγο A/V του πίνακα 7 της ΤΟΤΕΕ-70201-2 για κάθε κλιματική ζώνη. Πρέπει πάντα να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m,max} \quad (7)$$

Αν δεν ικανοποιείται αυτή η συνθήκη, ο υπολογισμός επαναλαμβάνεται από την αρχή, έχοντας προηγουμένως βελτιώσει τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των επί μέρους δομικών στοιχείων (π.χ. αύξηση του πάχους της θερμομονωτικής στρώσης των αδιαφανών στοιχείων, βελτίωση της ποιότητας των κουφωμάτων, μείωση του μεγέθους των ανοιγμάτων κ.ά.).

Για τον υπολογισμό του λόγου A/V λαμβάνονται υπόψη όλες οι εξωτερικές επιφάνειες που διαμορφώνουν το κελύφος του κτηρίου είτε έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα είτε έρχονται σε επαφή με το έδαφος είτε με χώρο χαμηλότερης θερμοκρασίας. Ειδικότερα:

- Για την εύρεση του εμβαδού A υπεισέρχονται στον υπολογισμό οι εξωτερικές επιφάνειες του κελύφους στο σύνολό τους και με τις εξωτερικές τους διαστάσεις, παρακολουθώντας απόλυτα τη γεωμετρία του κτηρίου.
- Αντίστοιχα, ο όγκος V είναι ο όγκος του κτηρίου που περικλείεται από όλες αυτές τις επιφάνειες.

### 1.3.11 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ Η/Μ, ΒΕΜΣ ΚΑΙ ΑΠΕ

Εκτός από τον κατάλληλο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και τις αντίστοιχες επιλογές για τα στοιχεία του κελύφους του κτηρίου, ώστε να περιοριστούν κατά το δυνατόν περισσότερο τα θερμικά / ψυκτικά φορτία, σημαντικό ρόλο παίζει και ο σωστός σχεδιασμός των εγκαταστάσεων θέρμανσης - ψύξης - κλιματισμού (Θ.Ψ.Κ.), ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.), φωτισμού, καθώς και όλων των υπόλοιπων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων. Ο μελετητής οφείλει να σχεδιάζει αυτές τις εγκαταστάσεις με βασικό στόχο τη βέλτιστη λειτουργία τους και τον περιορισμό των καταναλώσεων ενέργειας στο ελάχιστο.

Στον Κ.Εν.Α.Κ. καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές (απαιτήσεις) για τις Η/Μ εγκαταστάσεις των νέων και ριζικώς ανακαινιζόμενων κτηρίων, καθώς επίσης και οι προδιαγραφές του κτηρίου αναφοράς, το οποίο αποτελεί μέτρο σύγκρισης τού υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου.

Ο μελετητής έχει τη δυνατότητα και ενθαρρύνεται στην εφαρμογή τεχνολογιών με ακόμη καλύτερες προδιαγραφές και απόδοση από τις ελάχιστες απαιτούμενες και αυτές του κτηρίου αναφοράς, ώστε η τελική ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου να είναι υψηλότερη της κατηγορίας Β. Στα περισσότερα κτήρια, και ιδιαίτερα σε αυτά που βρίσκονται εκτός αστικού ιστού, σε αραιοκατοικημένες περιοχές, υπάρχει συχνά αυξημένη δυνατότητα για αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και περαιτέρω περιορισμό της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων.

Η χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου επιφέρει σημαντική μείωση στην καταναλισκόμενη ενέργεια ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη κ.ά.). Οι διατάξεις αυτομάτου ελέγχου μπορεί να είναι σε τοπικό επίπεδο ή κεντρικό. Οι τοπικές διατάξεις ελέγχου, έχουν την δυνατότητα ελέγχου και ρύθμισης λειτουργίας ενός μεμονωμένου συστήματος όπως μιας αντλίας (μέσω ρυθμιστών στροφών (inverter) για ρύθμιση των στροφών λειτουργίας στα μερικά φορτία), ενός σώματος καλοριφέρ (μέσω θερμοστατικής βάνας) ή του δικτύου διανομής (μέσω θερμοστάτη αντιστάθμισης για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του μέσου μεταφοράς) ή ενός φωτιστικού (με τοπικό αισθητήρα παρουσίας) κ.τ.λ.

Στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15232:2007, ορίζονται τέσσερις κατηγορίες διατάξεων αυτομάτου ελέγχου, Α, Β, Γ και  $\bar{\Gamma}$ . Για να χαρακτηριστεί μια διάταξη αυτομάτου ελέγχου ότι ανήκει στην κατηγορία  $\bar{\Gamma}$ , θα πρέπει να πληροί (να διαθέτει) όλες τις επί μέρους μεμονωμένες διατάξεις αυτοματισμών ή καλύτερες από αυτές που αναφέρονται στον πίνακα 5.5. της ΤΟΤΕΕ-20701-1, και αφορούν στις μονάδες παραγωγής θέρμανσης / ψύξης, στις μονάδες αερισμού, στο δίκτυο διανομής, στις τερματικές μονάδες κ.ά., εφόσον υπάρχουν στο κτήριο και είναι απαραίτητοι οι αυτοματισμοί. Εάν δεν πληρούνται όλοι οι όροι (επί μέρους διατάξεις αυτοματισμών) μιας κατηγορίας, τότε θεωρείται ότι η συνολική διάταξη αυτοματισμού του κτηρίου ή θερμικής ζώνης, ανήκει στην προηγούμενη κατηγορία. Αντίστοιχα, οι κεντρικές διατάξεις αυτομάτου ελέγχου (Σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτηρίων - Building Energy Management Systems - BEMS), εφαρμόζονται για τον ολοκληρωτικό έλεγχο



μιας εγκατάστασης θέρμανσης χώρων ή/και ψύξης χώρων ή/και κλιματισμού ή/και φωτισμού κ.τ.λ.

Όσον αφορά τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου, λαμβάνει υπόψη την συνεισφορά των συστημάτων ηλιακών συλλεκτών και φωτοβολταϊκών.

Τα συστήματα ηλιακών συλλεκτών, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θερμικής ενέργειας με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Αυτή η θερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση χώρων ή για τη θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης, της υπό μελέτη ζώνης του κτηρίου. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών συλλεκτών, που μπορούν να εγκατασταθούν σε ένα κτήριο, ανάλογα με τη χρήση και τη διαθέσιμη επιφάνεια εγκατάστασης. Για τον υπολογισμό της συνεισφοράς ενός συστήματος ηλιακών συλλεκτών καταγράφονται τα απαραίτητα δεδομένα από την μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος, τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή, καθώς και από την επιθεώρηση της εγκατάστασης.

Τα απαιτούμενα δεδομένα είναι:

- Ο τύπος του ηλιακού συλλέκτη και ο συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης, σύμφωνα με τη χρήση συστήματος και την εκπονούμενη μελέτη διαστασιολόγησης.
- Η εγκατεστημένη απορροφητική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών ( $m^2$ ),
- Οι παράμετροι θέσης εγκατάστασης, ο προσανατολισμός και η κλίση των ηλιακών συλλεκτών.
- Η ενδεχόμενη ύπαρξη συστήματος περιστρεφόμενης βάσης των ηλιακών συλλεκτών, μονού ή διπλού άξονα.

### 1.3.12 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

Η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου προσδιορίζεται σύμφωνα με το άρθρο 13 του Κ.Εν.Α.Κ., ως ποσοστό της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς (Κ.Υ.Α. Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010, Φ.Ε.Κ. Β' 407). Το κτήριο αναφοράς κατατάσσεται εξ ορισμού στην ενεργειακή κατηγορία Β. Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτηρίων (Α+ έως Η) και τα όρια παρουσιάζονται στην κλίμακα ενεργειακής κατάταξης που απεικονίζεται στο σχήμα, όπου:

- EP είναι η ετήσια συνολική υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου.
- RR είναι η ετήσια συνολική υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς.



Εικόνα 1.5 Βαθμίδα ενεργειακής κατάταξης κτηρίων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

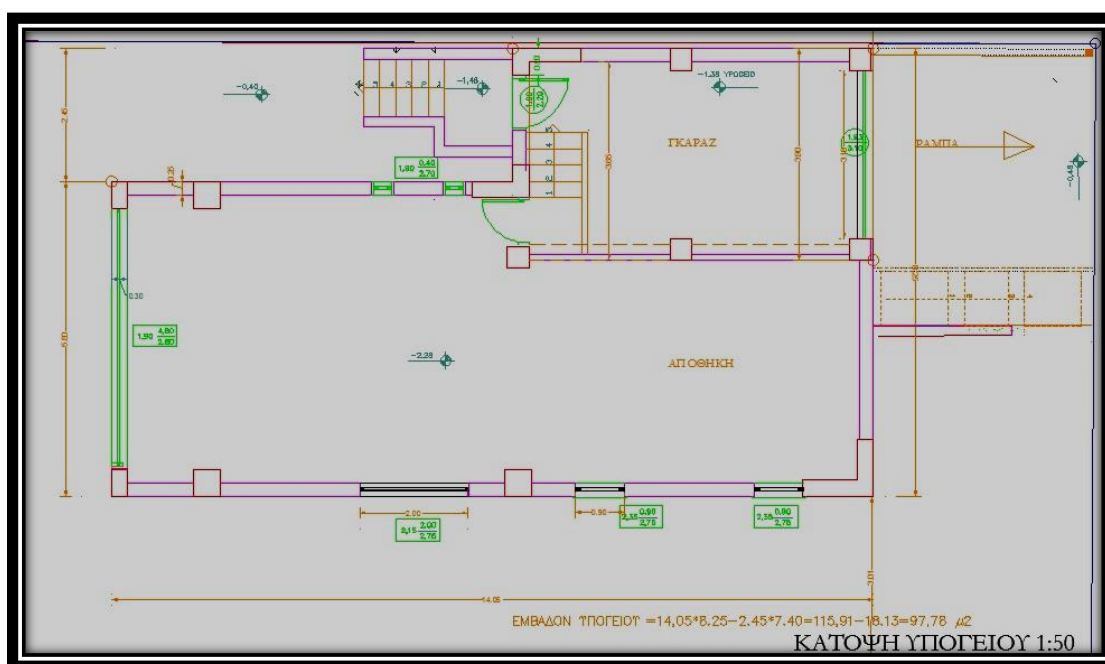
### 2.1 ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΔΙΩΡΟΦΟΥ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΥΠΟΓΕΙΟ

#### 2.1.1 ΣΥΝΤΟΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το υπό μελέτη κτήριο είναι νέα διώροφη οικοδομή κατοικία με υπόγειο και κολυμβητική δεξαμενή. Το ισόγειο και ο α' όροφος θα έχουν κύρια χρήση κατοικία. Στο υπόγειο θα κατασκευαστεί χώρος γκαράζ με πρόσβαση από τη οδό, χώρος αποθήκης καθώς και χώρος wc εντός συντελεστή δόμησης. Από το χώρο της αποθήκης υπάρχει πρόσβαση στο χώρο του μηχανοστασίου της κολυμβητικής δεξαμενής. Το ισόγειο και ο α' όροφος -απόληξη στο δώμα, θα θεωρηθούν θερμαινόμενοι χώροι. Το υπόγειο με τις αποθήκες, το χώρο στάθμευσης- και wc και το λεβητοστάσιο θα λειτουργούν ως μη θερμαινόμενοι χώροι στο κτήριο. Το ωράριο λειτουργίας του κτηρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

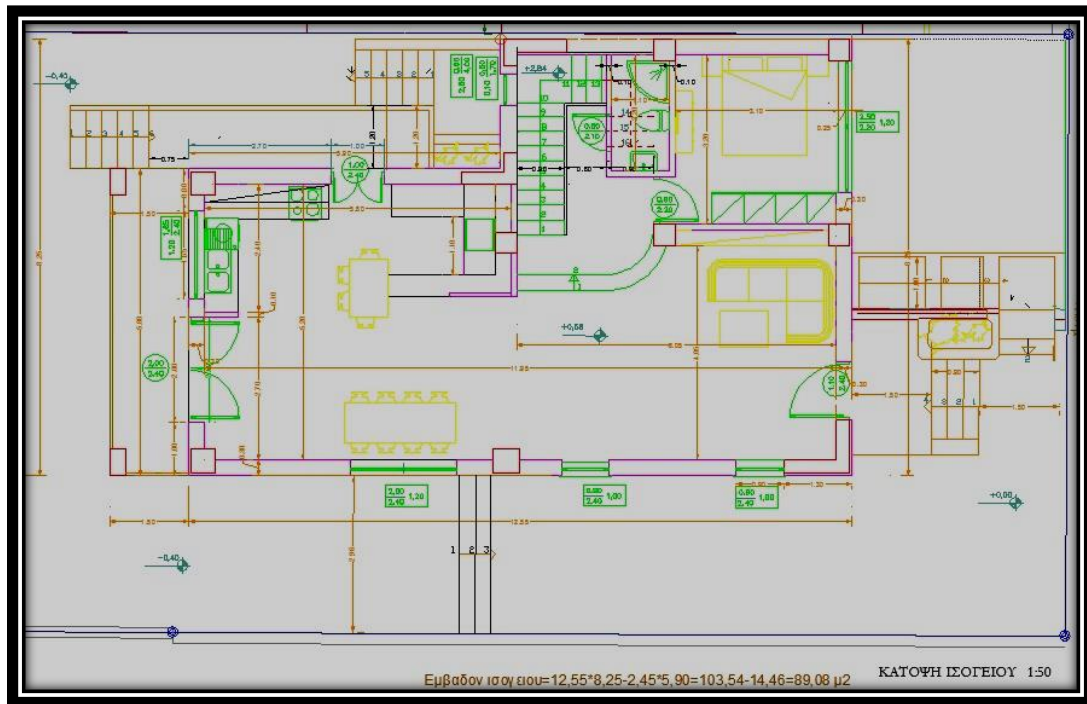
Το κτήριο θα κατασκευαστεί στα Χανιά , οπότε βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. ανήκει στη Α κλιματική ζώνη.

Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου φέρει θερμομόνωση εξωτερικά. Το δώμα του α' ορόφου, όπως επίσης και η απόληξη του κλιμακοστασίου θα θερμομονωθούν από την άνω παρειά τους, ενώ το δάπεδο της προεξοχής του α' ορόφου, καθώς και το δάπεδο του ισογείου, θα θερμομονωθούν στην κάτω παρειά τους.

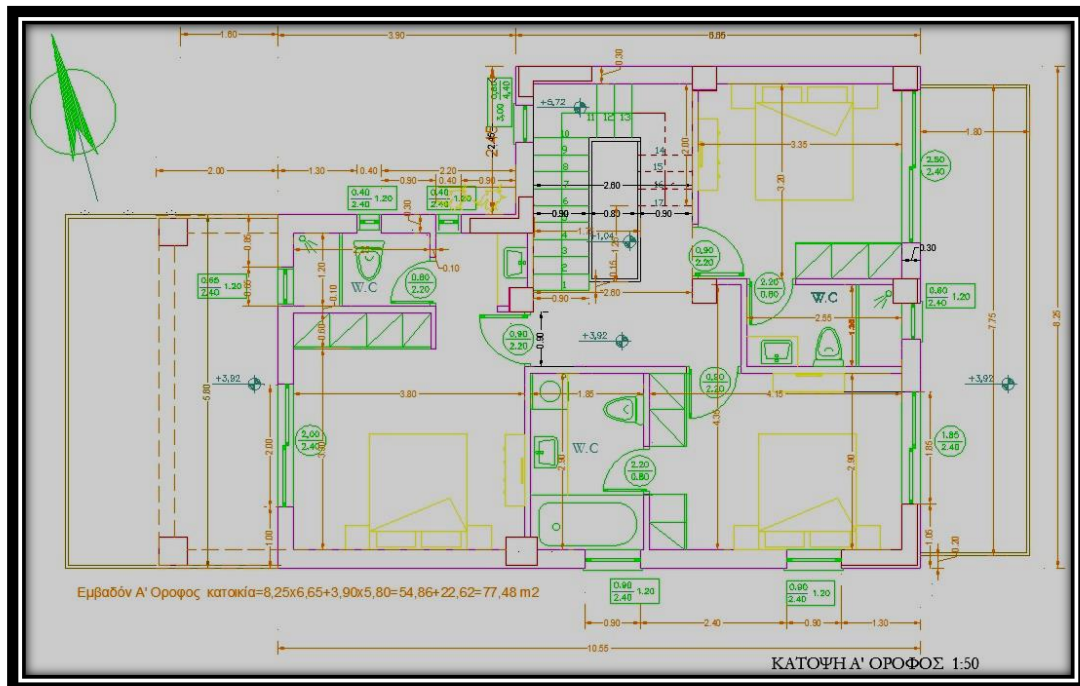


Εικόνα 2.1 Αρχιτεκτονική κάτοψη Υπόγειου

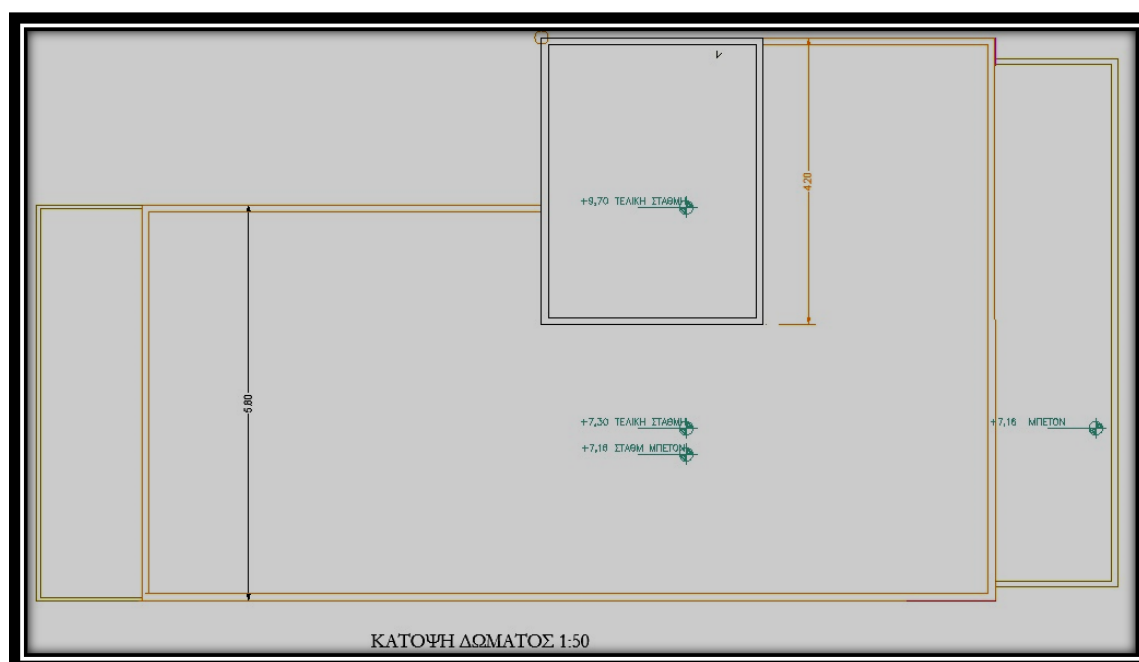
## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Εικόνα 2.2 Αρχιτεκτονική Κάτοψη Ισογείου



Εικόνα 2.3 Αρχιτεκτονική Κάτοψη Α' ορόφου



Εικόνα 2.4 Αρχιτεκτονική Κάτοψη Δώματος

## 2.2 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης, χρησιμοποιήθηκε το ενεργειακό λογισμικό 4M-KENAK, της εταιρίας 4M. Είναι εγκεκριμένο από το ΥΠΕΚΑ με την απόφαση 1935-6/12/10, καλύπτει το σύνολο των αναγκών Ενεργειακής Επιθεώρησης & Πιστοποίησης Κτηρίων, καθώς επίσης και την εκπόνηση ολοκληρωμένων Μελετών Ενεργειακής Απόδοσης, ακολουθώντας κατά γράμμα τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ), στο πλαίσιο του ΦΕΚ 407B 9/4/2010 και του Νόμου 3661 /2008.

Το πακέτο 4M-KENAK χρησιμοποιεί το Σχεδιαστικό περιβάλλον G-CAD, που αναγνωρίζει αυτόματα τα σχέδια μίας οποιασδήποτε αρχιτεκτονικής μελέτης (σε μορφή DWG, DXF και IFC) και ενημερώνει απευθείας τα έντυπα των υπολογισμών. Στην επομένη φάση, το υπολογιστικό περιβάλλον (Ενεργειακά Κτήριο Αναφοράς), πραγματοποιεί τους υπολογισμούς (με αυτόματη κλήση της μηχανής ΤΕΕ) και παράγει το πλήρες τεύχος της μελέτης με αυτόματη δημιουργία όλων των κειμένων, σχεδίων, διαγραμμάτων, σκαριφημάτων κλπ.

Τέλος, το πρόγραμμα δίνει τη δυνατότητα εξαγωγής των δεδομένων της μελέτης σε .xml αρχείο, για να μπορεί ο χρήστης να τρέξει την ίδια μελέτη και μέσα από το πρόγραμμα Ενεργειακών Μελετών του ΤΕΕ, χωρίς να ξαναπεράσει τα δεδομένα από την αρχή. Η εξαγωγή .xml αρχείου είναι επίσης απαραίτητη και για την Ενεργειακή Επιθεώρηση, όπου ο χρήστης την καταθέτει απευθείας στη σελίδα του ΥΠΕΚΑ για έκδοση ενεργειακού πιστοποιητικού.

Στη συνέχεια, θα περιγραφεί η σύνταξη της μελέτης, με τη χρήση των αναφερόμενων προγραμμάτων.

## 2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GCAD

Το πακέτο 4M-KENAK δεν περιέχει αποσπασματικά σχεδιαστικά εργαλεία, αλλά συμπεριλαμβάνει πλήρες πραγματικό σχεδιαστικό περιβάλλον, το G-CAD, βασισμένο στο 4MCAD, με αποτέλεσμα να εκμηδενίζει τον χρόνο παραγωγής των τελικών σχεδίων, που είναι και το ζητούμενο. Και που στην πράξη μεταφράζεται σε εξοικονόμηση πολλών ωρών σχεδιαστικής εργασίας.

Με interface και λειτουργικότητα τύπου Autocad(R) και έξυπνη BIM διαχείριση 3D Μοντέλου κτηρίου, ο χρήστης μπορεί σε ελάχιστο χρόνο να ορίσει στην κάτοψη τις ζώνες (κέλυφος), τους προβόλους, τα τυχόν διπλανά κτήρια, παθητικά ηλιακά συστήματα, θερμοκήπια και άλλες παρεμβάσεις έτσι, ώστε να μεταφερθεί αυτόματα όλη η πληροφορία στο υπολογιστικό περιβάλλον.

Όταν ξεκινάει το **GCAD** το πρόγραμμα δημιουργεί αυτόματα ένα νέο σχέδιο που βασίζεται σε μια φόρμα σχεδίασης που ονομάζεται **GCAD2k\_gr.dwg**. Αυτή η φόρμα περιέχει προκαθορισμένες ρυθμίσεις όπως οι μονάδες και η κλίμακα σχεδίασης, το μέγεθος των κειμένων και η περιοχή σχεδίασης. Μπορείτε να επιλέξετε αυτές τις ρυθμίσεις ή να τις αλλάξετε και να τις προσαρμόσετε στις ανάγκες σας. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε οποιοδήποτε σχέδιο σαν φόρμα για ένα μελλοντικό σχέδιό σας.

### 2.3.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ GCAD

Ορισμένα από τα πλεονεκτήματα όπου κάνουν το σχεδιαστικό περιβάλλον GCAD πιο ελκυστικό και εύχρηστο είναι:

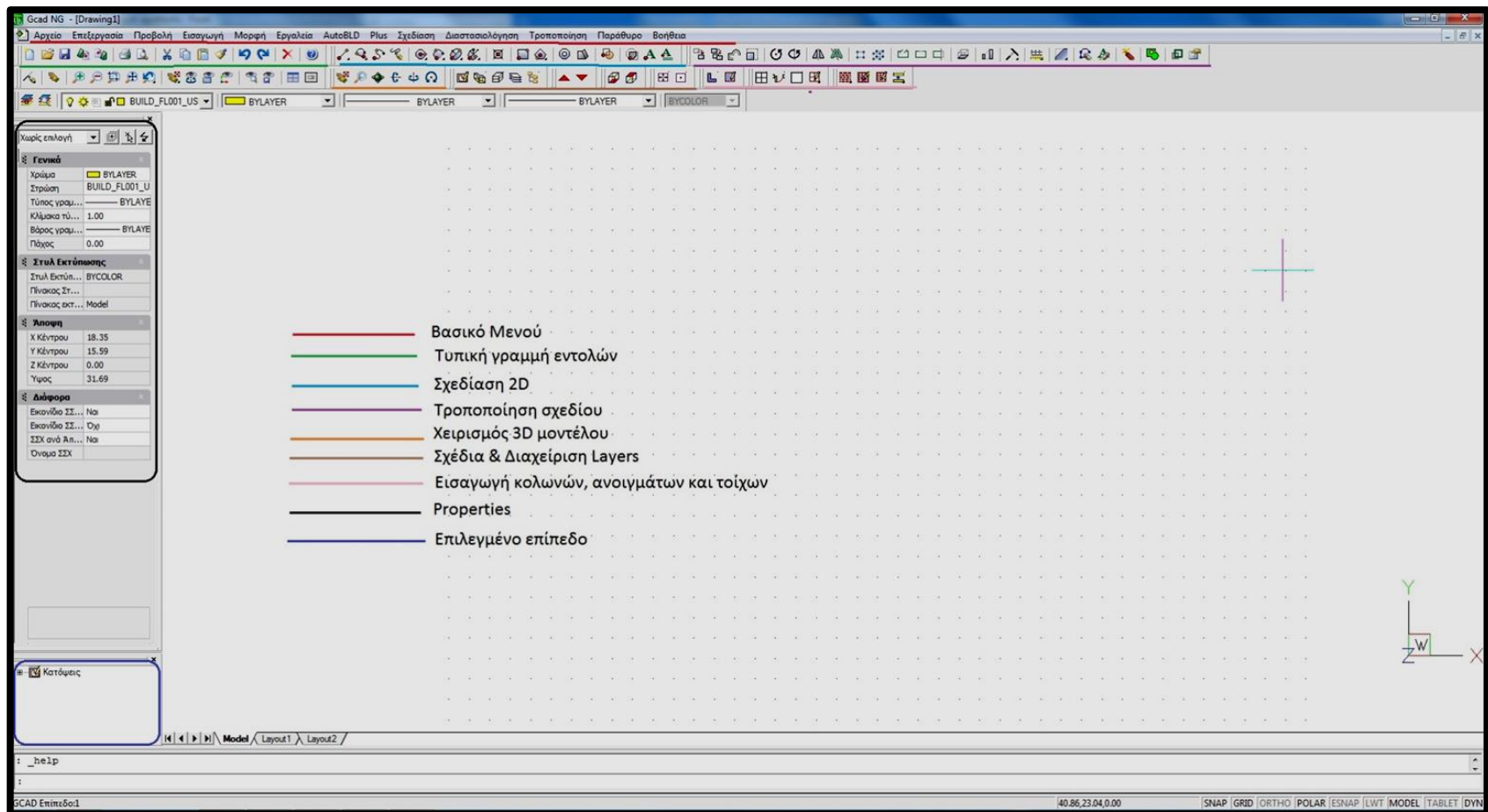
- Σχεδιαστικό GUI Interface icad/acad like, με έξυπνη διαχείριση 3D Μοντέλου Κτηρίου BIM (Building Information Model)
- Δυνατότητα εισαγωγής DWG από οποιοδήποτε άλλο Αρχιτεκτονικό (100% Συμβατότητα DWG Format)
- Αυτόματη Αναγνώριση από τα Σχέδια για απευθείας μεταφορά στο Υπολογιστικό όλων των δεδομένων του Μοντέλου Κτηρίου (πχ. γεωμετρικά δεδομένα περιβλήματος, δομικά στοιχεία, θερμικές γέφυρες, χώρους, Ιδιοκτησίες, Ζώνες, Συστήματα, Διπλ. Κτήρια, Προβόλους, Παθ. Ηλιακά Συστήματα κ.α.) που λόγω του πλήθους και της συνθετότητάς τους θα απαιτούσαν σημαντικό χρόνο εισαγωγής με πληκτρολόγηση
- Συμπαγής συνεργασία με FINE και IDEA (το G-CAD διαβάζει ακριβώς τον ίδιο τύπο αρχείου BLD)
- Παραγωγή των συνοδευτικών Σχεδίων για επισύναψη στη Μελέτη.

**ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ:** Επισημαίνεται, ότι το σύνολο των εικόνων, πινάκων και σχεδίων που περιλαμβάνονται στα επόμενα κεφάλαια, είναι, αποσπάσματα των βημάτων/υπολογισμών καθώς και των αποτελεσμάτων-συμπερασμάτων του υπό μελέτη κτηρίου μας.

## 2.3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΡΗΣΗΣ-ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ GCAD

### 2.3.2.1 Αρχικό περιβάλλον

Με το άνοιγμα του προγράμματος, εμφανίζεται η παρακάτω αρχική οθόνη:

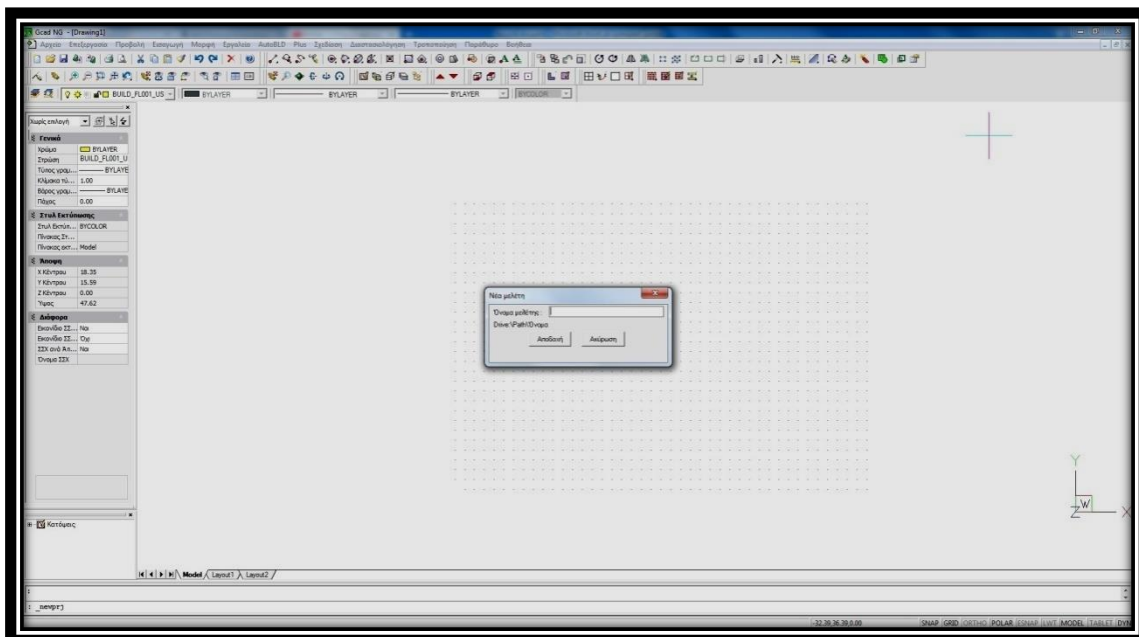


Εικόνα 2.4 Περιβάλλον σχεδίασης GCAD

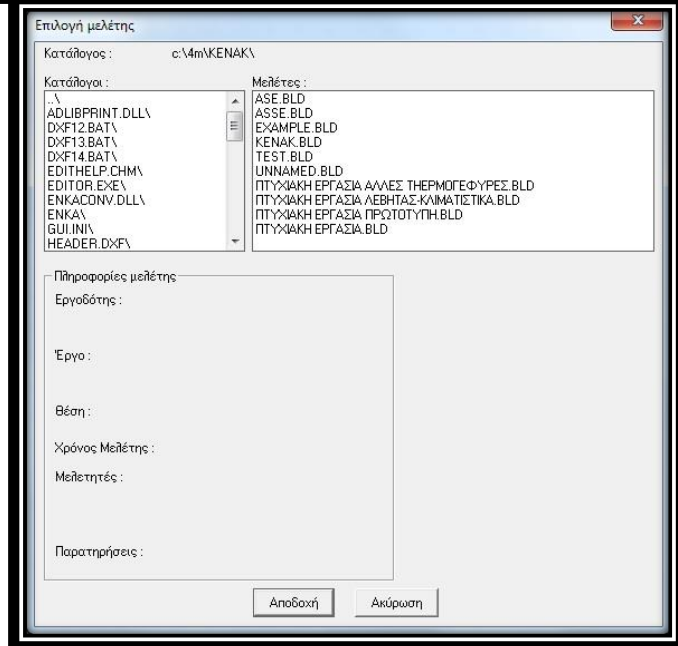
### 2.3.2.2 Δημιουργία- Άνοιγμα νέας μελέτης.

Για να δημιουργήσουμε μια νέα μελέτη πατάμε: **Αρχείο > Νέα Μελέτη**. Έπειτα πληκτρολογούμε το όνομα της μελέτης και **Αποδοχή**. Η νέα αυτή μελέτη θα αποθηκευτεί μέσα στο φάκελο του προγράμματος και θα έχει την κατάληξη BLD.

Εάν επιθυμούμε να ανοίξουμε μια υπάρχουσα μελέτη, πατάμε: **Αρχείο > Επιλογή Μελέτης** και επιλέγουμε την μελέτη που θέλουμε μέσα από τον κατάλογο. Αρχικά, ο κατάλογος εμφανίζει τις μελέτες που βρίσκονται στο directory \4M\KENAK\, αλλά με τη βοήθεια του mouse ή του πληκτρολογίου και ενεργώντας ανάλογα, μπορούμε να μεταφερόμαστε και σε οποιοδήποτε άλλο directory, βλέποντας ταυτόχρονα στο παραθυράκι τις μελέτες που υπάρχουν. Σημειώνεται, ότι οι μελέτες περιέχονται σε directories με την κατάληξη BLD. Εφόσον επιλέξουμε κάποια υπάρχουσα μελέτη, τότε αυτή φορτώνεται και εμφανίζεται στην οθόνη μας.



Εικόνα 2.5 Δημιουργία νέας μελέτης- άνοιγμα νέας μελέτης






### 2.3.2.3 Προετοιμασία αρχιτεκτονικών και εισαγωγή σχεδίων στη μελέτη.

Με το GCAD, Μπορούμε να ανοίξουμε αρχεία σχεδίου με την μορφή .dwg, .dxf, .dwt και .dwt. Μπορούμε ακόμη να ανοίξουμε και να ελέγξουμε αρχεία που πιθανόν είναι κατεστραμμένα.

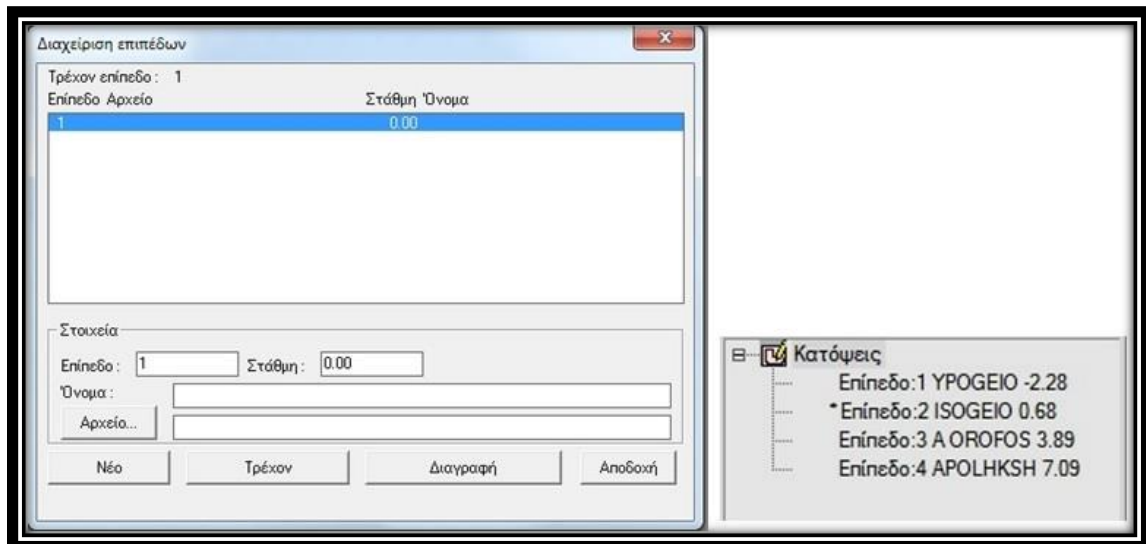
Για να ανοίξουμε και να εισάγουμε ένα σχέδιο, ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:

1. Πατάμε **Αρχείο> Άνοιγμα**, ή το κουμπί  από το μενού
2. Επιλέγουμε το αρχιτεκτονικό σχέδιο από τον κατάλογο (**Σημείωση**: Εφόσον ο κατάλογος που ανοίγει πρώτα, είναι αυτός της μελέτης, είναι ευκολότερο να τοποθετήσουμε ένα φάκελο με τα αρχιτεκτονικά σχέδια εκεί μέσα).
3. Επιλέγουμε όλο το σχέδιο και από το μενού ελέγχου χρωμάτων, πατάμε **Επιλογή χρωμάτων** και αλλάζουμε το χρώμα του σχεδίου σε ένα πιο ουδέτερο, π.χ. γκρι, για να ξεχωρίζει οπτικά από όλα τα υπόλοιπα layers που σκοπεύουμε να χρησιμοποιήσουμε.
4. Πληκτρολογώ **WBLOCK** (Window Block). Η εντολή αυτή μετατρέπει όλες τις επιλεγμένες οντότητες σε μια ενιαία οντότητα (block). Επιλέγω τον φάκελο της μελέτης, και πληκτρολογώ το όνομα του σχεδίου π.χ ισόγειο. Έπειτα πατώ save, και επιλέγω ένα σημείο πάνω στο σχέδιο, για να το ορίσω ως σημείο αναφοράς για την τοποθέτηση του σχεδίου. Τέλος, επιλέγω όσες οντότητες θέλω να ενώσω και πατάω Enter. (**Παρατήρηση**: Το σημείο αυτό πρέπει να είναι το ίδιο σε όλα τα σχέδια, έτσι ώστε οι όροφοι να συμπίπτουν στην ίδια θέση). **Συνεχίζω** τα βήματα 1-4 μέχρι να εισάγω όλα τα επιθυμητά σχέδια στην μελέτη.

Μετατρέπουμε τα σχέδια σε μια ενιαία οντότητα, έτσι ώστε να μπορούμε να τα κλειδώσουμε, για να μην υπάρχει δυνατότητα τροποποίησης, και να αποφευχθεί τυχόν σβήσιμο στοιχείων του αρχιτεκτονικού σχεδίου. Το σχέδιο αυτό χρησιμοποιείται σαν υπόβαθρο για την εισαγωγή των στοιχείων του κελύφους του κτηρίου.

Στην συνέχεια, για να ορίσω τις κατόψεις του κτηρίου, την στάθμη όπου βρίσκονται, καθώς και το ύψος του κάθε ορόφου, ακολουθώ την παρακάτω διαδικασία:

1. Επιλέγω **AutoBLD> Καθορισμός Κτηρίου**
2. Στο παράθυρο που ανοίγει, επιλέγω το πρώτο επίπεδο και στην συνέχεια πληκτρολογώ την στάθμη όπου θα βρίσκεται το επίπεδο, το νούμερο του επιπέδου και το όνομα.
3. Πατώ **Αρχείο** και επιλέγω το σχέδιο όπου θέλω να ορίσω σαν το συγκεκριμένο επίπεδο και που πριν είχα κάνει wblock.
4. Πατάω **Νέο** και το επίπεδο αποθηκεύεται
5. Τέλος, κάνουμε την ίδια διαδικασία για όλα τα επίπεδα που θέλουμε να προσθέσουμε και όταν τελειώσουμε πατάμε **Αποδοχή**.



Εικόνα 2.6 Διαχείριση Επιπέδων- Πινάκας κατόψεων

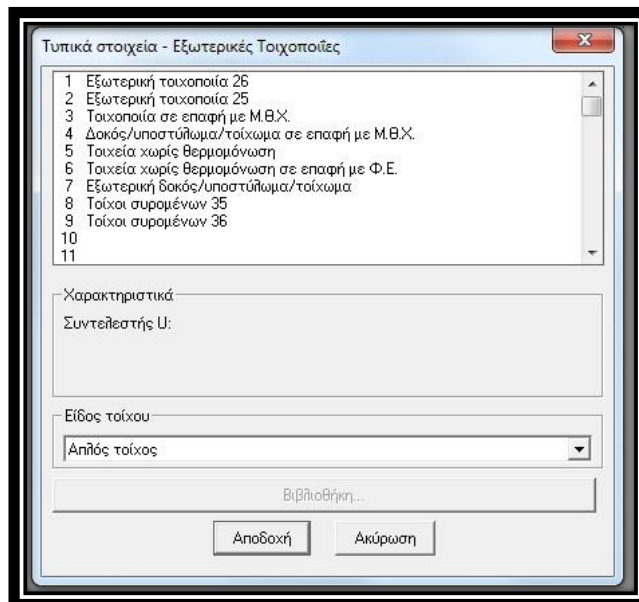
Πλέον, έχουμε όλο το κτήριο σε ένα σχέδιο και μπορούμε να μετακινηθούμε μεταξύ των επιπέδων, μέσω του μενού **κατόψεις** όπου βρίσκεται κάτω αριστερά.

### 2.3.2.4 Εισαγωγή Αδιαφανών επιφανειών

#### Τοιχοποιίες

Με την επιλογή "**Τοίχος**", η οποία βρίσκεται στη δεύτερη υποομάδα της κατηγορίας επιλογών **AutoBLD**, μπορούμε να σχεδιάσουμε ή να επεξεργαστούμε τοίχους (ή περίγραμμα τοίχων). Η επιλογή αυτή περιλαμβάνει την υποομάδα επιλογών **Εξωτερικός Τοίχος**, **Εσωτερικός Τοίχος**, **Εξωτερικός Τοίχος από polyline**, **Εσωτερικός Τοίχος από polyline**, και **Περίγραμμα**, καθώς και την υποομάδα επιλογών **Διαγραφή**, **Αλλαγή**, **Αλλαγή πολλών**, **Μετακίνηση**, **Παραμόρφωση**, **Επέκταση**, **Ψαλίδισμα**, **Σπάσιμο** και **Ενοποίηση**. Η πρώτη υποομάδα έχει να κάνει με τη σχεδίαση τοίχων, ενώ η δεύτερη με την παραπέρα διαχείρισή τους εφόσον έχουν σχεδιαστεί.

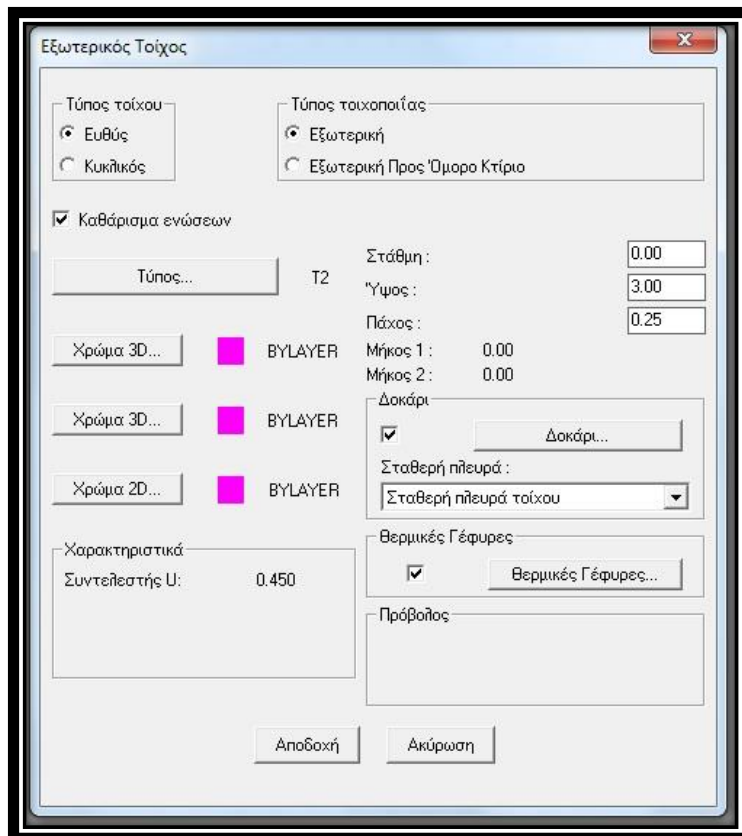
Πρώτου ξεκινήσουμε την εισαγωγή τοίχου, πρέπει να ορίσουμε στο πρόγραμμα τους τύπους τοιχοποιίας. Πηγαίνοντας λοιπόν στο **AutoBLD> Τυπικά Στοιχεία> Εξωτερικές τοιχοποιίες**, μπορούμε να επιλέξουμε και να αποθηκεύσουμε τους τύπους τοιχοποιίας που σκοπεύουμε να χρησιμοποιήσουμε.



Εικόνα 2.7 Ορισμός Τυπικών στοιχείων Τοιχοποιιών

Το πρόγραμμα από μόνο του, έχει ορισμένους κάποιους τύπους τοίχων, αλλά εάν θέλουμε κάτι διαφορετικό, επιλέγουμε ένα κενό αριθμό και πατάμε **Βιβλιοθήκη**. Από τον κατάλογο που ανοίγει, έχουμε την δυνατότητα να επιλέξουμε ανάμεσα σε πολλούς τύπους τοιχοποιίας, με διαφορετικά **U**. Έπειτα, από το μενού **Είδος τοίχου**, επιλεγούμε ανάμεσα σε **Απλό τοίχο**, **Τοίχο Trombe** ή **Τοίχο Μάζας**. Όταν τελειώσουμε με τις επιλογές μας, πατάμε **Αποδοχή** και ο νέος τύπος τοιχοποιίας αποθηκεύεται μόνιμα για να χρησιμοποιηθεί από το πρόγραμμα.

Προχωράμε λοιπόν στην εισαγωγή αδιαφανών επιφανειών στο σχέδιο μας. Επιλεγούμε: **AutoBLD> Τοίχος> Εξωτερικός**, και στο παράθυρο που εμφανίζεται, τοποθετούμε τα δεδομένα του τοίχου που σκοπεύουμε να φτιάξουμε.



Εικόνα 2.8 Παράθυρο ορισμού εξωτερικών τοίχων

Στο παράθυρο αυτό ορίζουμε:

- Τον τύπο του τοίχου σε **Ευθύ** η **Κυκλικό**,
- Εάν η τοιχοποιία είναι **Εξωτερική** ή **Εξωτερική προς Όμορο Κτήριο**,
- Τον **Τύπο** του τοίχου που είχαμε προηγουμένως ορίσει,
- Τις διαστάσεις του προκειμένου τοίχου.
- Εάν θα υπάρχει η όχι, δοκάρι, και να ορίσουμε τα δεδομένα του
- Τις θερμογέφυρες που θα δημιουργούνται στον τοίχο
- Το χρώμα των **Layer** που θα χρησιμοποιηθούν.

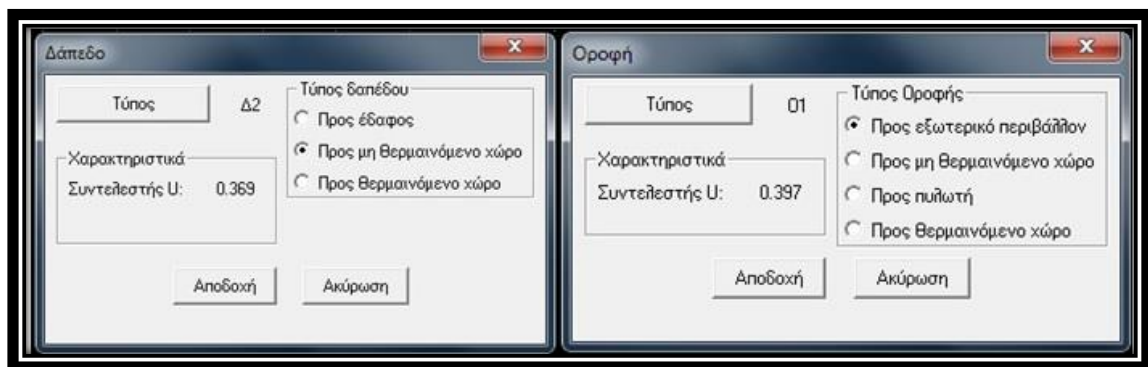
Όταν τελειώσουμε, πατάμε **Αποδοχή** και είμαστε έτοιμοι να σχεδιάσουμε τον τοίχο.



Εφόσον εισάγουμε τα δεδομένα της κολώνας, επιλέγουμε εάν θέλουμε να την ορίσουμε με σημεία ή Polyline μέσα στο σχέδιο, και με την ίδια μέθοδο που εισάγουμε τις τοιχοποιίες, τοποθετούμε και τις κολώνες.

### Δάπεδο- Οροφές

Η εισαγωγή δαπέδων και οροφών γίνεται με παρόμοιο τρόπο. Πηγαίνοντας στο **AutoBLD> Δάπεδα-Οροφές**, επιλέγουμε αντίστοιχα ποιο θέλουμε να τοποθετήσουμε και ανοίγουν τα παρακάτω παράθυρα, όπου γίνεται η επιλογή τύπου δαπέδου- οροφής και επίσης ως προς τι συνορεύουν. Όταν γίνουν οι απαραίτητες ρυθμίσεις, τοποθετούμε το δάπεδο- οροφή, είτε κάνοντας Polyline γύρω από τον επιθυμητό χώρο, είτε επιλέγοντας ένα Πολύγωνο.

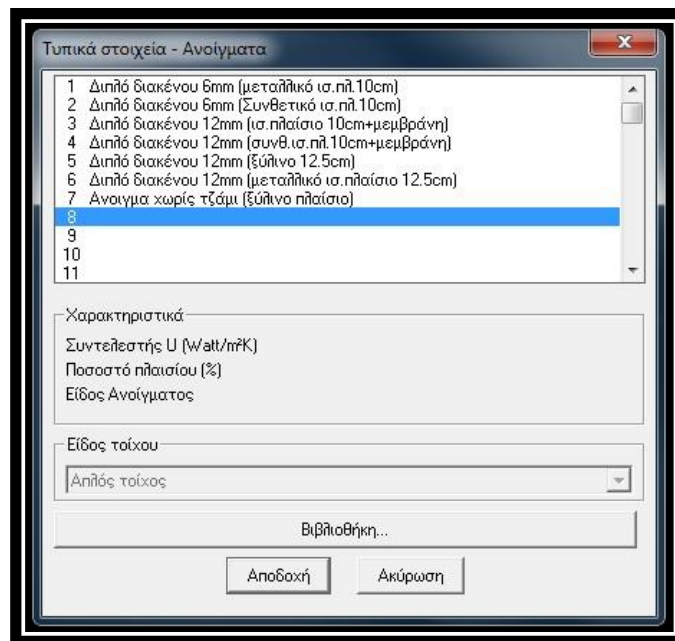


Εικόνα 2.11 Παράθυρα Ορισμού στοιχείων Δαπέδου και Οροφής

### 2.3.2.5 Εισαγωγή Διαφανών επιφανειών

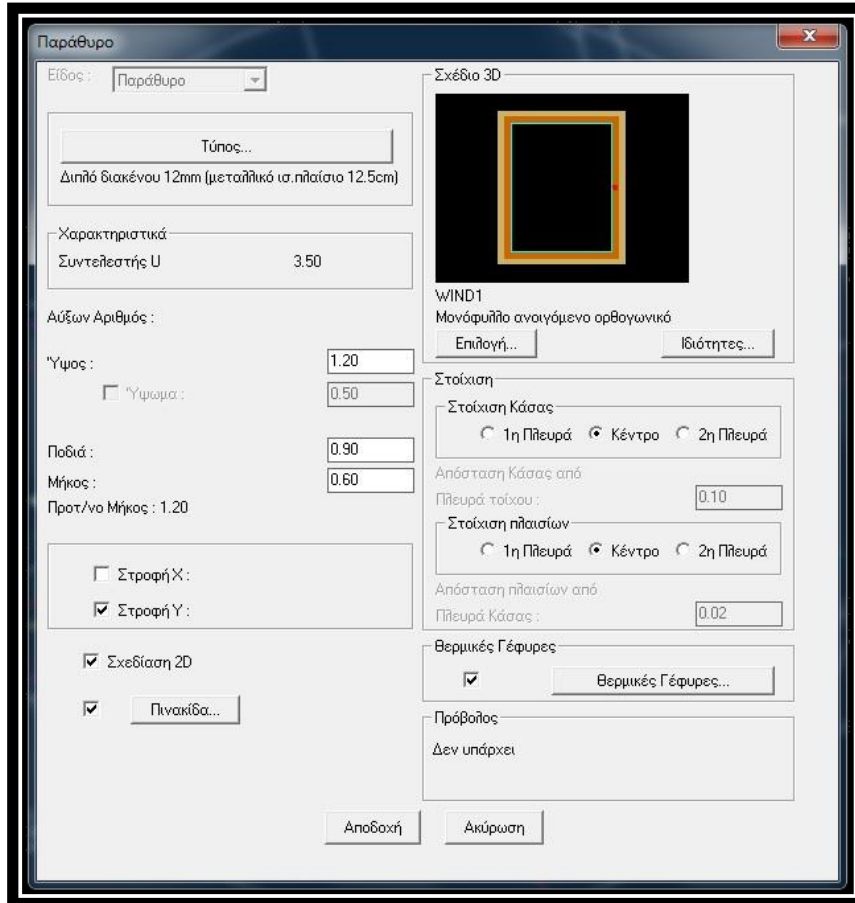
Στην ομάδα επιλογών "Άνοιγμα" εμφανίζεται ένα δεύτερο menu επιλογών απ' όπου μπορούμε είτε να επιλέξουμε διάφορους τύπους ανοιγμάτων (παράθυρο, πόρτα, άνοιγμα) προς σχεδίαση, είτε να χρησιμοποιήσουμε μία από τις εντολές διαγραφής, αλλαγής ή μετακίνησης για κάποιο άνοιγμα που έχει ήδη σχεδιαστεί.

Προτού προχωρήσουμε στην διαδικασία εισαγωγής ανοιγμάτων, πρέπει όπως και στις αδιαφανείς επιφάνειες να πάμε πρώτα στα **Τυπικά Στοιχεία** για να ορίσουμε τους τύπους ανοιγμάτων που σκοπεύουμε να χρησιμοποιήσουμε.



Εικόνα 2.12 Παράθυρο ορισμού τυπικών στοιχείων Ανοιγμάτων

Η διαδικασία εισαγωγής παράθυρου ή πόρτας είναι παρόμοια, γι' αυτό θα περιγράψουμε την μια από αυτές. Ας μιλήσουμε για το πως ορίζουμε παράθυρα λοιπόν. Πατώντας **AutoBLD> Άνοιγμα> Παράθυρο**, ανοίγει το menu, στο οποίο ορίζουμε λεπτομερώς τις λεπτομέρειες του ανοίγματος.



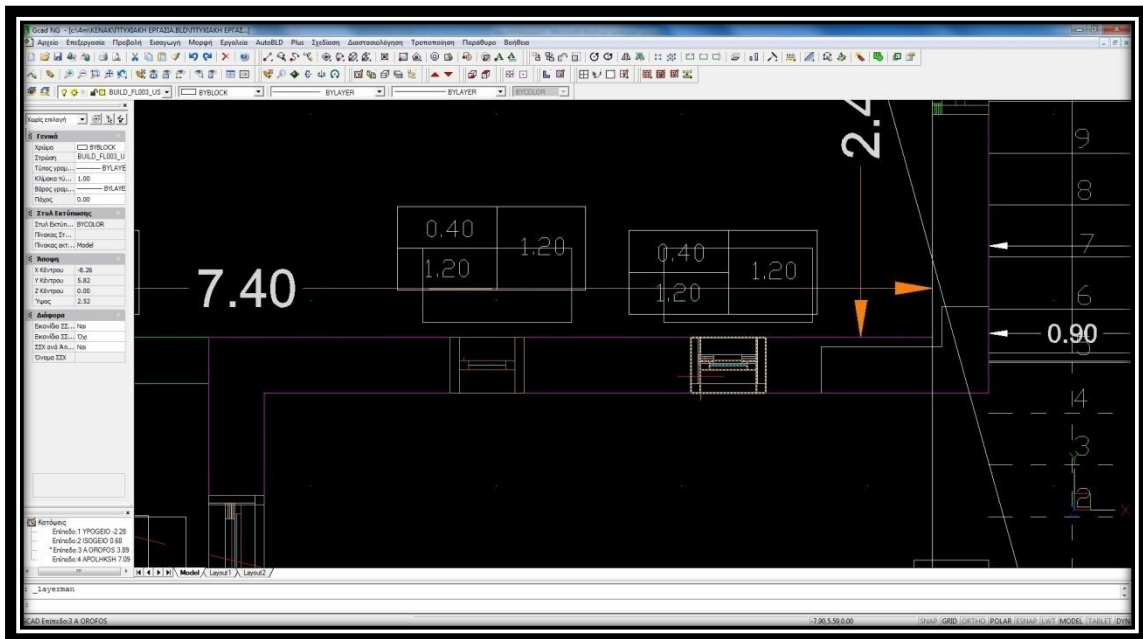
Εικόνα 2.13 Παράθυρο Ορισμού στοιχείων Ανοιγμάτων

Στο μενού αυτό μας δίνεται η δυνατότητα να κάνουμε τις εξής επιλογές:

- Επιλογή τύπου του ανοίγματος (π.χ Διπλό διακένου 12mm με μεταλλικό πλαίσιο)
- Εισαγωγή διαστάσεων του ανοίγματος
- Επιλογή και τροποποίηση της πινακίδας του ανοίγματος
- Λεπτομερής επιλογή της μορφής του ανοίγματος μέσα από ένα κατάλογο
- Δυνατότητα επιλογής σημείου στοίχισης κάσας και πλαισίων
- Εισαγωγή και τροποποίηση των θερμογεφυρών

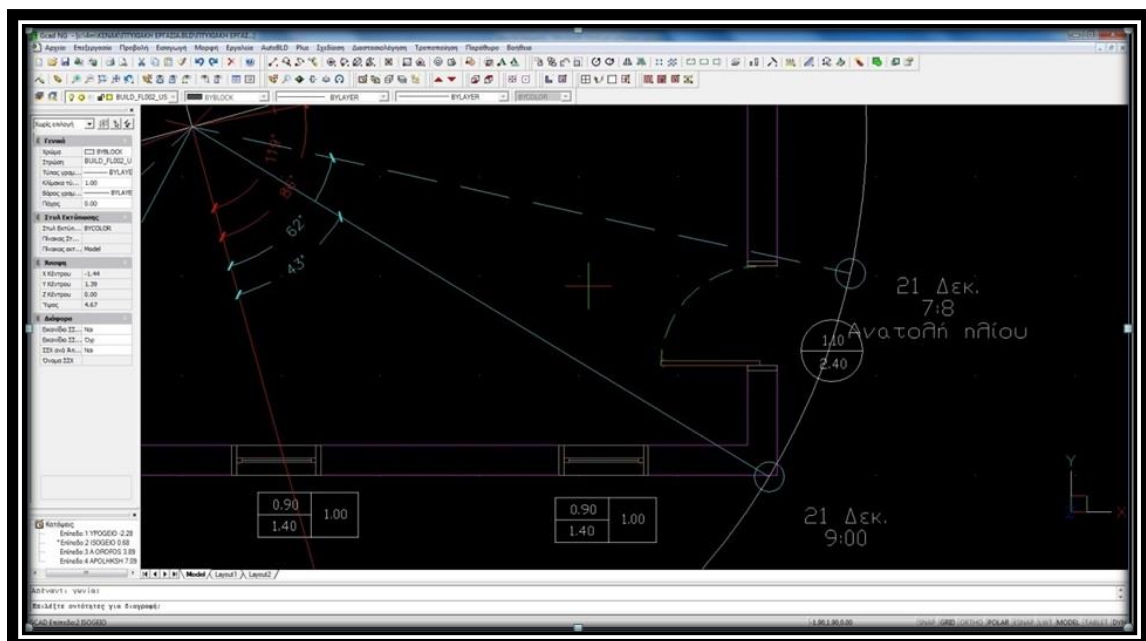
Εφόσον τελειώσουμε με τις τροποποιήσεις μας, πατάμε **Αποδοχή**, και τοποθετούμε το άνοιγμα στον τοίχο που θα επιλέξουμε, ορίζοντας το πρώτο σημείο του ανοίγματος, και το δεύτερο, με τη βοήθεια πάντα της κάτοψης από τα αρχιτεκτονικά σχέδια σαν οδηγό για την σωστή τοποθέτηση.





Εικόνα 2.14 Τοποθέτηση ανοιγμάτων στο σχέδιο

Τέλος, η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για την τοποθέτηση πόρτας στο σχέδιο με μόνη διαφορά ότι σε ένα σημείο θα ζητηθεί να τοποθετήσουμε τον κέρσορα στην πλευρά όπου θέλουμε να ανοίγει η πόρτα.



Εικόνα 2.15 Τοποθέτηση πορτών στο σχέδιο

### 2.3.2.6 Θερμογέφυρες

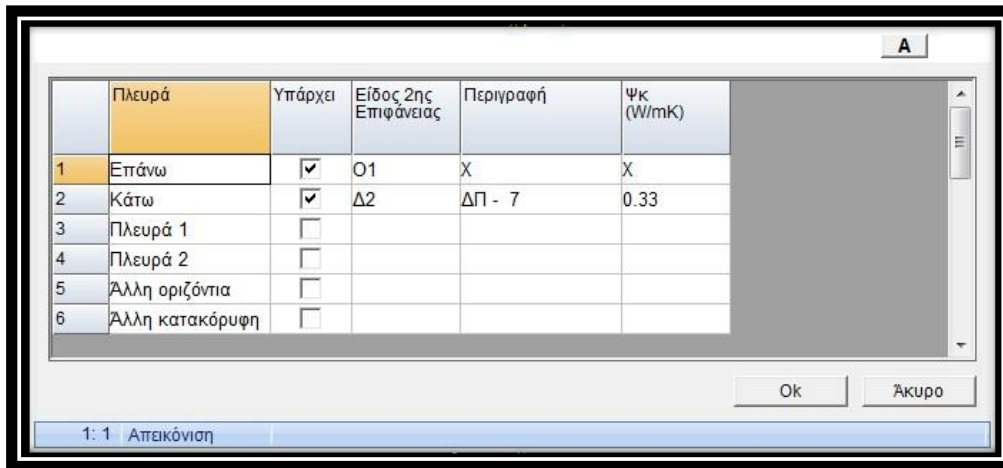
Όταν λοιπόν, τελειώσουμε με την τοποθέτηση όλων των αδιαφανών και διαφανών στοιχείων στο σχέδιο, είναι η ώρα να ορίσουμε τις θερμογέφυρες που δημιουργούνται. Για δική μας ευκολία, μας δίνεται η δυνατότητα επιλογής πολλαπλών ομοειδών στοιχείων για ταυτόχρονη επεξεργασία και ορισμό θερμογεφυρών, στην περιπτώσεις που οι θερμογέφυρες που δημιουργούνται ανάμεσα στα στοιχεία, είναι ίδιες.

Η διαδικασία είναι απλή. Πρώτα επιλέγουμε όσα στοιχεία θέλουμε να επεξεργαστούμε ταυτόχρονα, έπειτα στην στήλη αριστερά πατάμε τις τελίτσες δίπλα από την **Τροποποίηση** και το παρακάτω παράθυρο εμφανίζεται.



Εικόνα 2.16 Παράθυρο επανορισμού πολλών στοιχείων ταυτόχρονα

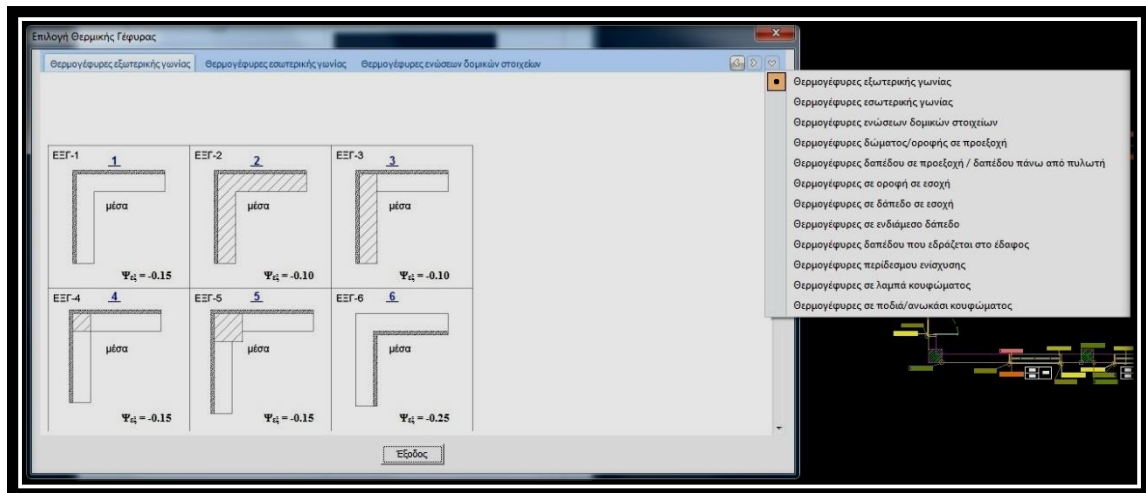
Βλέπουμε, ότι μας δίνεται η δυνατότητα επεξεργασίας περισσότερων στοιχείων, πέρα των θερμογεφυρών, όπως αλλαγή διαστάσεων τοίχου ή ανοιγμάτων και επεξεργασία χαρακτηριστικών δοκαριού. Όσον αφορά τις θερμογέφυρες, πρώτα τις ενεργοποιούμε πατώντας στο αντίστοιχο κελί, και έπειτα πατάμε **Στοιχεία Θερμογεφυρών**, για να ανοίξει το παρακάτω παράθυρο, στο οποίο μπορούμε να διαμορφώσουμε ή να προσθέσουμε νέες θερμογέφυρες.



Εικόνα 2.17 Παράθυρο επιλογής θερμογεφυρών

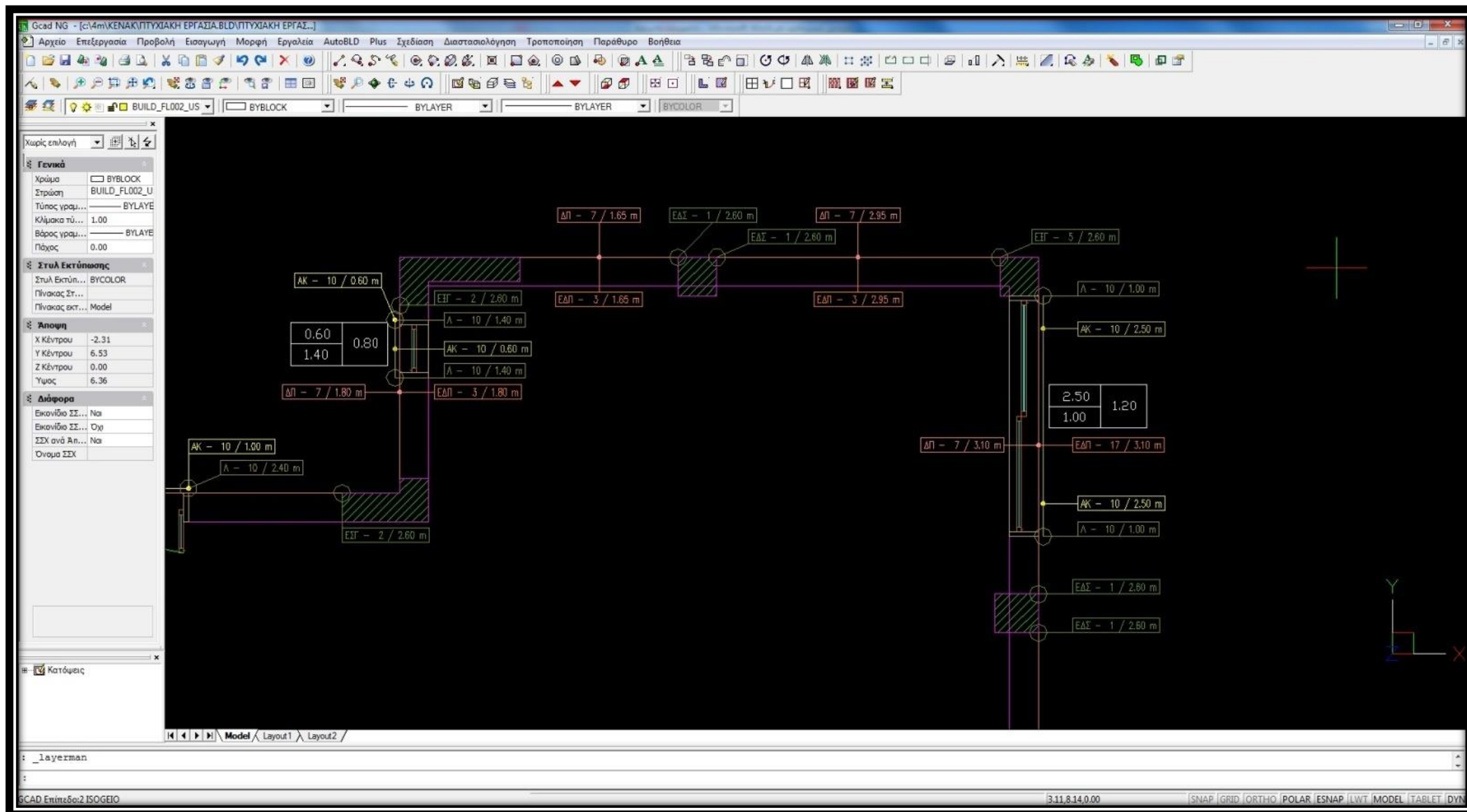
Από το πλήκτρο με τις τρεις τελείες - που εμφανίζεται όταν πατάμε είτε σε ένα κελί της στήλης “Περιγραφή”, είτε της στήλης “Ψκ” - ανοίγει παράθυρο με όλες τις θερμογέφυρες, για να επιλέξουμε την κατάλληλη θερμογέφυρα ανά περίπτωση.

Για να εμφανιστεί η λίστα με όλες τις θερμογέφυρες πρέπει να επιλέξουμε το κουμπί με το βέλος που δείχνει προς τα κάτω που βρίσκεται πάνω δεξιά στο παράθυρο “Επιλογή Θερμικής Γέφυρας”.



Εικόνα 2.18 Κατάλογος θερμογεφυρών

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για τον ορισμό θερμογεφυρών σε όλα τα αδιαφανή και διαφανή στοιχεία του υπό μελέτη κτηρίου. Όταν τελειώσει η διαδικασία αυτή, μας δίνεται η επιλογή να εμφανίσουμε όλες τις θερμογέφυρες πάνω στο σχέδιο μας.



Εικόνα 2.19 Θερμογέφυρες όπως φαίνονται στο σχέδιο

## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

αα	επίπεδο	Σχήμα	κατηγορία	$\Psi$ [W/(mK)]	l [m]	b	$\Sigma(b \times l \times \Psi)$ [W/K]
22	2		ΕΔΠ - 17	1.050	6.40	1	6.7
23	2		ΔΠ - 7	0.325	6.40	1	2.1
24	2		ΕΔΠ - 3	0.000	4.60	1	0.0
25	2		ΔΠ - 7	0.325	4.60	1	1.5
26	2		ΑΚ - 10	0.100	0.60	1	0.1

2-1 Κομμάτι πίνακα θερμογεφυρών του επιπέδου 2 της μελέτης, όπως εκτυπώνεται στην τεχνική έκθεση

### 2.3.2.7 Σκιάσεις

Για την εισαγωγή των σκιάσεων στο υπό μελέτη κτήριο, η διαδικασία αλλάζει ανάλογα το είδος την σκίασης. Υπάρχουν τριών ειδών σκιάσεις:

- Σκιάσεις οριζοντίων προβόλων
- Σκιάσεις καθέτων προβόλων
- Σκιάσεις από διπλανά κτήρια- μακρινά εμπόδια

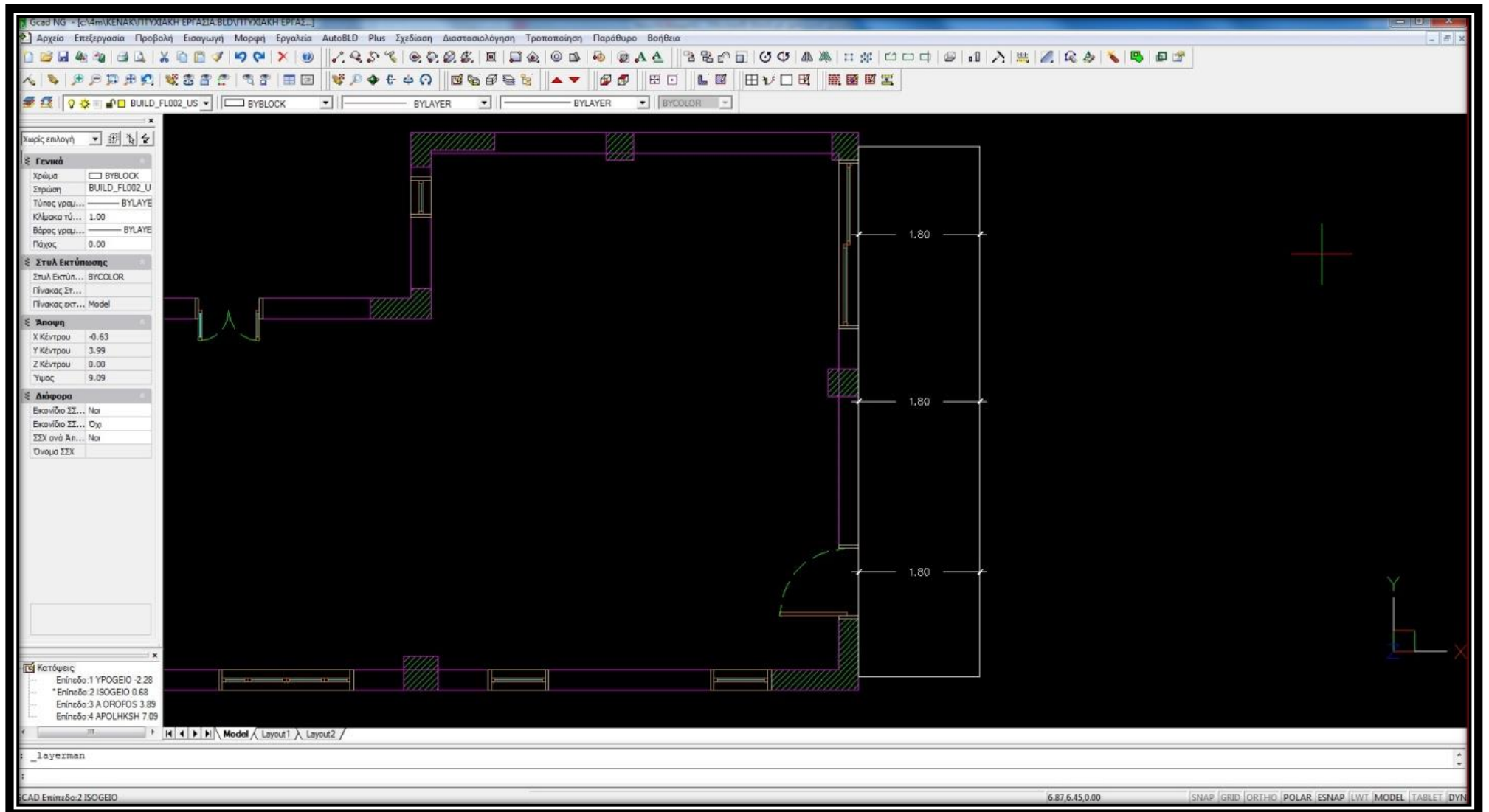
#### Σκιάσεις Οριζοντίων Προβόλων

Με την εντολή αυτή από το menu **AutoBLD> Ορισμός Στοιχείων Κάτοψης> Πλάκα Οριζοντίων Προβόλων- Σκιάσεις Οριζοντίων Προβόλων**, μπορούμε να ορίσουμε τις πλάκες οριζόντιων προβόλων που τυχόν υπάρχουν στο κτήριο. Ως πλάκες οριζοντίων προβόλων μπορεί να θεωρηθούν είτε τα μπαλκόνια των από πάνω ορόφων, είτε στέγαστρα που τυχόν υπάρχουν και γενικά οποιοδήποτε στοιχείο μπορεί να λειτουργήσει ως οριζόντιος πρόβολος για το επίπεδο που εξετάζουμε. Ο ορισμός μιας πλάκας που λειτουργεί ως οριζόντιος πρόβολος μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους. Εντελώς ανάλογα με τον τρόπο που ορίσαμε το περίγραμμα των διπλανών κτηρίων, το πρόγραμμα μας δίνει τη δυνατότητα να ορίσουμε την πλάκα είτε δίνοντας ένα-ένα τα σημεία του περιγράμματός της, είτε σχεδιάζοντάς την με πολύγραμμο (polyline), είτε επιλέγοντας υπάρχον πολύγραμμο από το σχέδιο.

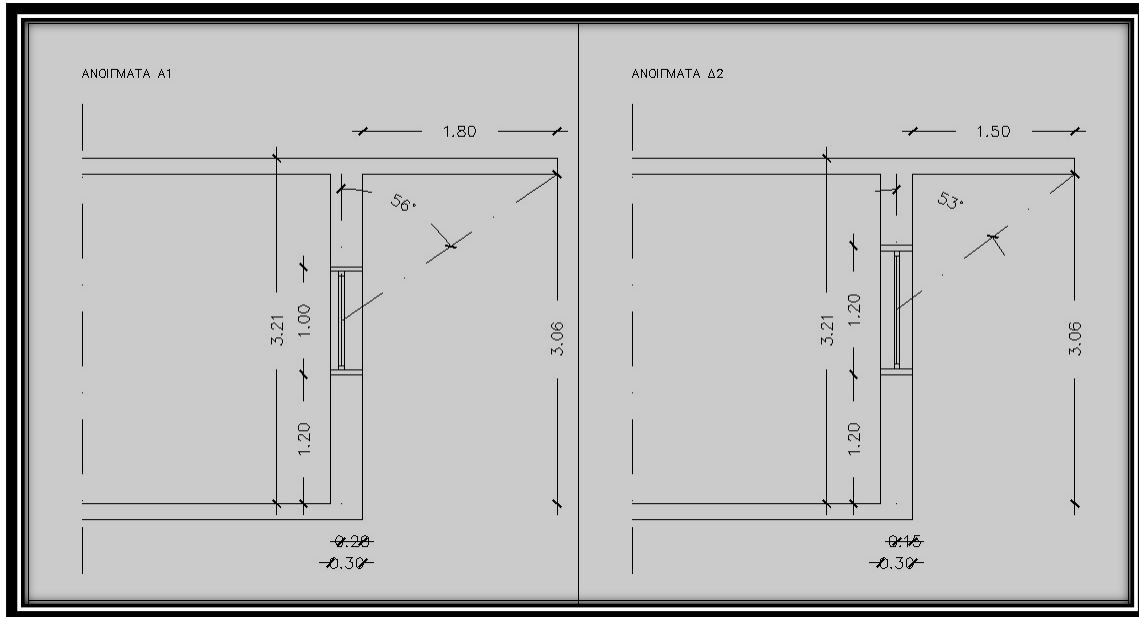
Στην συνέχεια, με την εντολή **Σκιάσεις Οριζοντίων Προβόλων**, συνδέουμε την πλάκα ενός οριζόντιου προβόλου με τους τοίχους και τα ανοίγματα που επηρεάζονται από αυτήν.

Καταρχήν, επιλεγούμε πρώτα την πλάκα οριζόντιου προβόλου, την οποία θέλουμε να συνδέσουμε. Στη συνέχεια, ζητείται να επιλέξουμε τον τοίχο ή τα ανοίγματα που θέλουμε να συνδέσουμε με την πλάκα αυτή. Τέλος, ζητείται σημείο πάνω στο περίγραμμα της πλάκας και πρέπει να επιλέξουμε ένα σημείο στο ελεύθερο άκρο (το πιο απομακρυσμένο δηλαδή σημείο) της πλάκας.

Αν η εντολή εκτελεσθεί σωστά, το πρόγραμμα εμφανίζει την απόσταση των στοιχείων που επιλέχθηκαν από το ελεύθερο άκρο της πλάκας οριζόντιου προβόλου.



Εικόνα 2.20 Τοποθέτηση οριζοντίων προβόλων στο σχέδιο



Εικόνα 2.21 Σκαρίφημα σκιάσεων ανοιγμάτων, γωνίες σκιασμού από οριζόντιους προβόλους

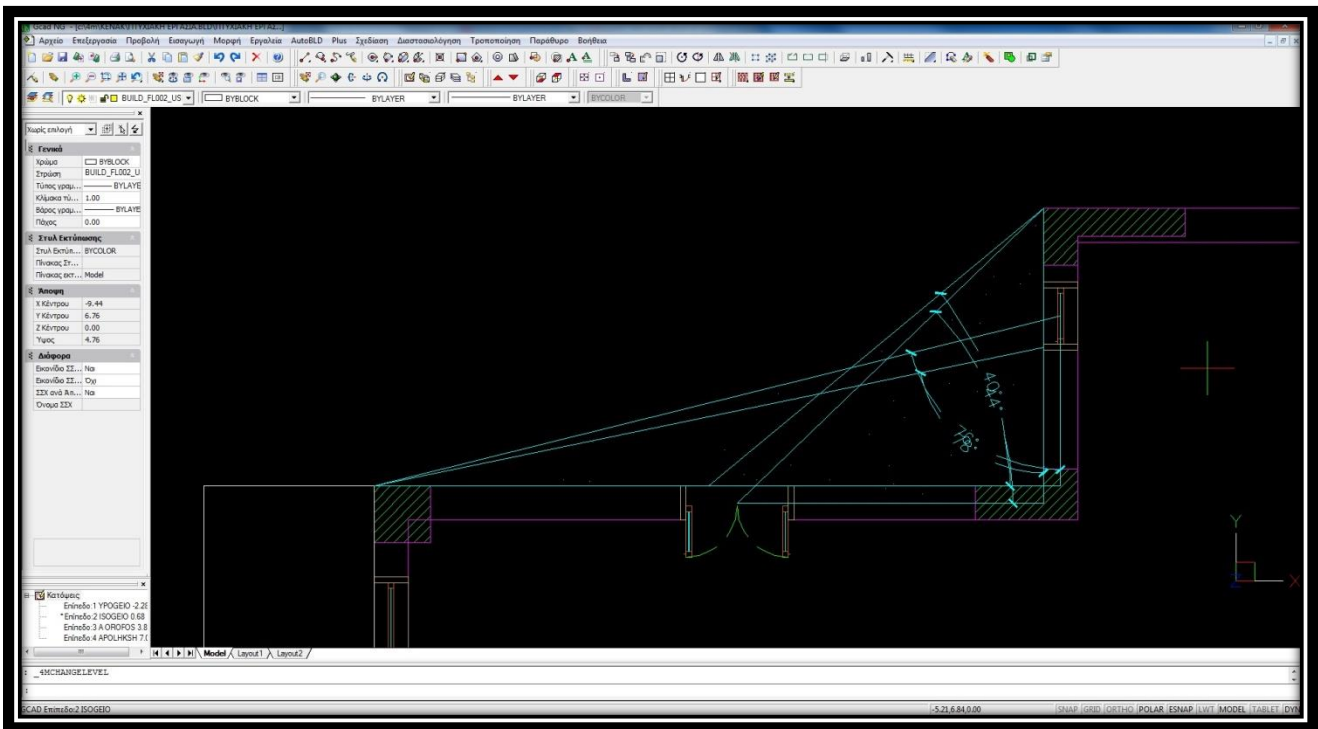
Επίπεδο : 2				
Κούφωμα	Προσανα- τολισμός	Γωνία προβόλου	Φον θέρμανσης	Φον ψύξης
N1	195	0	1.00	1.00
N2	195	0	1.00	1.00
N3	195	0	1.00	1.00
A1	105	56	0.60	0.51
A2	105	46	0.68	0.60
Δ1	285	0	1.00	1.00
B1	15	0	1.00	1.00
Δ2	285	53	0.64	0.57
Δ3	285	42	0.73	0.68

Εικόνα 2.22 πίνακας συντελεστών σκίασης από οριζόντιους προβόλους



Σκιάσεις καθέτων προβόλων

Με την εντολή αυτή, που βρίσκεται στο μενού **AutoBLD> Ορισμός Στοιχείων Κάτοψης> Σκιάσεις Καθέτων Προβόλων**, ορίζουμε ποια σημεία του περιγράμματος δημιουργούν σκίαση σε στοιχεία του υπό μελέτη κτηρίου. Ως κάθετους προβόλους μπορούμε να θεωρήσουμε τοίχους, κολώνες και οποιοδήποτε στοιχείο δημιουργεί εσοχές ή προεξοχές στο περίγραμμα του κτηρίου. Κατά την εκτέλεση αυτής της εντολής ζητείται πρώτα να επιλέξουμε το μοτίβο της διαγράμμισης (hatch) που θα χρησιμοποιηθεί στην αποτύπωση του σκαριφήματος σκίασης. Στη συνέχεια, ζητείται να επιλεγεί το σημείο του κάθετου προβόλου που δημιουργεί τη σκίαση και τέλος, το δομικό στοιχείο που σκιάζεται από τον κάθετο πρόβολο. Η σκίαση από κάθετους προβόλους αφορά τόσο τους τοίχους, όσο και τα ανοίγματα. Έπειτα, καλούμαστε να επιλέξουμε τα στοιχεία στα οποία θα υπολογιστεί συντελεστής σκίασης από κάθετους προβόλους.



Εικόνα 2.23 Εισαγωγή σκιάσεων από κάθετους προβόλους στο σχέδιο

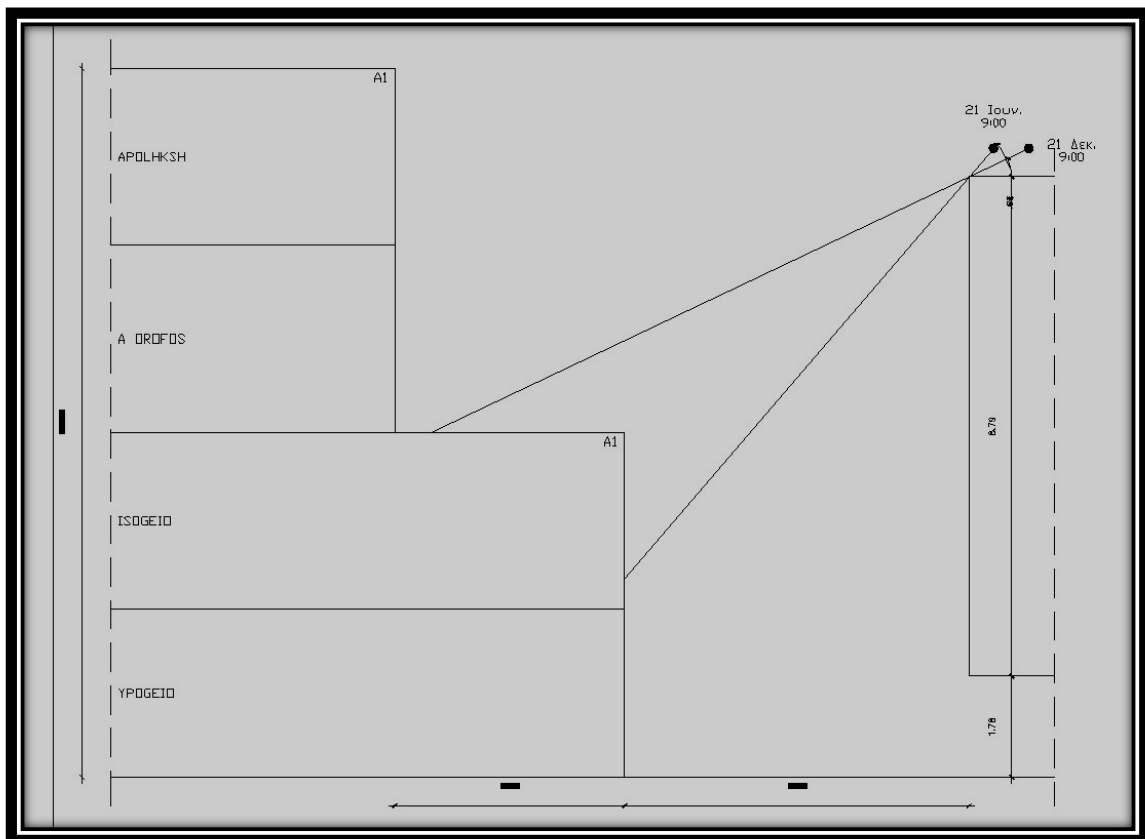
## Σκιάσεις από διπλανά Κτήρια- Μακρινά Εμπόδια

Με αυτή την εντολή, εισάγονται τα δεδομένα σκιάσεων από διπλανά κτήρια και τυχόν άλλα μακρινά εμπόδια.

Καταρχήν, πρέπει να εισάγουμε τα διπλανά κτήρια μέσα στο σχέδιο. Με την εντολή **Εισαγωγή Διπλανού Κτηρίου** από το menu **AutoBLD> Ορισμός Στοιχείων Κάτοψης> Εισαγωγή Διπλανού Κτηρίου**, ορίζουμε τα διπλανά κτήρια, για να μπορέσει στη συνέχεια το πρόγραμμα να υπολογίσει τη σκίαση του υπό μελέτη κτηρίου, από τα διπλανά αυτά κτήρια. Ο ορισμός ενός διπλανού κτηρίου μπορεί να γίνει με 3 τρόπους, 1<sup>ο</sup> σημείο/ Πολύγραμμα (P) / Επιλογή (S).

Όποιον από τους τρόπους και να διαλέξουμε, μόλις οριστεί το περίγραμμα του γειτονικού κτηρίου, το πρόγραμμα ζητάει να δοθεί η στάθμη του γειτονικού κτηρίου και τέλος το ύψος του. Μόλις δοθούν και αυτά τα στοιχεία, το πρόγραμμα αυτόματα δημιουργεί το 3D στερεό του γειτονικού κτηρίου.

Έπειτα, με την εντολή **Σκιάσεις από διπλανά κτήρια- μακρινά εμπόδια**, το πρόγραμμα δημιουργεί ένα σχέδιο όπου απεικονίζεται σε όψη το υπό μελέτη κτήριο και για κάθε όροφο, τα ανοίγματα του και ο ηλιασμός του. Στο ίδιο σχέδιο εμφανίζεται και η αντίστοιχη πινακίδα. Μόλις επιλέξουμε την εντολή εμφανίζεται το παράθυρο διαλόγου, όπου επιλέγουμε την πόλη στην οποία βρίσκεται το υπό μελέτη κτήριο. Πιέζοντας “**Αποδοχή**” εμφανίζεται το σχέδιο στην οθόνη.

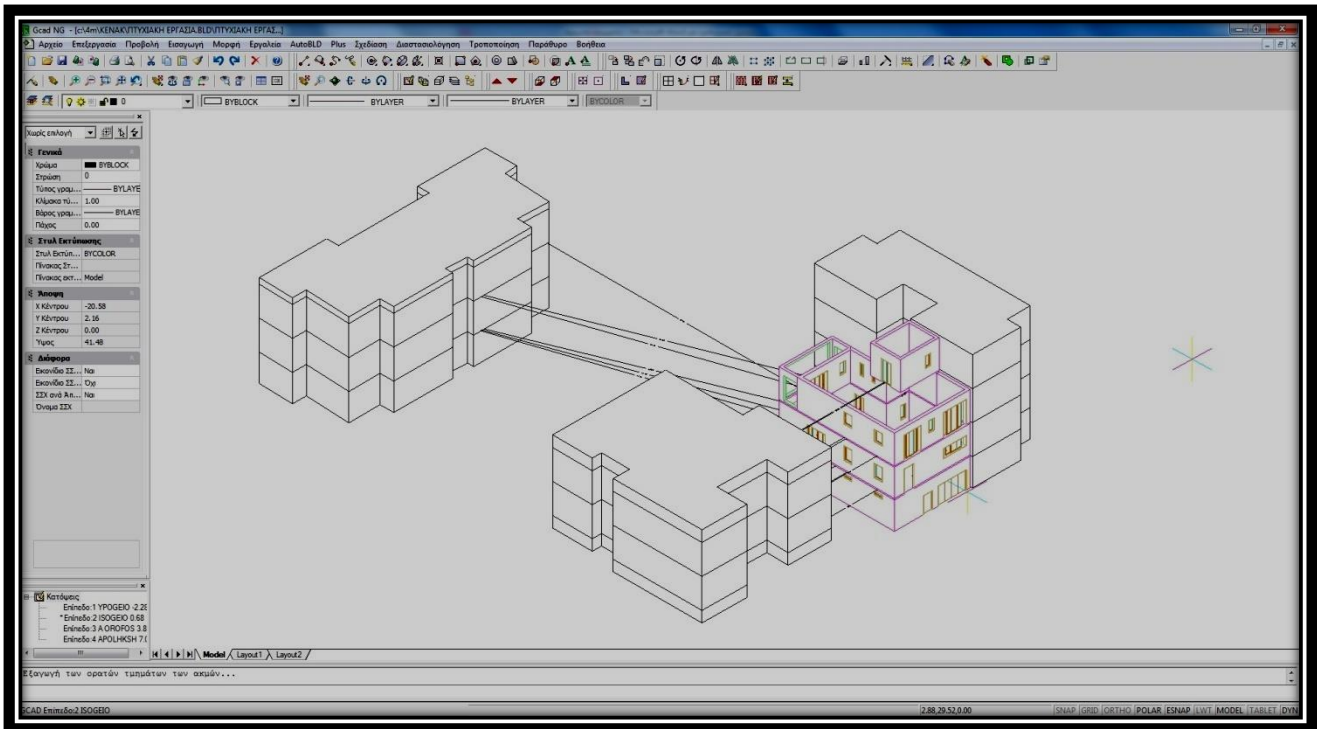


Εικόνα 2.24 Σκαρίφημα σκιάσεων από διπλανό κτήριο

## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

				Προσανατολισμός		Προσανατολισμός		Προσανατολισμός	
				A	-90	A	-90	A	-90
Ημέρα	Ηλικία ώρα	Ηλικιά ύψος	Ηλικιά αξιμούθαιο	HSA	VSA	HSA	VSA	HSA	VSA
21n Ιουνίου	9:00	49	-86	4	49	4	49	4	49
	12:00	78	0	90	-90	90	-90	90	-90
	15:00	49	86	176	-49	176	-49	176	-49
21n Δεκεμβρίου	9:00	18	-43	47	25	47	25	47	25
	12:00	32	0	90	90	90	90	90	90
	15:00	18	43	133	-25	133	-25	133	-25
				Προσανατολισμός		Προσανατολισμός		Προσανατολισμός	
				N	0	Δ	90	N	0
Ημέρα	Ηλικία ώρα	Ηλικιά ύψος	Ηλικιά αξιμούθαιο	HSA	VSA	HSA	VSA	HSA	VSA
21n Ιουνίου	9:00	49	-86	-86	86	-176	-49	-86	86
	12:00	78	0	0	78	-90	90	0	78
	15:00	49	86	86	86	-4	49	86	86
21n Δεκεμβρίου	9:00	18	-43	-43	24	-133	-25	-43	24
	12:00	32	0	0	32	-90	90	0	32
	15:00	18	43	43	24	-47	25	43	24
				Προσανατολισμός					
				N	0				
Ημέρα	Ηλικία ώρα	Ηλικιά ύψος	Ηλικιά αξιμούθαιο	HSA	VSA				
21n Ιουνίου	9:00	49	-86	-86	86				
	12:00	78	0	0	78				
	15:00	49	86	86	86				
21n Δεκεμβρίου	9:00	18	-43	-43	24				
	12:00	32	0	0	32				
	15:00	18	43	43	24				

Εικόνα 2.25 Πίνακας γωνιών σκιάσεων από διπλανά κτήρια- μακρινά εμπόδια



Εικόνα 2.26 3D αναπαράσταση σκιάσεων από διπλανά κτήρια- μακρινά εμπόδια

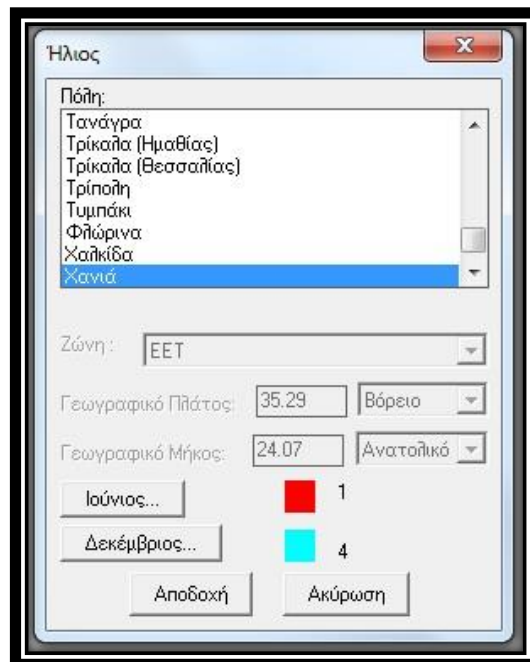
### 2.3.2.8 Κύκλος θέσης Ήλιου & Σκαριφήματα Ηλιασμού

#### Κύκλος θέσης Ήλιου

Με την εντολή αυτή μπορούμε να τοποθετήσουμε στο σχέδιό μας, τη θέση του ηλίου, σύμφωνα με τον προσανατολισμό και την περιοχή στην οποία βρίσκεται το υπό μελέτη κτήριο. Επιλέγοντας την εντολή αυτή εμφανίζεται στην γραμμή εντολών η προτροπή “**Κέντρο κύκλου θέσεων ηλίου**” και με το ποντίκι του πρέπει να δώσουμε το σημείο, το οποίο επιθυμούμε να σχεδιαστεί ως κέντρο του κύκλου που θα δημιουργηθεί με τη θέση του ηλίου.

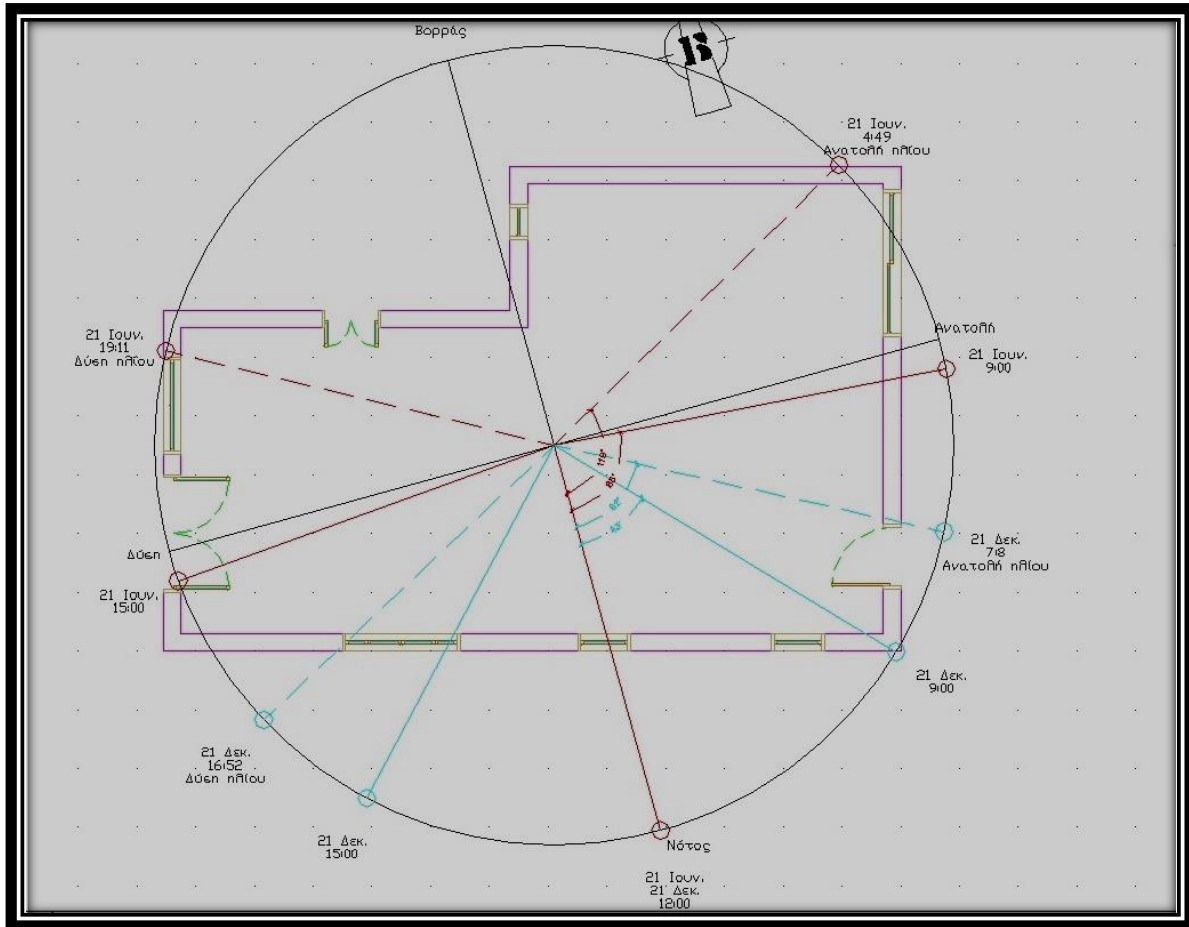
Στη συνέχεια εμφανίζεται το μήνυμα “**Ακτίνα κύκλου θέσεων ηλίου**”. Στο σημείο αυτό καλούμαστε να υποδείξουμε ένα σημείο ως ακτίνα του κύκλου των θέσεων του ηλίου ή διαφορετικά να πληκτρολογήσει την ακτίνα στη γραμμή εντολών.

Μόλις δοθεί και την ακτίνα του κύκλου, αυτόματα εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο διαλόγου, όπου επιλέγουμε την πόλη στην οποία βρίσκεται το υπό μελέτη κτήριο και τα χαρακτηριστικά των γραμμών που θα απεικονίζουν τον ηλιασμό του οικοπέδου και του κτηρίου, κατά την **21η Δεκεμβρίου** και την **21η Ιουνίου** (χειμερινό και θερινό ηλιοστάσιο αντίστοιχα). Οι γραμμές αυτές απεικονίζουν τον ηλιασμό στις δυο αυτές ημερομηνίες και για τις ώρες που ορίζονται από την ΤΟΤΕΕ.



Εικόνα 2.27 Παράθυρο ορισμού Ηλιακού Αζιμούθιου

Μόλις κάνουμε τις επιλογές μας στο παράθυρο αυτό και πιέζοντας “**Αποδοχή**”, το πρόγραμμα αυτόματα δημιουργεί τον κύκλο των θέσεων του ηλίου.

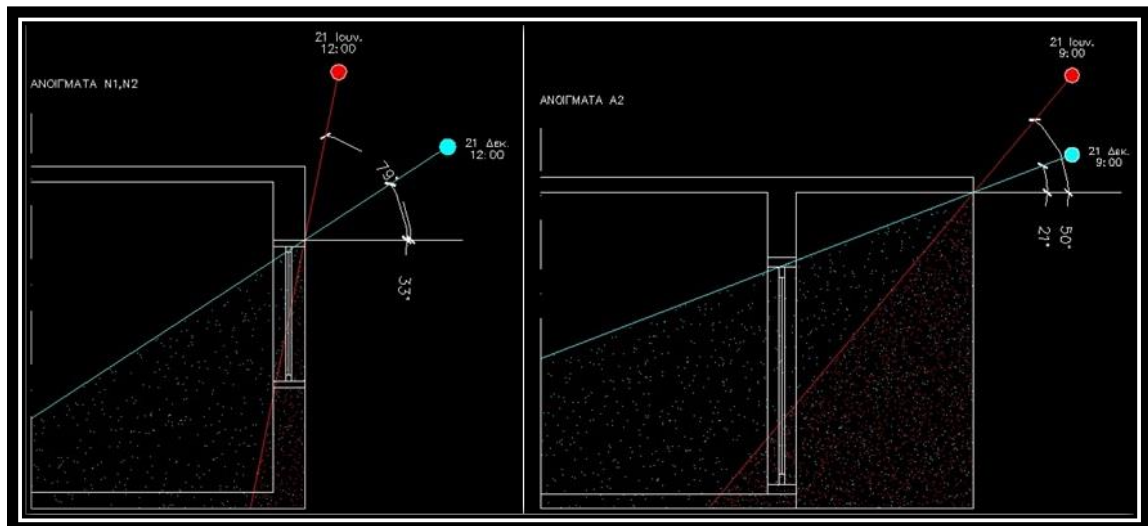


Εικόνα 2.28 Κύκλος θέσεων Ήλιου στο κτήριο

Σκαριφήματα Ηλιασμού

Με την εντολή αυτή το πρόγραμμα δημιουργεί και εμφανίζει τα σκαριφήματα ηλιασμού όλων των ανοιγμάτων του υπό μελέτη κτηρίου. Το μόνο που ζητείται από εμάς εκτελώντας την εντολή αυτή είναι το σημείο εισαγωγής και δίνοντάς το με το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού του, όλα τα σκαριφήματα εμφανίζονται στην οθόνη μας.

Τα σκαριφήματα ηλιασμού εμφανίζονται για όλα τα ανοίγματα (είτε σκιάζονται από οριζόντιους προβόλους, είτε όχι) και σε αυτά αναφέρονται τόσο τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά, όσο και οι γωνίες ηλιασμού για τα δυο ηλιοστάσια (χειμερινό και θερινό).



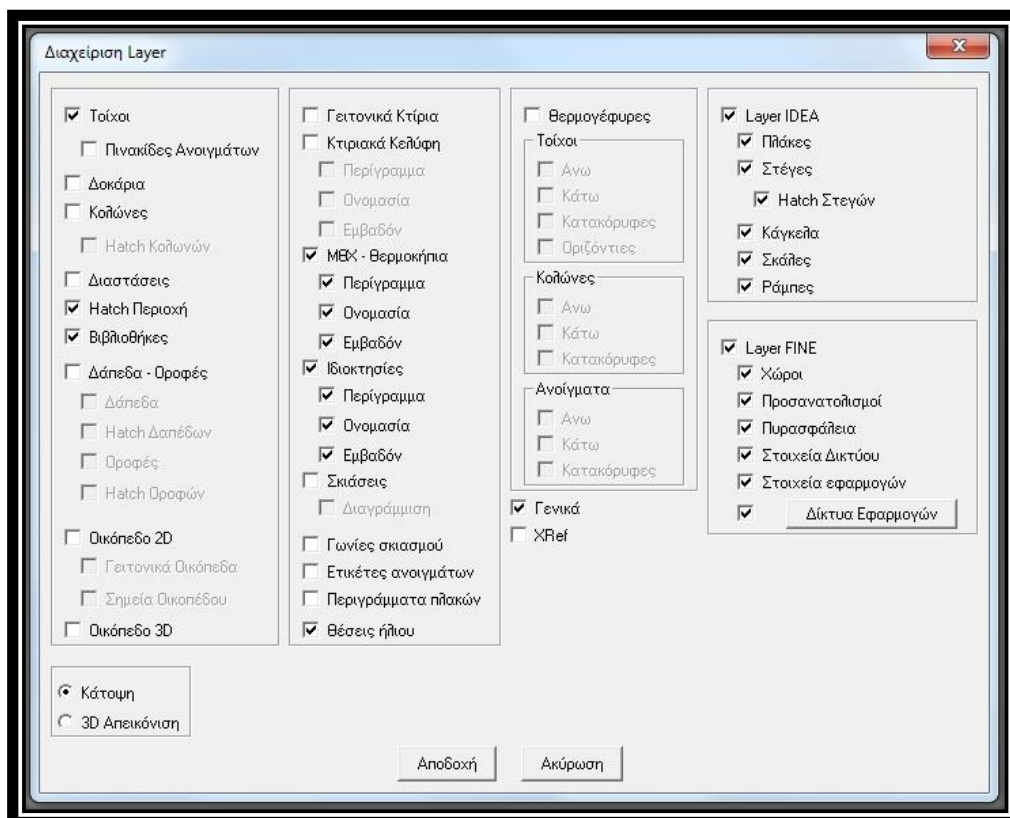
Εικόνα 2.29 Σκαριφήματα ηλιασμού, γωνίες ηλιασμού στα δυο ηλιοστάσια

### 2.3.2.9 Άλλες εντολές του προγράμματος

Πέρα από τις εντολές που αναλύθηκαν, το πρόγραμμα μας προσφέρει και ένα άλλο πλήθος εντολών, για αναλυτικότερη σχεδίαση του κτηρίου, όπως:

- Ορισμός Μ.Θ.Χ (Ορισμός Μη Θερμαινόμενου Χώρου)
- Ορισμός Θερμοκηπίου
- Εισαγωγή Οικόπεδου
- Υψόμετρο Σημείων Οικόπεδου
- Δημιουργία σχεδίου σκιάσεων οροφών, για πιο ακριβή τοποθέτηση του Ηλιακού θερμοσίφωνα στο δώμα.

Είναι άξιο να αναφερθεί, ότι το πρόγραμμα έχει την εντολή **Διαχείριση Layers**, όπου μας επιτρέπει να προβάλουμε ή να υποκρύπτουμε, διάφορα στοιχεία που έχουμε τοποθετήσει πάνω στο σχέδιο, με αποτέλεσμα να υπάρχει καλύτερη εποπτεία όλων των διαδικασιών.



Εικόνα 2.30 Παράθυρο διαχείρισης Layer

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Στο παρόν κεφάλαιο, περιλαμβάνονται:

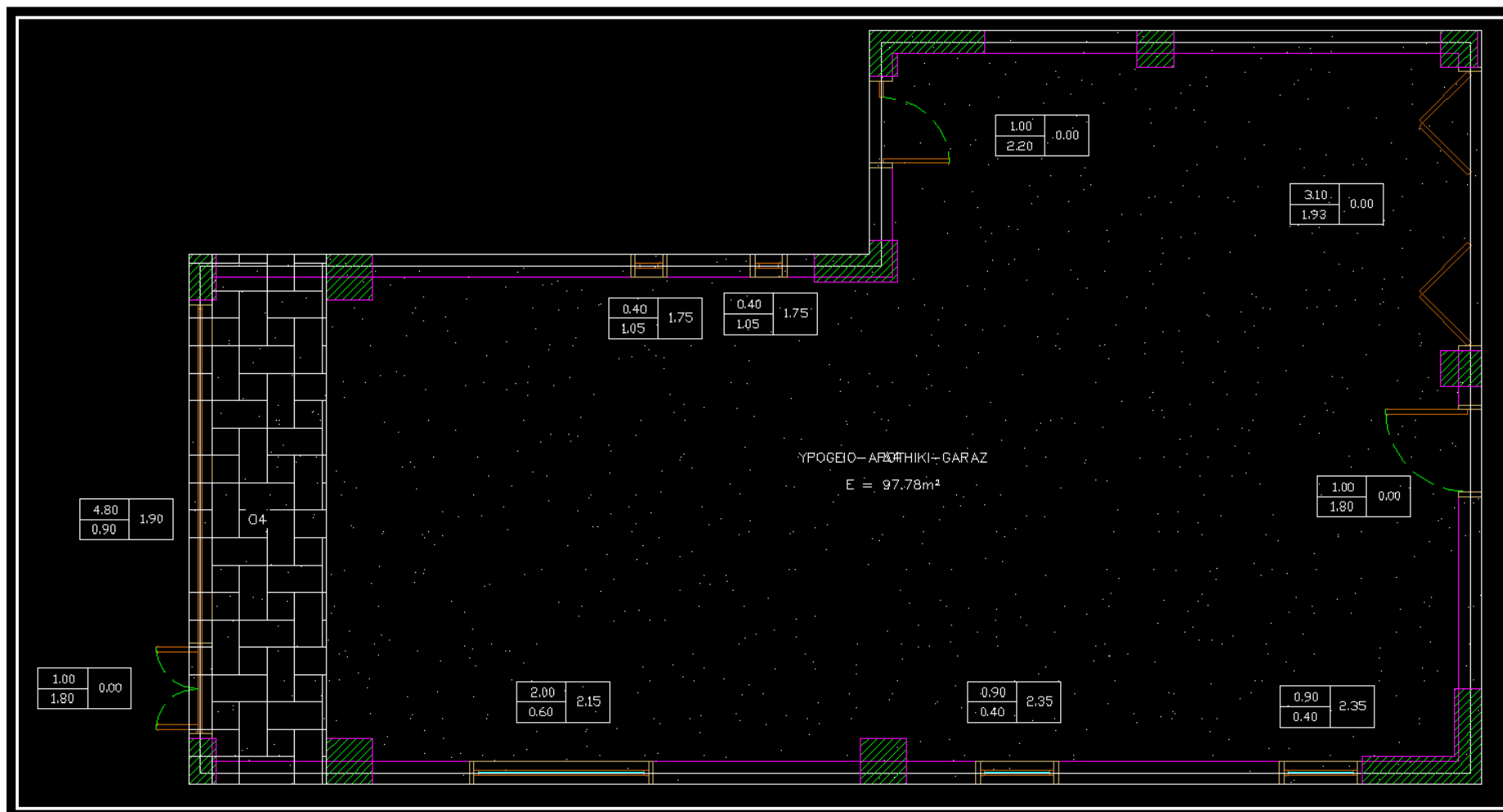
- Τα σχέδια συμπεριλαμβανόμενου των κατόψεων και τρισδιάστατων απεικονίσεων του υπό μελέτη κτηρίου, όπως αυτά προκύπτουν μετά την ολοκλήρωση των βημάτων μέσα στο σχεδιαστικό περιβάλλον (GCAD), που περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.
- Συνοπτική παρουσίαση του υπολογιστικού προγράμματος (Ενεργειακά-κτήριο αναφοράς).
- Η εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης του υπό μελέτη κτηρίου μας και η ανάδειξη των αποτελεσμάτων.

Θεωρώ σημαντικό να επισημάνω και πάλι, ότι το σύνολο των εικόνων, πινάκων και σχεδίων που συμπεριλαμβάνονται, είναι αποσπάσματα των βημάτων/υπολογισμών καθώς και των αποτελεσμάτων-συμπερασμάτων του υπό μελέτη κτηρίου.

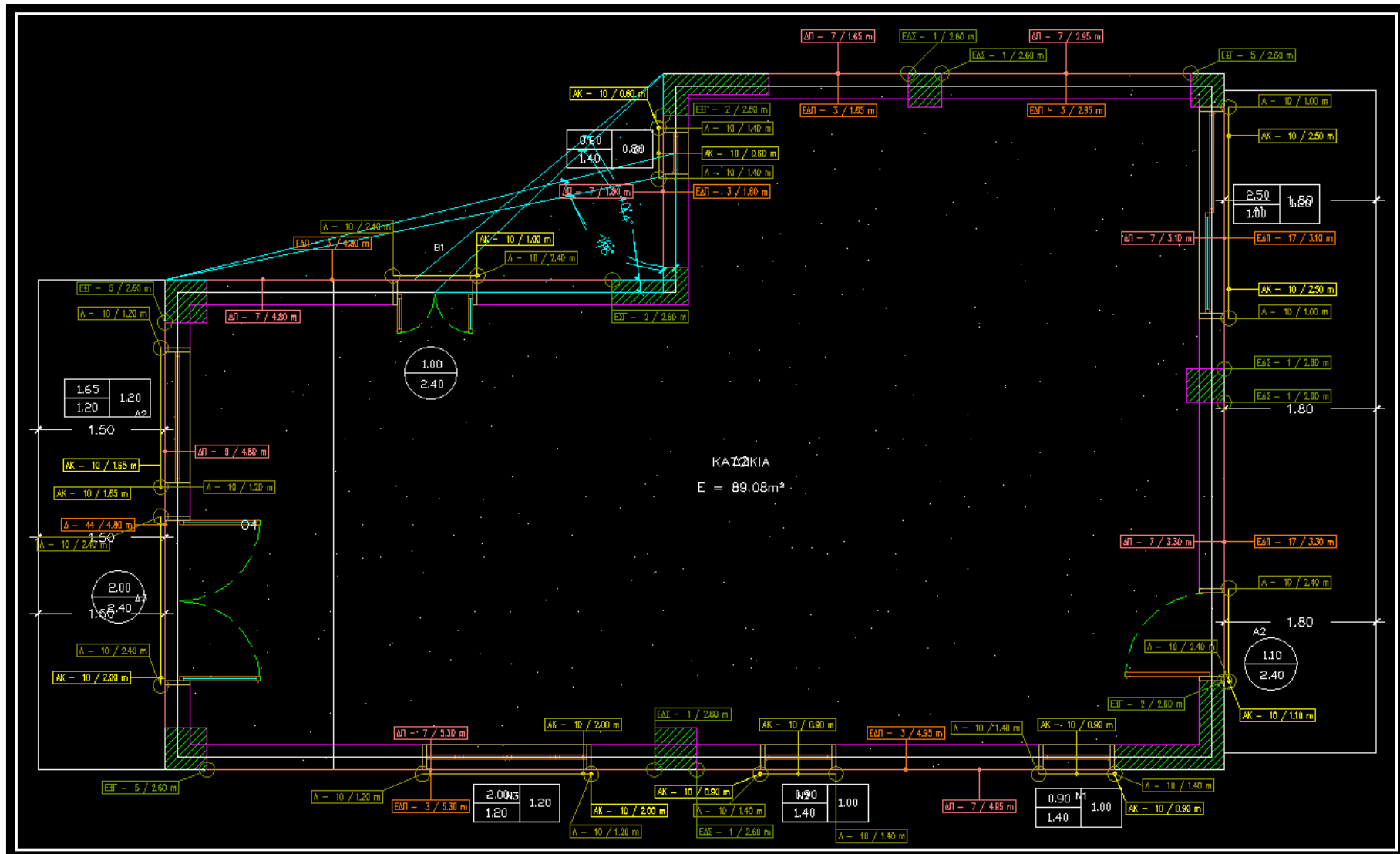


### 3.1 ΣΧΕΔΙΑ ΑΠΟ ΤΟ GCAD ΤΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

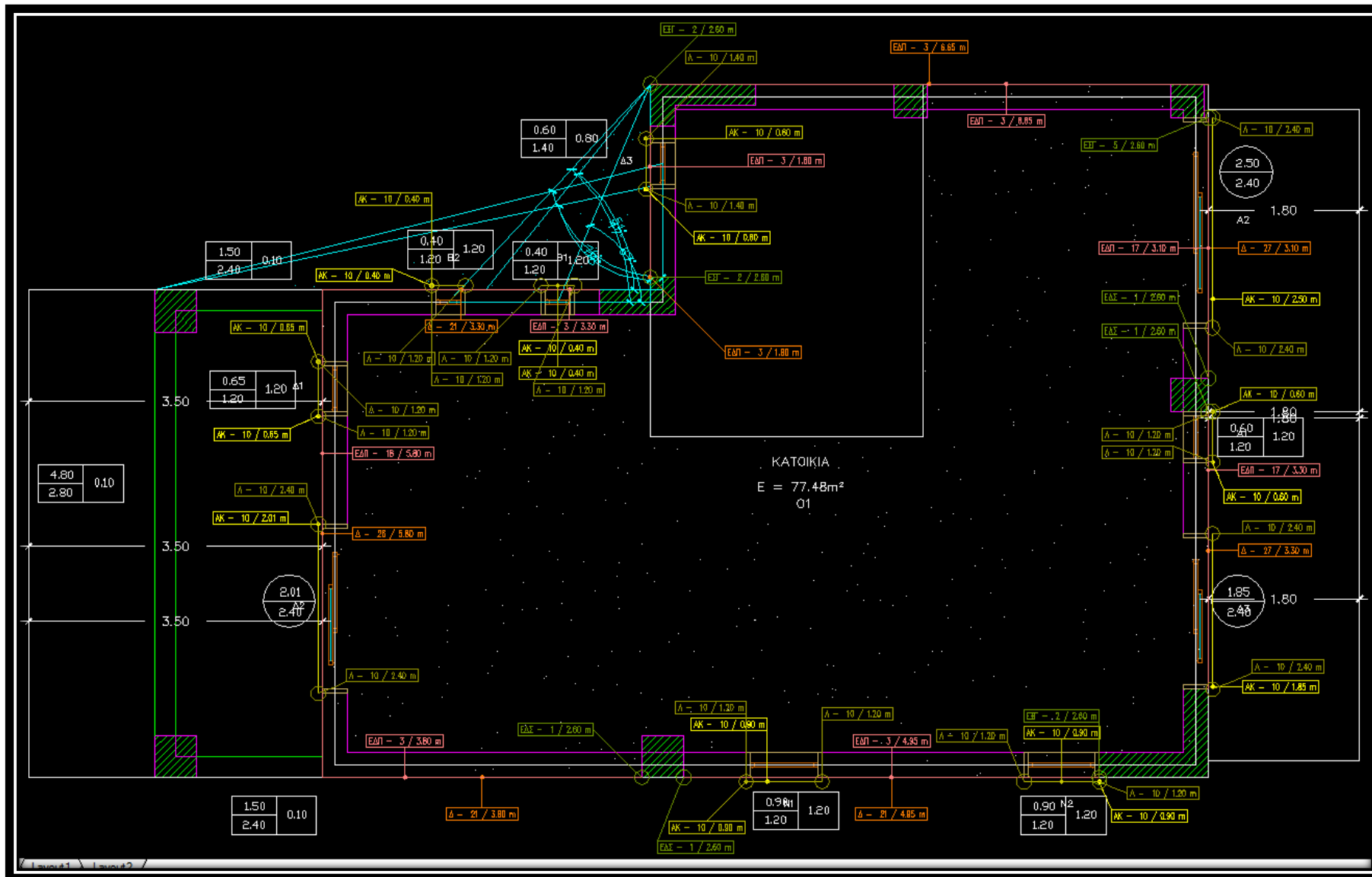
#### 3.1.1 ΚΑΤΟΨΕΙΣ

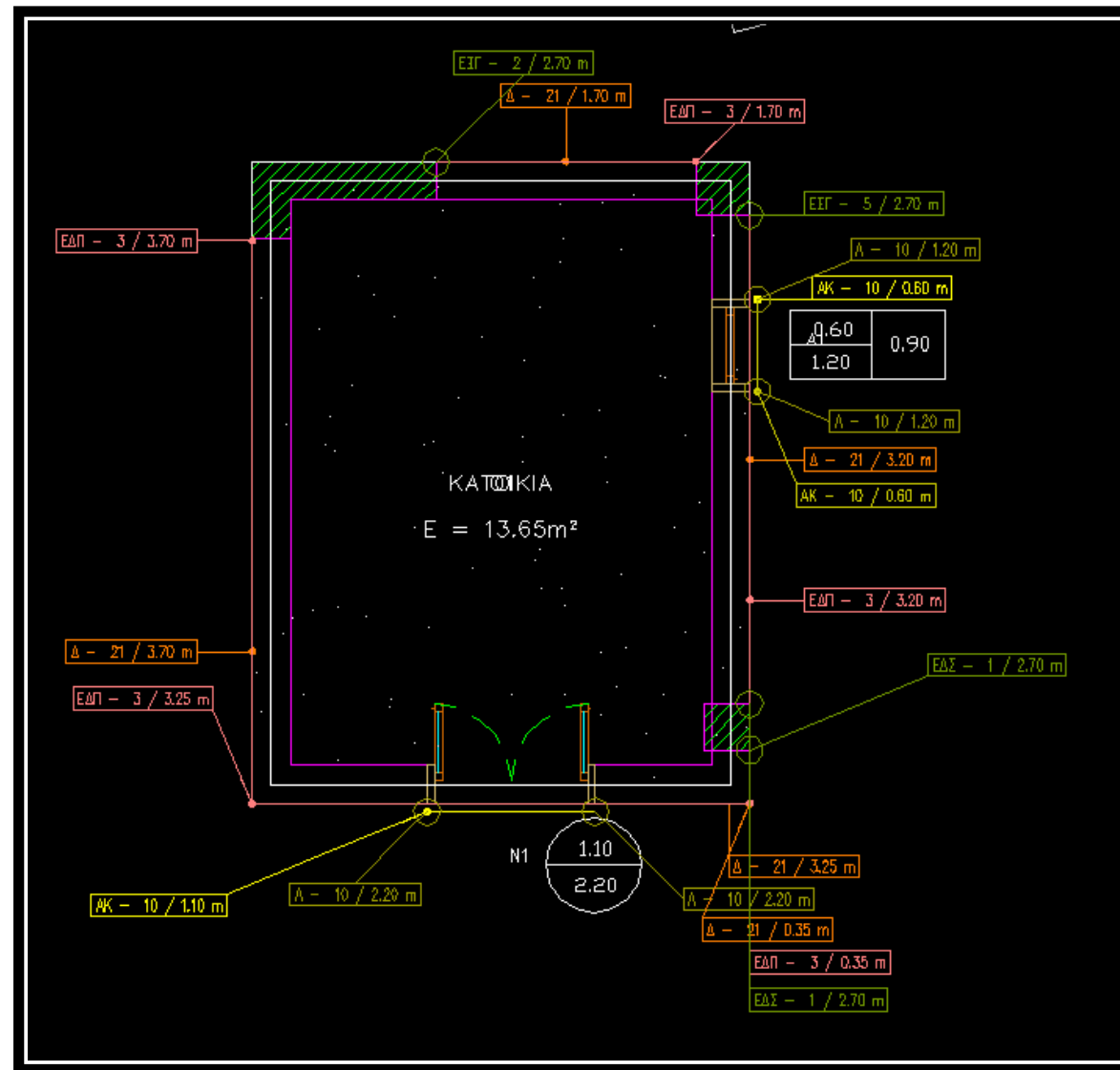


Εικόνα 3.1 Κάτοψη υπόγειου



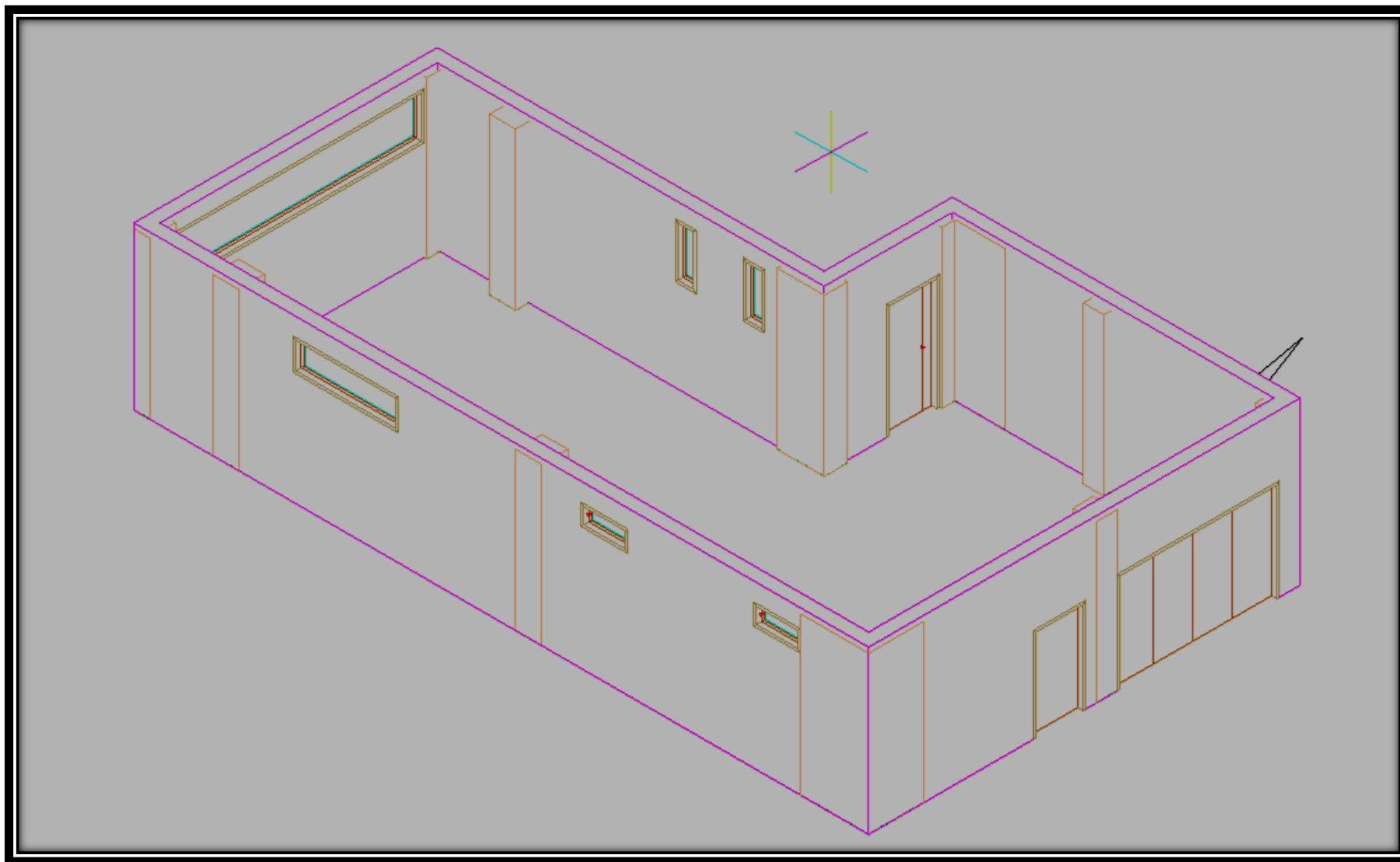
Εικόνα 3.2 Κάτοψη ισογείου



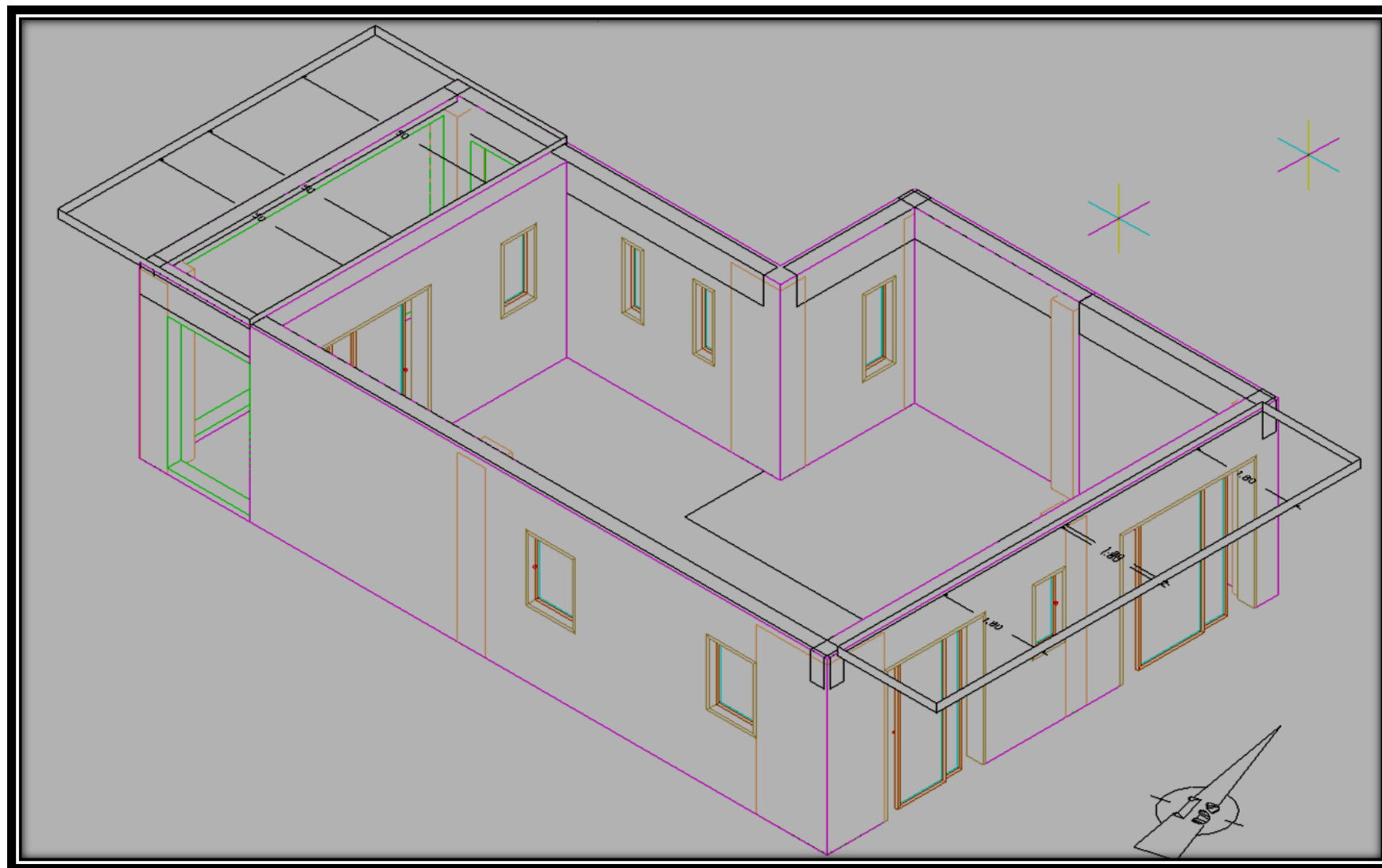


Εικόνα 3.4 Κάτοψη απόληξης

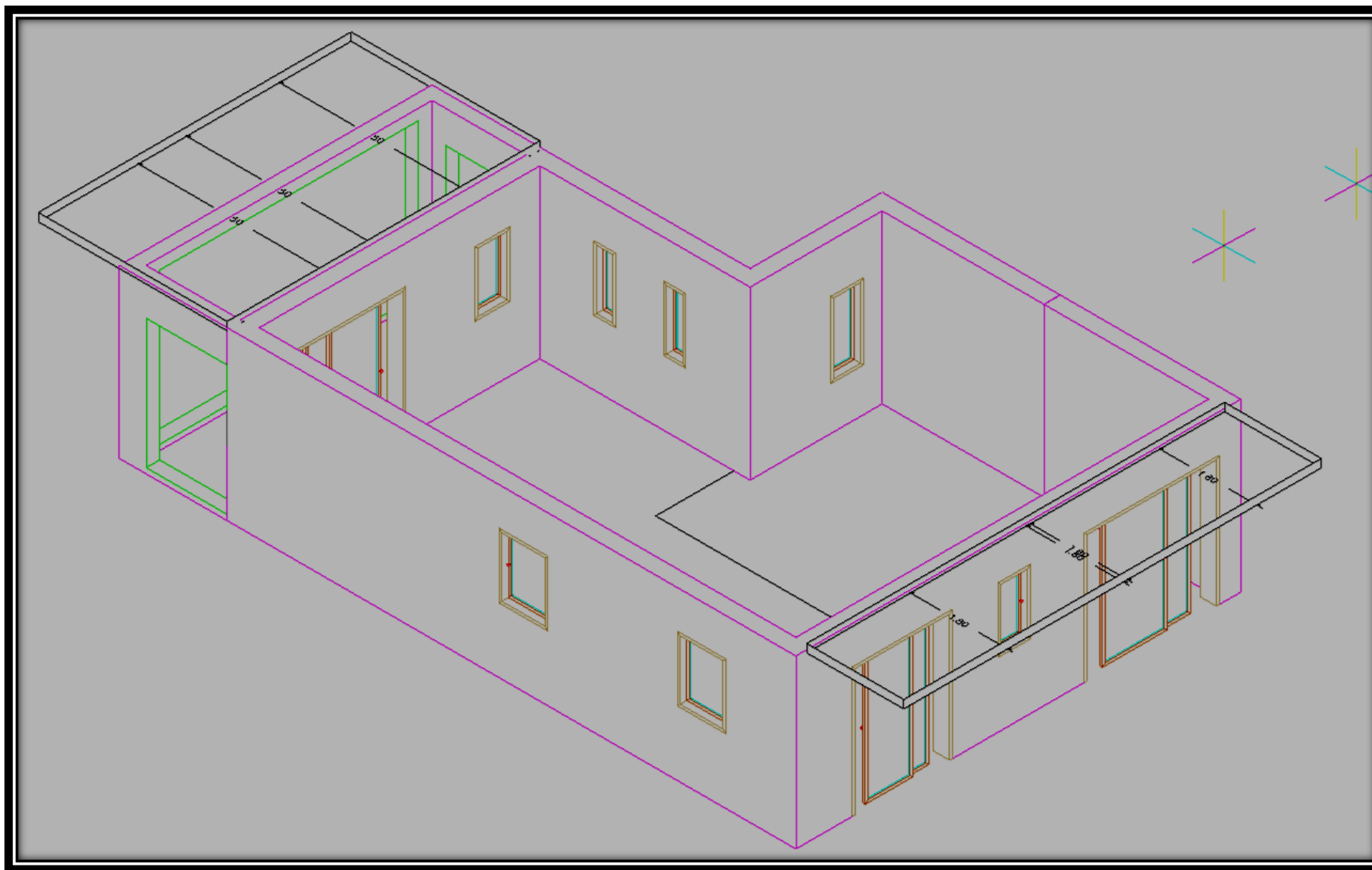
3.1.2 3D ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΙΣ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ



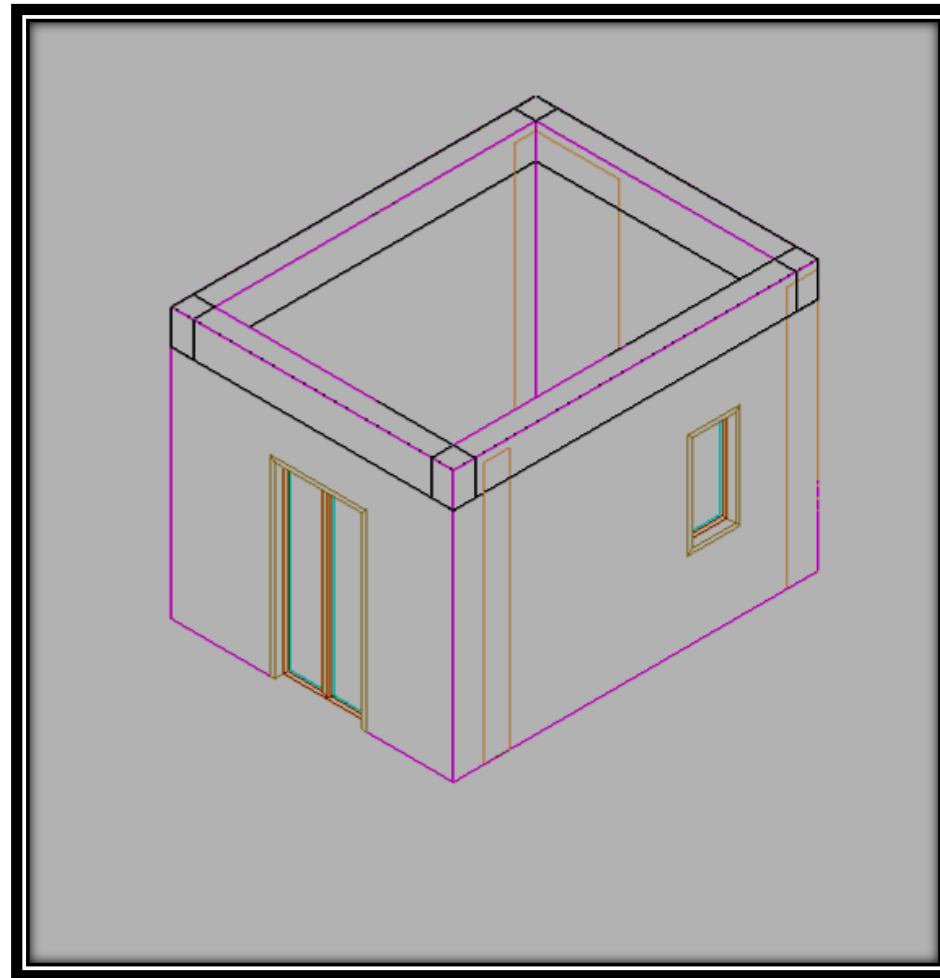
Εικόνα 3.5 3D απεικόνιση υπόγειου



Εικόνα 3.6 3D απεικόνιση ισογείου

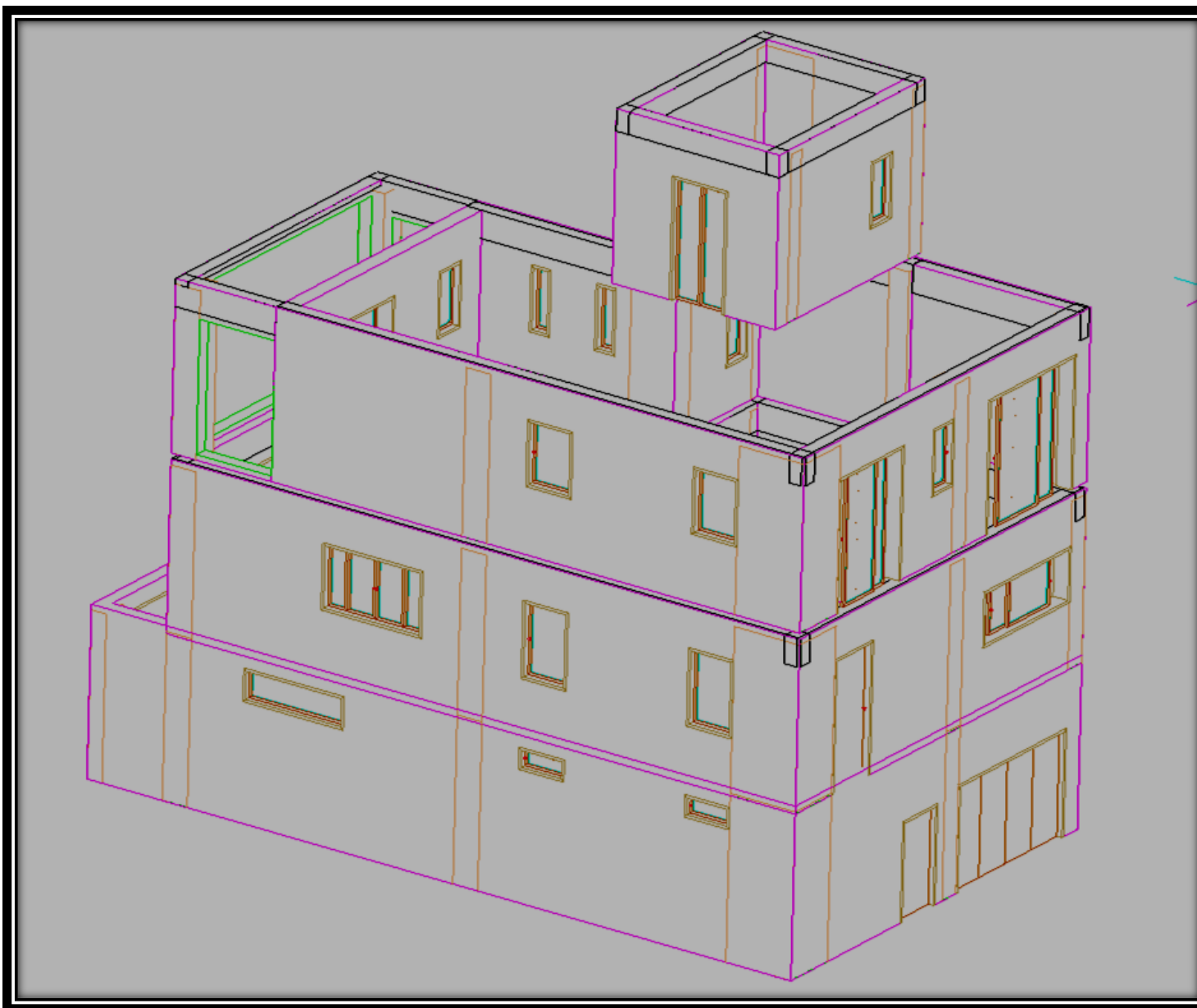


Εικόνα 3.7 3D απεικόνιση Α' ορόφου



Εικόνα 3.8 3D απεικόνιση απόληξης





Εικόνα 3.9 3D απεικόνιση ολοκλήρου του κτηρίου

## **3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ (ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ- ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ)**

Το **Ολοκληρωμένο Ενεργειακό Λογισμικό 4M-KENAK**, καλύπτει το σύνολο των αναγκών Ενεργειακής Επιθεώρησης & Πιστοποίησης Κτηρίων, καθώς επίσης και την εκπόνηση ολοκληρωμένων Μελετών Ενεργειακής Απόδοσης, ακολουθώντας κατά γράμμα τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ), στο πλαίσιο του ΦΕΚ 407B 9/4/2010 και του Νόμου 3661 /2008.

Πέρα από την αυτόματα αμφίδρομη επικοινωνία τόσο με το πρόγραμμα Ενεργειακών Μελετών και Επιθεωρήσεων του ΤΕΕ, όσο και με τη φόρμα Ενεργειακών επιθεωρήσεων του ΥΠΕΚΑ, το σχεδιαστικό περιβάλλον GCAD, τους έξυπνους ελέγχους, τις πλούσιες βιβλιοθήκες ενεργειακών υλικών και μετεωρολογικών στοιχείων και την παραγωγή των απαιτούμενων εκτυπώσεων μαζί με όλα τα σχέδια, δίνει τη δυνατότητα στον μελετητή, εφόσον το επιθυμεί, σύγκρισης και αξιολόγησης εναλλακτικών σεναρίων βέλτιστου σχεδιασμού και προτάσεων για παρεμβάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, τόσο σε νέα όσο και σε παλιά κτήρια.

### **3.2.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Το υπολογιστικό περιβάλλον Ενεργειακά- Κτήριο αναφοράς, του πακέτου 4M-KENAK, έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Κάλυψη όλων των αναγκών Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης & Ενεργειακής Επιθεώρησης - Πιστοποίησης Κτηρίων
- Αμφίδρομη επικοινωνία με το πρόγραμμα Ενεργειακών Επιθεωρήσεων ΤΕΕ για τη σύνδεση της Ενεργειακής Μελέτης με την Επιθεώρηση
- Ολοκληρωμένη Μεθοδολογία Ενεργειακής Ανάλυσης (στο πλαίσιο των Ν.3661/2008, ΦΕΚ 407B 9/4/2010, ΤΟΤΕΕ, Κτήριο Αναφοράς κλπ)
- Ταυτόχρονη επίλυση του συνολικού κτηρίου και των ανεξάρτητων ιδιοκτησιών για την εξασφάλιση Ενεργειακού Πιστοποιητικού κατά την επιθεώρηση κάποιας από τις ιδιοκτησίες
- Πραγματοποίηση όλων των υπολογισμών της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (που αντικαθιστά την "Μελέτη Θερμομόνωσης") και εξαγωγή τεύχους μελέτης έτοιμου για υποβολή
- Ενεργειακές Επιθεωρήσεις σε συνεργασία με πρόγραμμα Ενεργειακών Επιθεωρήσεων ΤΕΕ, στέλνοντας έτοιμες-υπολογισμένες όσες παραμέτρους απαιτούν ειδικό υπολογισμό, για σημαντική εξοικονόμηση χρόνου
- Πλούσια Data Base Ενεργειακών Υλικών σε συνεργασία με τους Προμηθευτές Υλικών
- Εύκολη Σύγκριση και αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων βέλτιστου σχεδιασμού
- Προτάσεις παρεμβάσεων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (τόσο σε νέα όσο και σε παλιά κτήρια)
- Αυτόματη Παραγωγή όλων των σχετικών Εντύπων
- Εύρεση της βέλτιστης θέσης τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα ή τη στέγη του κτηρίου (σκιάσεις για επιλεγμένες ημερομηνίες,

## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

θεώρηση εμποδίων, εύρεση ελάχιστης απόστασης μεταξύ των ηλιακών συλλεκτών κλπ)

- Πλήρης Συμβατότητα με αρχεία IFC: Αναγνωρίζεται το πλήρες 3D μοντέλο κτηρίου (με τους τοίχους του, τα ανοίγματα κλπ) από οποιοδήποτε BIM αρχιτεκτονικό (πχ. Archicad, Revit, Allplan κλπ) .

### 3.2.2 ΒΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ (ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ)

Παρακάτω αναφέρονται περιληπτικά τα βήματα ενεργειακής μελέτης νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου:

1. Εάν έχουμε ξεκινήσει τη μελέτη στο σχεδιαστικό GCAD, τότε μόλις ανοίξουμε το “Ενεργειακά-Κτήριο Αναφοράς” επιλέγουμε “Ενημέρωση από σχέδιο”.

Εάν ξεκινάμε απευθείας από εδώ τη μελέτη του, τότε επιλέγουμε Αρχείο -> Νέα μελέτη.

2. Από την καρτέλα “Στοιχεία” συμπληρώνουμε όσες από τις επιλογές χρειάζονται στη μελέτη του.
3. Στο “Φύλλο Υπολογισμού” συμπληρώνονται αρχικά οι ‘Ζώνες’.

**Σημείωση:** Όταν τελειώσουμε με τη συμπλήρωση των ζωνών, μπορούμε μέσω των ‘Μη αποδεκτών στοιχείων κτηρίου/συστημάτων’ να δούμε αν οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων που επιλέχθηκαν είναι αποδεκτοί.

4. Μόλις ολοκληρωθεί η συμπλήρωση των ζωνών, από το “Φύλλο Υπολογισμού” συνεχίζουμε συμπληρώνοντας και τα ‘Συστήματα’.
5. Έχοντας τελειώσει τη συμπλήρωση στο “Φύλλο Υπολογισμού”, με τσεκαρισμένη την επιλογή ‘Υπολογισμός με χρήση μηχανής TEE’, ανοίγουμε το “Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης” προκειμένου να δούμε αν το κτήριο μας είναι στην αποδεκτή κατάσταση.

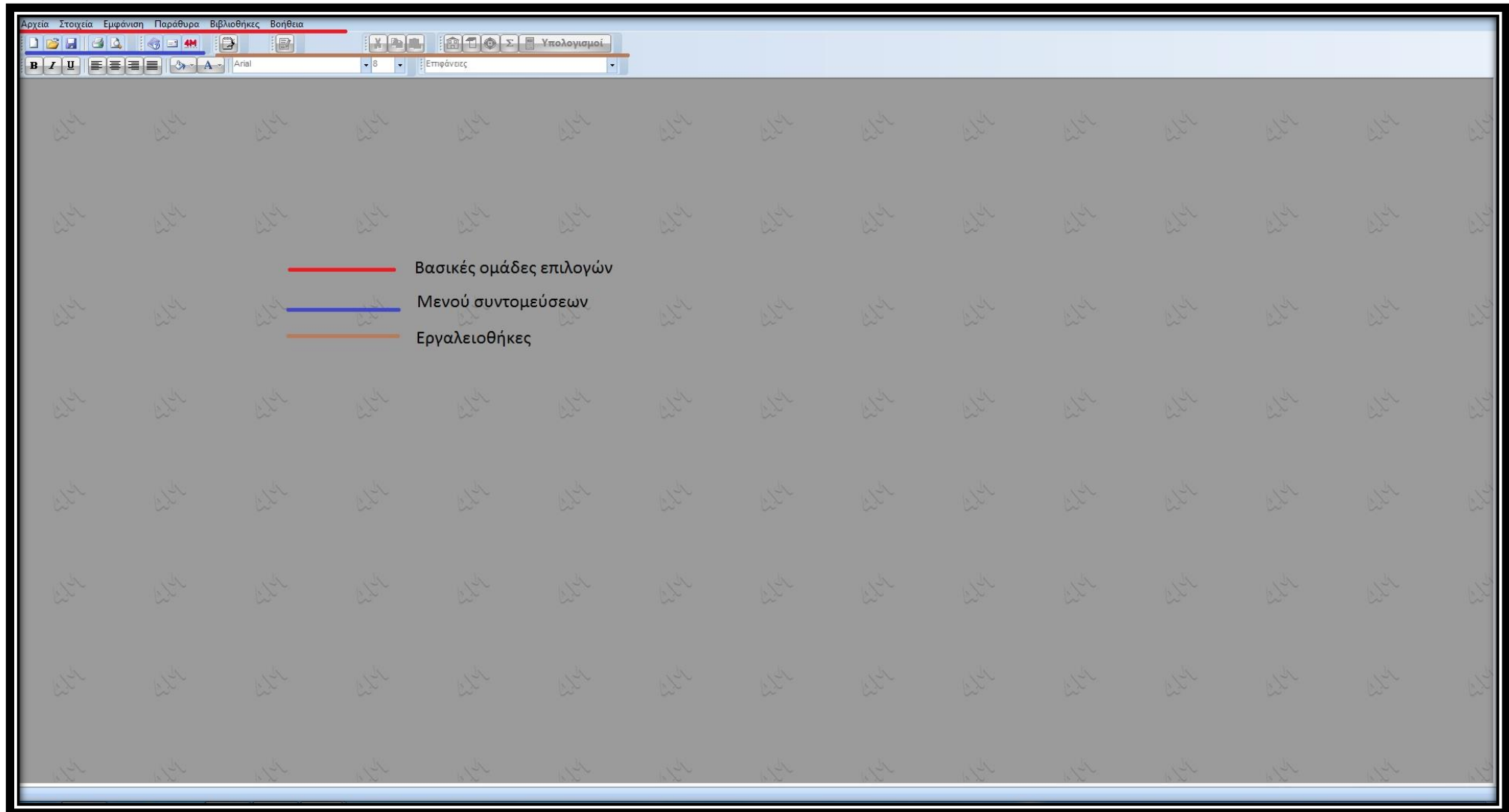
**Σημείωση:** Σε περίπτωση που το κτήριο δε βγαίνει ενεργειακά αποδεκτό, μέσω των “Μη αποδεκτών στοιχείων κτηρίου/συστημάτων” και της “Σύγκρισης ενεργειακών προφίλ κτηρίου-Κ.Α.” μπορούμε να βοηθηθούμε ώστε να το βελτιώσουμε.

6. Μόλις το κτήριο βγει κατηγορίας Β και άνω, με αποδεκτούς όλους τους συντελεστές θερμοπερατότητας U, έχουμε τη δυνατότητα πατώντας “Εξοδος σε -> Αρχείο xmi κτηρίου” να επαληθεύσουμε τα αποτελέσματα και μέσα από τη μηχανή του TEE, καθώς και να προχωρήσουμε στην εκτύπωση της μελέτης.

**Στη συνέχεια, θα περιγράψουμε αναλυτικά την διαδικασία εκπόνησης ενεργειακής μελέτης, ακολουθώντας τα παραπάνω βήματα.**

### 3.2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

#### 3.2.3.1 Αρχικό περιβάλλον

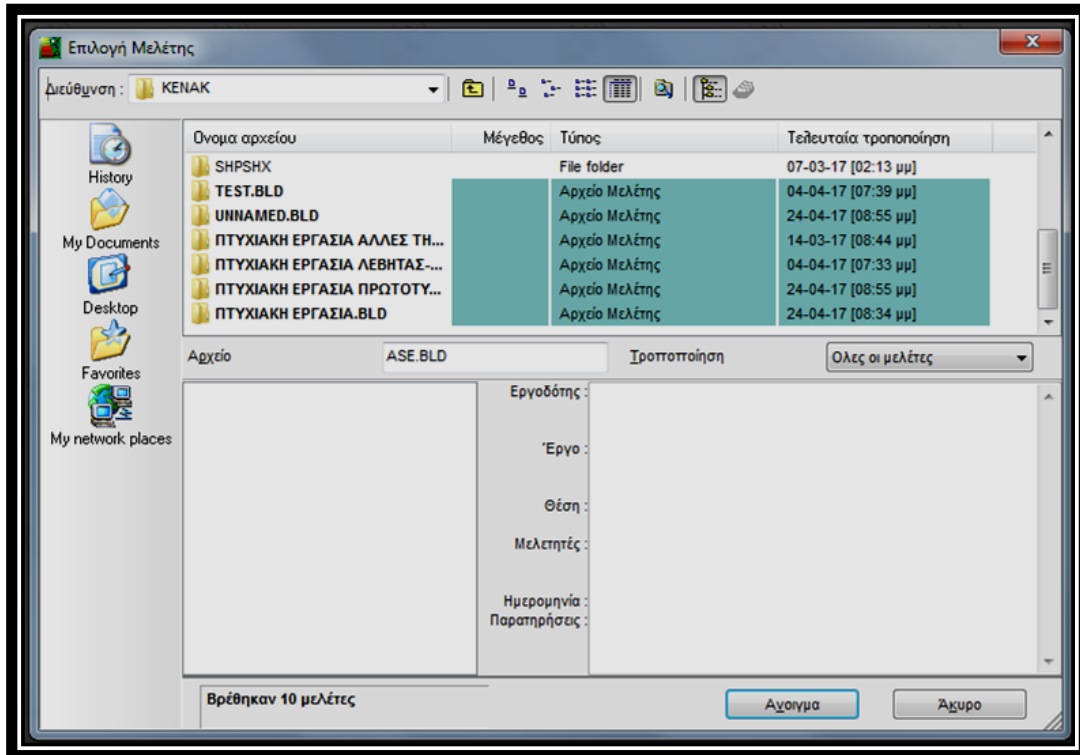


Εικόνα 3.10 Αρχικό Περιβάλλον Υπολογιστικού προγράμματος

### 3.2.3.2 Δημιουργία- Επιλογή Μελέτης

Για να εργαστούμε πάνω στο υπολογιστικό περιβάλλον, μας δίνονται διάφορες επιλογές. Μπορούμε να δημιουργήσουμε είτε:

- **Νέα Μελέτη:** Συμπληρώνεται στο παράθυρο που θα εμφανιστεί το όνομα της μελέτης που επιθυμούμε να δημιουργήσουμε.
- **Επιλογή Μελέτης:** Με την εντολή αυτή εμφανίζεται παράθυρο, μέσα από το οποίο επιλέγουμε το αρχείο της (υπάρχουσας) μελέτης που επιθυμούμε να φορτώσουμε (για επεξεργασία ή απλή εποπτεία).



Εικόνα 3.11 Παράθυρο Επιλογής Μελέτης

Στην περίπτωση, που έχει γίνει σχεδιασμός του κτηρίου μέσω του προγράμματος GCAD, είναι εφικτή η μεταφορά στο υπολογιστικό περιβάλλον, όλων των δεδομένων και στοιχείων που έχουν οριστεί μέσα στο σχεδιαστικό περιβάλλον.

Για να γίνει αυτό, πρέπει μέσα από το GCAD να επιλέξουμε, **AutoBLD> Υπολογισμοί> “Ενεργειακά - Κτήριο Αναφοράς”**. Μόλις κάνουμε την επιλογή αυτή, το πρόγραμμα ρωτάει αν θέλουμε να γίνει ενημέρωση των στοιχείων των θερμικών ζωνών που έχουν οριστεί. Πιέζοντας **“Ναι”**, δίνουμε ουσιαστικά την εντολή να μεταφερθούν τα στοιχεία της κάτοψης στο υπολογιστικό πρόγραμμα.

Τα στοιχεία που περνούν αφορούν τόσο τα δομικά στοιχεία, τα υλικά και τους συντελεστές τους, τις θερμογέφυρες, τα εμβαδά και όλα τα στοιχεία σκίασης και ηλιασμού που έχουν δοθεί από το χρήστη. Αυτόματα το πρόγραμμα ενεργοποιεί το υπολογιστικό πρόγραμμα “Ενεργειακή – Κτήριο αναφοράς”.

Η επιλογή **“Ναι”** που δώσαμε, έχει μια ακόμα σημασία, αφού το πρόγραμμα σβήνει όλα τα δεδομένα που τυχόν έχουν περαστεί στο υπολογιστικό για τη μελέτη αυτή και ενημερώνει με τα νέα. Αυτό σε περίπτωση που μετά από ενημέρωση του υπολογιστικού έχει επιστρέψει στο σχεδιαστικό και έχει κάνει αλλαγές και θέλει να ξαναενημερώσει το υπολογιστικό με τα νέα δεδομένα. Στην περίπτωση που για

κάποιο λόγο δεν θέλουμε μεταφερθούν τα στοιχεία της κάτοψης στους υπολογισμούς (πχ. θέλει να διατηρήσουμε την προηγούμενη ενημέρωση) πρέπει να επιλέξουμε "Όχι".

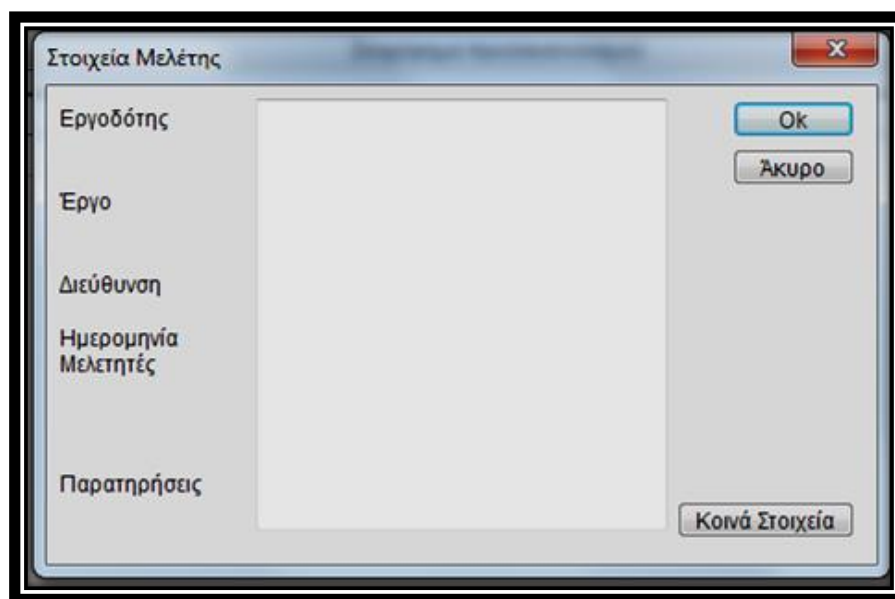
Ωστόσο, για να ενημερωθεί το υπολογιστικό πρόγραμμα με όλα τα δεδομένα του σχεδίου, δεν αρκεί το άνοιγμα του προγράμματος, αλλά θα πρέπει να ζητήσουμε και την ενημέρωσή του από το σχέδιο μέσα από το μενού **Αρχείο > Ενημέρωση από σχέδιο**.

### 3.2.3.3 Συμπλήρωση στοιχείων μελέτης

Εφόσον έχουμε πλέον επιλέξει και φορτώσει την μελέτη μας, το επόμενο βήμα είναι να συμπληρώσουμε τα στοιχεία της μελέτης. Πατώντας λοιπόν στο μενού **Στοιχεία**, ανοίγει μια καρτέλα με επιλογές που αφορούν τον λεπτομερή προσδιορισμό του κτηρίου, καθώς και διαφόρων στοιχείων που θα μπουν στην εκτύπωση της τεχνικής έκθεσης στο τέλος. Στην συνέχεια, θα αναλυθούν οι σημαντικότερες επιλογές της καρτέλας αυτής:

#### Στοιχεία Μελέτης

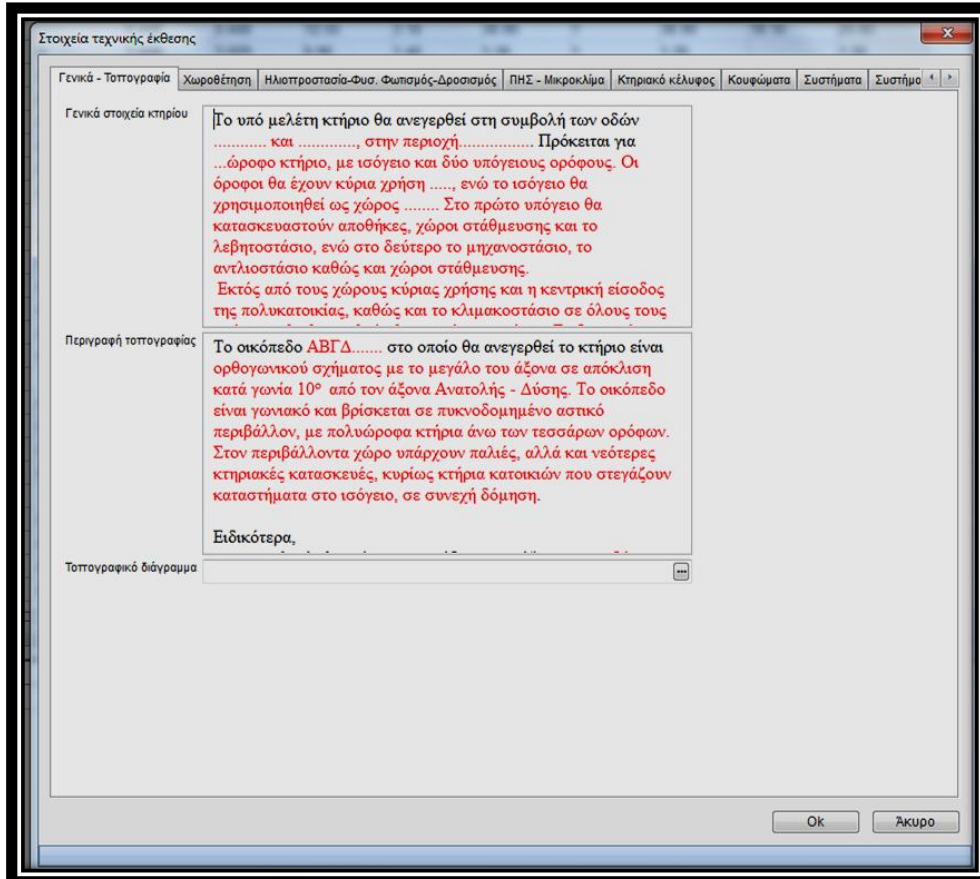
Τα στοιχεία μελέτης αναφέρονται σε τίτλους και επικεφαλίδες, που αφορούν την ταυτότητα του έργου, (Εργοδότης, Έργο, Διεύθυνση κλπ) τα οποία ενημερώνουν αργότερα το εξώφυλλο της μελέτης. Εάν έχουμε ξεκινήσει τη μελέτη από το σχεδιαστικό GCAD και έχουμε συμπληρώσει εκεί τα αντίστοιχα στοιχεία, πατώντας στην επιλογή 'Κοινά στοιχεία' αυτά συμπληρώνονται αυτόματα.



Εικόνα 3.12 Παράθυρο στοιχείων μελέτης

## Στοιχεία Τεχνικής Έκθεσης

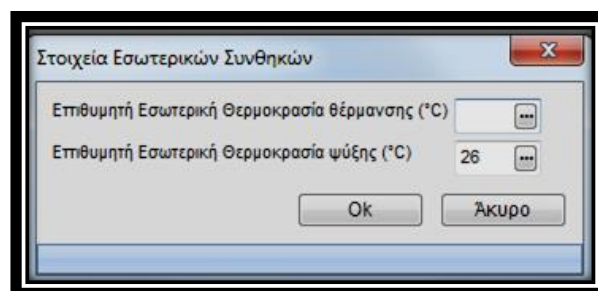
Τα κείμενα τεχνικής έκθεσης είναι έτοιμα κείμενα κατ' αντιστοιχία με τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης που είχε δημοσιευθεί στο site του ΤΕΕ. Σε αυτά, μπορούμε να συμπληρώσουμε τις αντίστοιχες καρτέλες (ότι είναι με κόκκινο χρώμα πρέπει να αλλάξει ανάλογα με τη μελέτη) και αυτόματα οι αλλαγές που κάνουμε περνάνε στο εκτυπωτικό "Μελέτη ενεργειακής απόδοσης" ώστε να μη χρειάζεται να αλλάξουμε εκεί κάτι επιπλέον.



Εικόνα 3.13 Παράθυρο Στοιχείων τεχνικής έκθεσης

## Στοιχεία εσωτερικών συνθηκών

Τόσο για την περίοδο θέρμανσης, όσο και ψύξης συμπληρώνουμε τις **επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες**: Πρόκειται για την εσωτερική θερμοκρασία του χώρου αναλόγως με τη χρήση του (σε °C) σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.



Εικόνα 3.14 Εισαγωγή στοιχείων Εσωτερικών Συνθηκών

### Στοιχεία Κτηρίου

Επιλέγοντας “Στοιχεία κτηρίου” εμφανίζεται το παρακάτω παράθυρο το οποίο αποτελείται από δύο καρτέλες με μια σειρά από μεγέθη που αφορούν το κτήριο και κάποια επιπλέον συμπληρωματικά στοιχεία. Τα μεγέθη αυτά και οι τιμές που θα πρέπει να δίνονται, επεξηγούνται αναλυτικά αμέσως παρακάτω, με τη σειρά που φαίνονται και στο αντίστοιχο παράθυρο.

Εικόνα 3.15 Παράθυρο Εισαγωγής Στοιχείων Κτηρίου

Όπως βλέπουμε, στο παράθυρο αυτό, εκτός από τα μεγέθη και δεδομένα του κτηρίου, μπορούμε να επιλέξουμε να γίνουν οι υπολογισμοί με χρήση της μηχανής TEE. Για την ολοκλήρωση τόσο της ενεργειακής μελέτης όσο και της επιθεώρησης, είμαστε υποχρεωμένοι να λαμβάνουμε τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη μηχανή του TEE. Με τσεκαρισμένη αυτή την επιλογή, αυτομάτως τα αποτελέσματα και η ενεργειακή κατάσταση που εμφανίζονται προέρχονται από τη μηχανή του TEE, και στα εκτυπωτικά που προκύπτουν ενσωματώνεται αυτόματα ο σειριακός αριθμός που έχουμε παραλάβει από το TEE καθώς και ο αριθμός έγκρισης της εταιρείας.



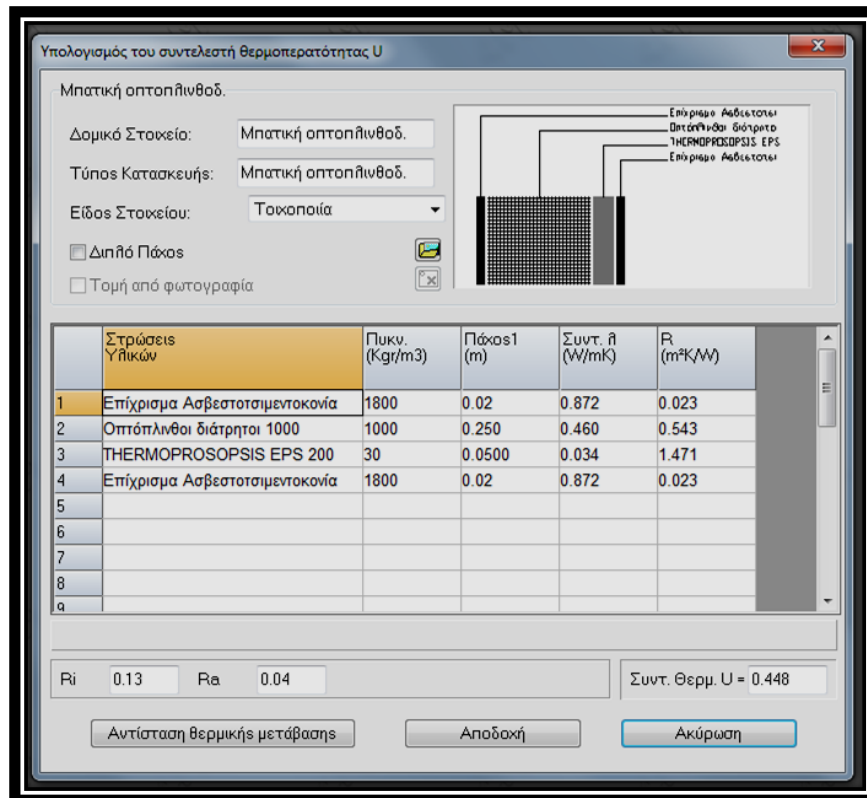
Τυπικά στοιχεία

Με τον όρο αυτό αναφερόμαστε σε ορισμένους κοινούς τύπους δομικών στοιχείων του κτηρίου, οι οποίοι συνοψίζονται στο αντίστοιχο παράθυρο. Όπως φαίνεται και στο παράθυρο, ο χρήστης μπορεί να ορίσει τις ακόλουθες κατηγορίες δομικών στοιχείων:

Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Υπολ. Συντ. U (W/m <sup>2</sup> K)	Απορροφητικότητα as,c	Ικανότητα εκπομπής ε	Τύπος τοίχου	Κόστος (€/m <sup>2</sup> )
1	T1	Εξωτερική τοιχοποιία 26	0.398	0.40	0.80	
2	T2	Εξωτερική τοιχοποιία 25	0.450	0.40	0.80	
3	T3	Τοιχοποιία σε επαφή με Μ.Θ.Χ.	0.715	0.40	0.80	
4	T4	Δοκός/υποστύλωμα/τοιχίωμα σε επαφή με Μ.Θ.Χ.	0.792	0.40	0.80	
5	T5	Τοιχεία χωρίς θερμομόνωση	3.165	0.40	0.80	
6	T6	Τοιχεία χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με Φ.Ε.	3.953	0.40	0.80	
7	T7	Εξωτερική δοκός/υποστύλωμα/τοιχίωμα	0.560	0.40	0.80	
8	T8	Τοίχοι συρομένων 35	0.390	0.40	0.80	
9	T9	Τοίχοι συρομένων 36	0.346	0.40	0.80	
10	T10	Μπατική οπτοπλινθοδ.	0.448	0.40	0.80	
11	T11					
12	T12					
13	T13					
14	T14					
15	T15					

Εικόνα 3.16 Παράθυρο προβολής Τυπικών Δομικών Στοιχείων

Από το παράθυρο αυτό, μπορούμε επίσης να επιλέξουμε και να αλλάξουμε οποιοδήποτε δομικό στοιχείο, από την βιβλιοθήκη που μας προσφέρει το πρόγραμμα. Αυτή η ευκολία χρειάζεται διότι συνήθως τα πάχη των μονωτικών μπορούν να αλλάζουν από μελέτη σε μελέτη. Για να εμφανιστεί το φύλλο του δομικού στοιχείου που έχει επιλεγεί στη μελέτη, πρέπει να μεταφερθούμε “επάνω” του, να πιάσουμε το δεξί πλήκτρο του ποντικιού και να επιλέξουμε **“Επεξεργασία Δομικού Στοιχείου”** ή να πιάσει το πλήκτρο **“F3”**.

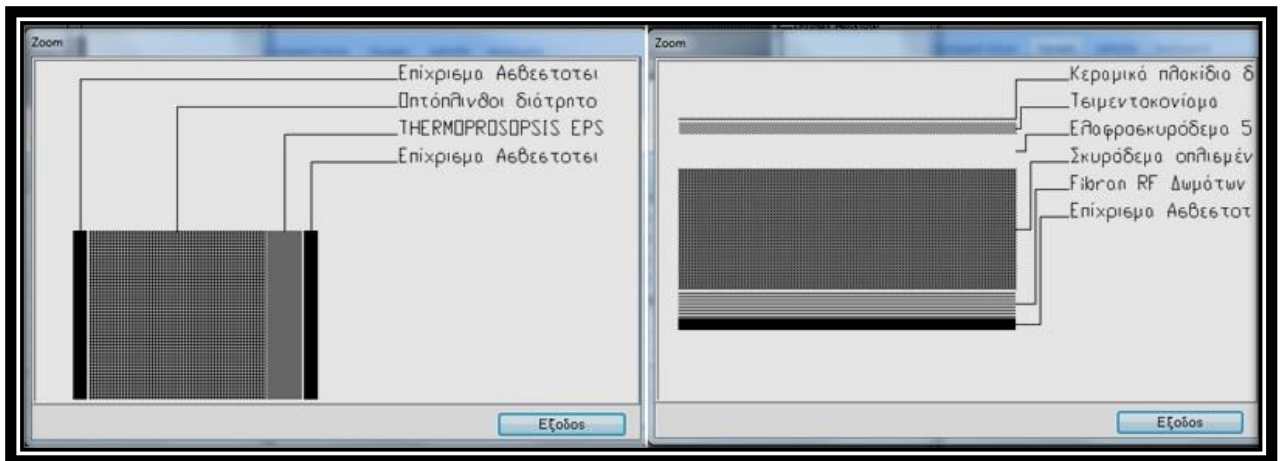


Εικόνα 3.17 Επεξεργασία των Δομικών Στοιχείων

Κάτω από την περιγραφή του δομικού στοιχείου υπάρχει πίνακας με τις στρώσεις των υλικών από τις οποίες συνίσταται. Κάθε στρώση αποτελεί γραμμή του πίνακα, αποτελούμενη από έξι στήλες: Η πρώτη αναφέρεται στον α/α του υλικού, η δεύτερη στην περιγραφή της στρώσης, η τρίτη στην πυκνότητα (προαιρετική συμπλήρωση), η τέταρτη στήλη στο πάχος, η πέμπτη στον συντελεστή λ, και η τελευταία στο συντελεστή R.

Εκτός από τις στρώσεις των υλικών με τα πάχη τους, θα πρέπει να συμπληρωθούν και οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης  $R_i$  και  $R_a$ , που βρίσκονται στο κάτω μέρος του φύλλου (για ευκολία του χρήστη εμφανίζεται σχετικός βοηθητικός πίνακας από τον οποίο μπορεί με διπλό κλικ στο ποντίκι να επιλέξει κατευθείαν την αντίστοιχη περίπτωση).

Τέλος, στο πάνω δεξιά μέρος του φύλλου δομικού στοιχείου σχηματίζεται σκαρίφημα της τομής του δομικού στοιχείου, όπου τα πάχη των στρώσεων σχεδιάζονται υπό κλίμακα, ενώ επίσης φαίνεται και η ονομασία τους. Το σκαρίφημα αυτό μπορεί να μεγεθυνθεί στην οθόνη μας κάνοντας διπλό κλικ με το ποντίκι μέσα στο πλαίσιο του σκαριφήματος, οπότε εμφανίζεται ένα παράθυρο όπως τα παρακάτω, που είναι παρμένα από την μελέτη μας:

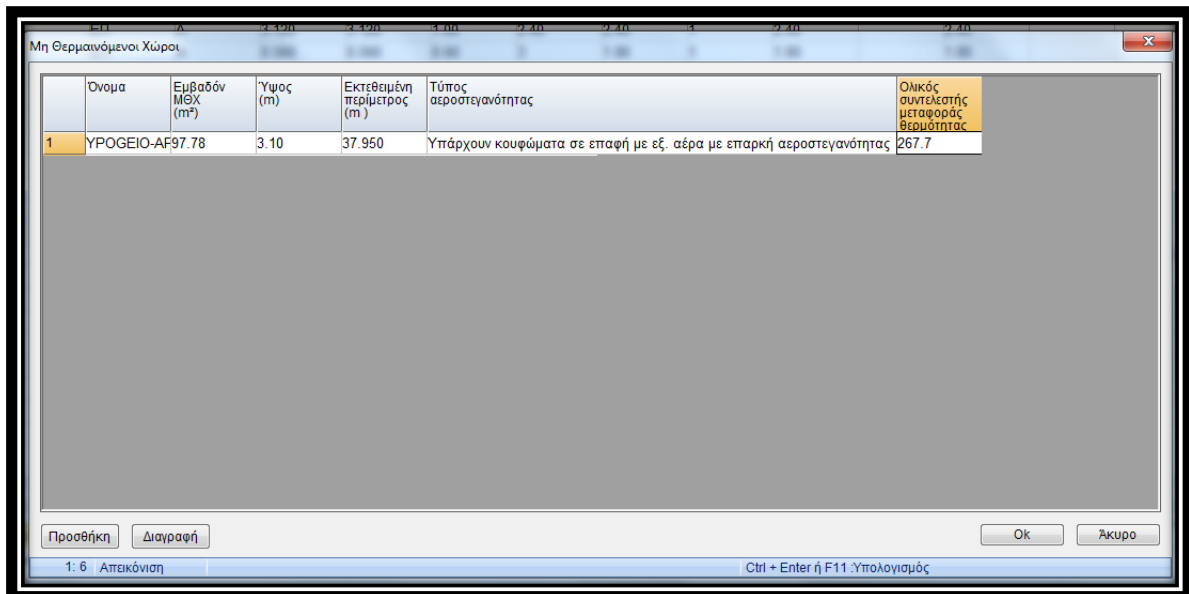


Εικόνα 3.18 Σκαριφήματα τομής δομικών στοιχείων τοίχου και οροφής

Ακόμα και να μην θέλουμε να αλλάξουμε κάτι στα υλικά, πρέπει να κοιτάξουμε τα συγκριμένα παράθυρα για όλα τα δομικά στοιχεία που έχουμε χρησιμοποιήσει, διότι υπάρχει περίπτωση να είναι τοποθετημένα με λάθος σειρά, πράγμα που θα εκτυπωθεί στην τεχνική έκθεση και θα αποτελεί λάθος.

### Μη θερμαινόμενοι χώροι

Μέσα από το παράθυρο αυτό έχουμε τη δυνατότητα να εισάγουμε τους μη θερμαινόμενους χώρους του κτηρίου, καθώς και ορισμένα στοιχεία που τους χαρακτηρίζουν. Με το πλήκτρο "**Προσθήκη**" μπορούμε να εισάγουμε μια νέα γραμμή στη λίστα και να τη συμπληρώσουμε. Καλούμαστε δηλαδή να δώσουμε το όνομα του χώρου, το εμβαδόν και το ύψος του και τον τύπο αεροστεγανότητας του μη θερμαινόμενου χώρου από την αντίστοιχη λίστα. Τέλος, συμπληρώνουμε την εκτεθειμένη περίμετρο του



Εικόνα 3.19 Παράθυρο ορισμού Μη Θερμαινόμενων Χώρων

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί πως στην καρτέλα αυτή υπάρχουν και άλλες επιλογές, όπως ιδιοκτησίες, διπλανά κτήρια και θερμοκήπια, αλλά δεν είναι απαραίτητο να αναλυθούν, διότι είτε δεν χρησιμοποιούνται, είτε χρησιμοποιούνται για ενεργειακή επιθεώρηση μόνο, πράγμα που δεν είναι του αντικείμενου της μελέτης αυτής, είτε τα αντίστοιχα δεδομένα που έπρεπε να συμπληρωθούν εκεί, έχουν παρθεί από το σχεδιαστικό περιβάλλον αυτόματα και δεν χρειάζεται καμία παρέμβαση.

### 3.2.3.4 Παράθυρα Υπολογιστικού περιβάλλοντος

Η επιλογή “**Παράθυρα**” περιλαμβάνει μια σειρά από παράθυρα υπολογισμών και αποτελεσμάτων στα οποία φαίνονται οι αναλυτικοί υπολογισμοί της μελέτης.

Ως προς τη διάταξη των παραθύρων στην οθόνη, οι δύο κύριοι εναλλακτικοί τρόποι που ο χρήστης μπορεί να τοποθετήσει τα παράθυρα είναι “Σε Επικάλυψη” και “Σε Παράθεση”, ενώ φυσικά μπορεί να τα φέρει σε οποιαδήποτε διάταξη με ανάλογους χειρισμούς.

Μπορεί να επιλέξει το παράθυρο στο οποίο θέλει να εργαστεί, είτε επιλέγοντάς το από το menu, είτε πηγαίνοντας με το ποντίκι και πιέζοντας το αριστερό πλήκτρο (click) μέσα σε κάποιο σημείο του παραθύρου (εφόσον υπάρχει οπτική επαφή με το παράθυρο αυτό). Και στις δύο περιπτώσεις το παράθυρο αυτό είναι ενεργοποιημένο οπότε εμφανίζεται και μία ένδειξη check δίπλα στην ονομασία του στο menu.

Από το σύνολο των παραθύρων αποτελεσμάτων μίας εφαρμογής το βασικότερο παράθυρο είναι αυτό που αντιστοιχεί στο βασικό φύλλο εισαγωγής δεδομένων ή υπολογισμών, που έχει την ονομασία “**Φύλλο Υπολογισμών**”. Το “**Φύλλο Υπολογισμών**” αποτελεί την καρδιά των υπολογισμών της εφαρμογής και για το λόγο αυτό θα γίνει εκτεταμένη αναφορά στην ενότητα αυτή.

#### Φύλλο Υπολογισμού

Το φύλλο υπολογισμού αποτελεί την καρδιά των υπολογισμών της εφαρμογής. Στο παράθυρο αυτό αναλύονται οι θερμικές ζώνες και τα συστήματα του κτηρίου αλλά και του κτηρίου αναφοράς. Το παράθυρο αυτό αποτελείται από τέσσερα βασικά τμήματα:

	Ειδ. Επιφ.	Προσανατολισμός (°)	Προσανατολισμός
1	T10	15	B
2	A17	15	B
3	A17	15	B
4	T7	15	B
5	T7	15	B
6	T10	285	Δ
7	A18	285	Δ
8	A24	285	Δ
9	T10	195	N
10	A19	195	N
11	A20	195	N
12	T7	195	N
13	T7	195	N

Εικόνα 3.20 Βασικά τμήματα παράθυρου Φύλλο Υπολογισμού

- Στο τμήμα **A** ο χρήστης μπορεί να επιλέξει αν θα εμφανίζονται οι **Ζώνες** ή τα **Συστήματα**
- Η μορφή του τμήματος **B** εξαρτάται από την επιλογή που έχουμε κάνει στο τμήμα **A**. Αν έχουμε επιλέξει “Ζώνες” στο τμήμα **B** εμφανίζονται οι ζώνες και τα επίπεδα του κτηρίου. Αν έχουμε επιλέξει “Συστήματα” στο τμήμα **B** εμφανίζονται τα συστήματα του κτηρίου.
- Η εμφάνιση του τμήματος **Γ**, εξαρτάται από το τι έχουμε επιλέξει στο τμήμα **B**. Το τμήμα **Γ** έχει άλλη μορφή όταν επιλέγεται μια Ζώνη, άλλη όταν επιλέγεται ένα επίπεδο, άλλη όταν επιλέγεται το Κτήριο και άλλη όταν επιλέγεται ένα σύστημα. Το τμήμα **Γ** μπορεί να αποτελείται από περισσότερες από μια καρτέλες (tabs) ανάλογα με την επιλογή. Για παράδειγμα, όταν στο τμήμα **B** είναι επιλεγμένη μια ζώνη, στο τμήμα **Γ** εμφανίζεται η καρτέλα “Γενικά”.
- Στο τμήμα **Δ**, μπορούμε να επιλέξουμε αν τα στοιχεία που επεξεργαζόμαστε στα υπόλοιπα τμήματα του παραθύρου (ζώνες- συστήματα) αναφέρονται στο υπό μελέτη κτήριο ή στο κτήριο αναφοράς.

### Ζώνες

Έχοντας επιλέξει ο χρήστης στο τμήμα A του παραθύρου “Ζώνες” και έχοντας κάνει κλικ με το ποντίκι του πάνω στη “Ζώνη 1” στο τμήμα B του παραθύρου, το παράθυρο του φύλλου υπολογισμού έχει την παρακάτω μορφή:

Κτίριο υπό μελέτη		Γενικά	
Ζώνες		Στοιχεία Θερμικής Ζώνης	
1 ΚΑΤΟΙΚΙΑ	Θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση (°C)	20	
2 ΚΑΤΟΙΚΙΑ	Θερμοκρασία αέρα ζώνης για ψύξη (°C)	26	
3 ΚΑΤΟΙΚΙΑ	Εμβαδόν ζώνης (m²)	180.200	
4 ΚΑΤΟΙΚΙΑ	Ύψος μικροεπιπέδου ζώνης	1	
	Ύψος επιπέδου ζώνης (m)	3.10	
	Επιπέδιστος όγκος (m³)	0.000	
	Υπολογιζόμενος όγκος (m³)	558.820	
	Επιπέδιστη συνολική πραγματική εδαμτρική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (m²)	0.00	
	Υπολογιζόμενη συνολική πραγματική εδαμτρική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (m²)	469.8	
	Κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS)	B	
	Ακροατής	Είναι συμπληρωμένο	
	Τύπος κατασκευής	Φέρων οργ. από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάφορες απόπλινθους	
			Φωτισμός
	Χρήση	Μονοκατοικία	
	Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα (lmW)	0.00	
	Επιπέδιστη ισχύς φωτισμού (W)	0.00	
	Υπολογιζόμενη ισχύς φωτισμού (W/m²)	0.00	
	Αυτοματισμοί ελέγχου φυσικού φωτισμού	Χαρακτηριστικός έλεγχος φωτισμού	
	Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης	Χαρακτηριστικός διακόπτης (αηθροσβέστης)	
	Σύστημα αποθέρμανσης θερμότητας φωτιστικών	Όχι	
	Φωτισμός ασφαλείας		
	Εξειδικευμένο σύστημα		
	Επιπέδιστη ισχύς (kW)	0.0000	
	Επιπέδιστη πραγματική Φωτισμού Φωτισμού (%)	0	
	Παράρτη Φωτισμού Φωτισμού (%)	0	
	Κόστος (€)	0.00	

Εικόνα 3.21 Παράθυρο Ζωνών Κτηρίου

## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Στην καρτέλα “Γενικά” παρουσιάζονται τα γενικά στοιχεία της επιλεγμένης Ζώνης, όπως εμβαδόν, όγκος και τύπος κατασκευής, εκ των οποίων, όσα είναι με κόκκινο χρώμα, έχουν οριστεί σε προηγούμενα βήματα και δεν είναι δυνατή η επεξεργασία, και όσα είναι με μαύρο έχουν δυνατότητα αλλαγής. Είναι σημαντικό να αναφερθεί, ότι σε αυτή την καρτέλα ορίζουμε την **Κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS)** που θα τοποθετηθεί στο κτήριο. Στην δική μας περίπτωση τοποθετήσαμε BEMS κατηγορίας **B**. Επίσης, στην ίδια καρτέλα ορίζουμε τον φωτισμό του κτηρίου μας εάν αυτό είναι απαραίτητο.

### Επίπεδα- Στοιχεία κελύφους

Έχοντας επιλέξει ο χρήστης στο **τμήμα A** του παραθύρου “Ζώνες” και έχοντας κάνει κλικ με το ποντίκι του πάνω σε ένα επίπεδο στο **τμήμα B** του παραθύρου, το παράθυρο του φύλλου υπολογισμού έχει την παρακάτω μορφή:

ΕΙΔ	Επιφ	Προσανατολισμός	Προσανατολισμός	Γενέθλιον υλικόν	Απαροήμηση	Συντελεστής U (W/m²K)	Υπολογιστέος U (W/m²K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ (m²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m²)	Απαρ. Επιφ. (m²)	Επιφ. Υπολ. (m²)	Συντελ. ρύθμισης	Γεωμετρικός Μοχλ. ή Θερμοκλιση	Κωδικός αντιστάσεως	Βάθος (όριοσφ. πτέρυγας 1 (m)	Βάθος (όριοσφ. πτέρυγας 2 (m)	Ισοκτιρία
1	T10	195	N	ΕΠ		0.448	0.448	12.55	3.10	38.90	1	38.90	18.10	20.80						
2	A11	195	N	ΕΠ	A	3.029	3.029	0.90	1.40	1.26	1	1.26		1.26			N1			
3	A11	195	N	ΕΠ	A	3.029	3.029	0.90	1.40	1.26	1	1.26		1.26			N2			
4	A12	195	N	ΕΠ	A	3.120	3.120	2.00	1.20	2.40	1	2.40		2.40			N3			
5	T7	195	N	ΕΠ	A	0.560	0.560	1.30	3	3.90	1	3.90		3.90						
6	T7	195	N	ΕΠ	A	0.560	0.560	0.50	3	1.50	1	1.50		1.50						
7	T7	195	N	ΕΠ	A	0.560	0.560	0.50	3	1.50	1	1.50		1.50						
8	T7	195	N	ΕΠ	A	0.560	0.560	12.55	0.50	6.28	1	6.28		6.28						
9	T10	105	A	ΕΠ		0.448	0.448	8.25	3.10	25.57	1	25.57	14.82	10.75						
10	A10	105	A	ΕΠ	A	3.024	3.024	2.50	1.00	2.50	1	2.50		2.50			A1			
11	A16	105	A	ΕΠ	A	3.197	3.197	1.10	2.40	2.64	1	2.64		2.64			A2			
12	T7	105	A	ΕΠ	A	0.560	0.560	1.05	3	3.15	1	3.15		3.15						
13	T7	105	A	ΕΠ	A	0.560	0.560	0.40	3	1.20	1	1.20		1.20						
14	T7	105	A	ΕΠ	A	0.560	0.560	0.40	3	1.20	1	1.20		1.20						
15	T7	105	A	ΕΠ	A	0.560	0.560	8.25	0.50	4.13	1	4.13		4.13						
16	T10	15	B	OK		0.448	0.448	6.65	3.10	20.61	1	20.61	9.48	11.13						
17	T7	15	B	OK	A	0.560	0.560	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75						
18	T7	15	B	OK	A	0.560	0.560	0.40	3	1.20	1	1.20		1.20						
19	T7	15	B	OK	A	0.560	0.560	0.40	3	1.20	1	1.20		1.20						
20	T7	15	B	OK	A	0.560	0.560	6.65	0.50	3.33	1	3.33		3.33						
21	T10	285	Δ	ΕΠ		0.448	0.448	2.45	3.10	7.60	1	7.60	4.01	3.58						
22	A9	285	Δ	ΕΠ	A	3.086	3.086	0.60	1.40	0.84	1	0.84		0.84			Δ1			
23	T7	285	Δ	ΕΠ	A	0.560	0.560	0.50	3	1.50	1	1.50		1.50						
24	T7	285	Δ	ΕΠ	A	0.560	0.560	0.15	3	0.45	1	0.45		0.45						
25	T7	285	Δ	ΕΠ	A	0.560	0.560	2.45	0.50	1.23	1	1.23		1.23						

Εικόνα 3.22 Παράθυρο στοιχείων κελύφους

Κάθε **γραμμή** του φύλλου αντιστοιχεί σε ένα δομικό στοιχείο ενώ κάθε **στήλη** αναφέρεται στα στοιχεία που πρόκειται να συμπληρωθούν ή να προκύψουν αυτόματα κατά τη διαδικασία συμπλήρωσης του φύλλου.

Για κάθε γραμμή, πρώτα απ' όλα θα πρέπει να συμπληρωθεί η πρώτη στήλη που αναφέρεται στον τύπο του δομικού στοιχείου. Αν πρόκειται για τυπικό στοιχείο, τότε συμπληρώνονται αυτόματα στις αντίστοιχες στήλες τα ανάλογα δεδομένα του φύλλου τυπικών στοιχείων κτηρίου. Πχ. αν στην πρώτη στήλη κάποιος γραμμής πληκτρολογηθεί A1 τότε περνούν αυτόματα στις αντίστοιχες στήλες της ίδιας γραμμής οι διαστάσεις του τυπικού ανοίγματος 1 και ο αντίστοιχος συντελεστής U.

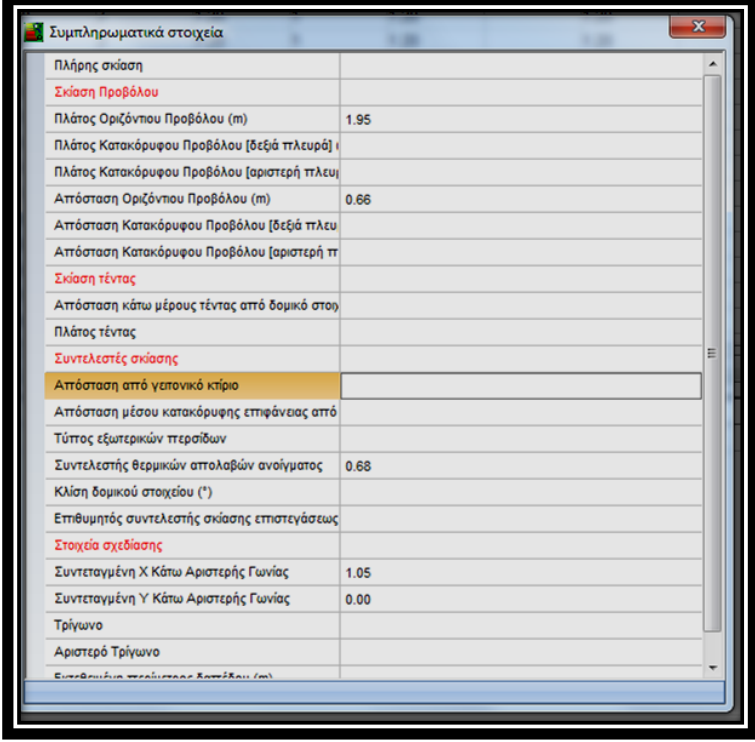
Το φύλλο υπολογισμού είναι τύπου **excel**, οπότε ο χρήστης μπορεί να εισάγει/αφαιρέσει γραμμές ή να αντιγράψει στοιχεία από μία γραμμή σε άλλη.

Στην περίπτωση της μελέτης μας, όπου ξεκινήσαμε με τον σχεδιασμό του κτηρίου μέσω GCAD, τα στοιχεία των θερμικών γεφυρών έρχονται αυτόματα συμπληρωμένα

## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

και πατώντας στο πλήκτρο με τις τρεις τελείες μπορούμε να δούμε την αναλυτική τους περιγραφή καθώς και να τα επεξεργαστούμε.

Στο ίδιο φύλλο, πατώντας σε κάποιο δομικό στοιχείο και πατώντας F12, ανοίγει το παράθυρο με τα συμπληρωματικά στοιχεία του δομικού στοιχείου, όπως οι συντελεστές σκίασης και τα στοιχεία σχεδίασης.

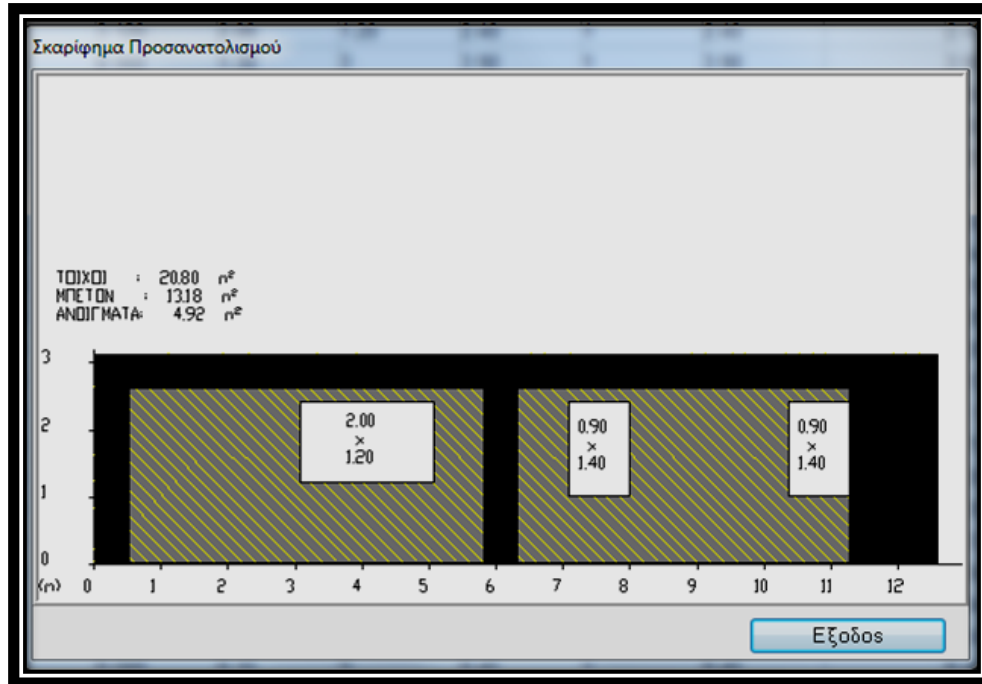


Συμπληρωματικά στοιχεία	
Πλήρης σκίαση	
<b>Σκίαση Προβόλου</b>	
Πλάτος Οριζόντιου Προβόλου (m)	1.95
Πλάτος Κατακόρυφου Προβόλου [δεξιά πλευρά]	
Πλάτος Κατακόρυφου Προβόλου [αριστερή πλευρά]	
Απόσταση Οριζόντιου Προβόλου (m)	0.66
Απόσταση Κατακόρυφου Προβόλου [δεξιά πλευρά]	
Απόσταση Κατακόρυφου Προβόλου [αριστερή πλευρά]	
<b>Σκίαση τέντας</b>	
Απόσταση κάτω μέρους τέντας από δομικό στοιχείο	
Πλάτος τέντας	
<b>Συντελεστές σκίασης</b>	
Απόσταση από γεγονικό κτίριο	
Απόσταση μέσου κατακόρυφης επιφάνειας από κτίριο	
Τύπος εξωτερικών περσιδων	
Συντελεστής θερμικών απολαβών ανοίγματος	0.68
Κλίση δομικού στοιχείου (*)	
Επιθυμητός συντελεστής σκίασης επιστεγάσεως	
<b>Στοιχεία σχεδίασης</b>	
Συντεταγμένη X Κάτω Αριστερής Γωνίας	1.05
Συντεταγμένη Y Κάτω Αριστερής Γωνίας	0.00
Τρίγωνο	
Αριστερό Τρίγωνο	
Δεξιό Τρίγωνο	

Εικόνα 3.23 Συμπληρωματικά στοιχεία

## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Τέλος, επιλέγοντας ένα δομικό στοιχείο, και πατώντας στο **Σκαρίφημα προσανατολισμού**, ανοίγει ένα σχέδιο με το σκαρίφημα της όψης όπου είναι τοποθετημένο, στο οποίο επίσης αναφέρονται τα εμβαδά του μπετόν, του τοίχου και των ανοιγμάτων.



Εικόνα 3.24 Σκαρίφημα όψης κτηρίου



## Συστήματα

Μετά τη συμπλήρωση των ζωνών συνεχίζουμε με τη συμπλήρωση των συστημάτων. Ο αριθμός των συστημάτων είναι αντίστοιχος των αριθμών των ζωνών ο οποίος ορίζεται στα γενικά στοιχεία του Κτηρίου. Πατώντας στην επιλογή "Σύστημα 1" ανοίγει ένα φύλλο υπολογισμού με επτά καρτέλες (Σύστημα Θέρμανσης, Σύστημα Κλιματισμού, Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες, Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης, Ηλιακός συλλέκτης και Φωτοβολταϊκά) στις οποίες συμπληρώνουμε τα στοιχεία των επιμέρους συστημάτων.

Στοιχεία συστήματος θέρμανσης ζώνης	
Επιθυμητή θερμανόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	
<b>Θερμανόμενη επιφάνεια (m<sup>2</sup>)</b>	<b>180.200</b>
Επιθυμητός θερμανόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	
<b>Θερμανόμενος όγκος (m<sup>3</sup>)</b>	<b>558.620</b>
Παρουσία συστήματος θέρμανσης	ΝΑΙ
Στοιχεία συστημάτων παραγωγής θέρμανσης	Είναι συμπληρωμένο
Κάλυψη αναγκών για ΖΗΚ από υφιστάμενη μονάδα λέβητα-καυστήρα	ΟΧΙ
Σύστημα διανομής	
Αριθμός ζευγών κατακόρυφων στηλών	1
Διέλευση δικτύου διανομής θερμού μέσου	Σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς
Μόνωση δικτύου διανομής θερμού μέσου	μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα
Επιθυμητή ισχύς δικτύου διανομής θερμού μέσου (kW)	
<b>Ισχύς δικτύου διανομής θερμού μέσου (kW)</b>	<b>0.00</b>
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμικού μέσου (°C)	50.00
Στοιχεία αεραγωγίων	Δεν υπάρχουν στοιχεία
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	0.000
<b>Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης</b>	<b>0.970</b>
Κόστος (€)	0.00
Σύστημα εκπομπής	
Παράγοντας αποτελεσματικότητας ακτινοβολίας θερματικών μονάδων f <sub>rad</sub>	1.00
Παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας f <sub>im</sub>	0.97
Παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας θερματικών μονάδων (f <sub>hydr</sub> )	1.00
Βλάβες και κακοσυντήρηση θερματικών μονάδων (σε παλιά κτίρια)	ΟΧΙ
Τύπος θερματικής μονάδας	Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	0.000
<b>Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης</b>	<b>0.979</b>
Κόστος (€)	0.00
Βοηθητικά συστήματα	
Εγκατεστημένη ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)	0.00

Εικόνα 3.25 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων του συστήματος θέρμανσης

Σύστημα Θέρμανσης

Στην καρτέλα αυτή (η οποία φαίνεται στην προηγούμενη εικόνα) , συμπληρώνουμε όλα τα απαραίτητα δεδομένα, που αφορούν την θέρμανση που θα έχει το υπό μελέτη κτήριο. Ξεκινώντας από τα **Στοιχεία συστήματος θέρμανσης**, και πατώντας στα **Στοιχεία συστημάτων παράγωγης θέρμανσης**, ανοίγει το παρακάτω παράθυρο, όπου συμπληρώνουμε όλα τα απαιτούμενα για το σύστημα θέρμανσης.

	Τύπος	Πραγματική ισχύς (KW)	Τύπος λέβητα (μόνο για	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μόνο	Καύσιμο	Ισχύς μελέτης (KW)	Υπολογισμένη ισχύς (KW)	Πραγματικός βαθμός απόδοσης	Υπολογισμένος βαθμός απόδοσης	Υπολογισμένος βαθμός υπερθέρμανσης	Συντελεστής μόνωσης ηθ2 (μόνο /	Πραγματικός βαθμός απόδοσης	Υπολογισμένος βαθμός απόδοσης
1	Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ.	14.00	Χωρίς λέβητα	Χωρίς λέβητα	Ηλεκτρισμός	14.00	14.00					3.210	3.210
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													

Εικόνα 3.26 Παράθυρο εισαγωγής δεδομένων των μονάδων παράγωγης θέρμανσης

Έπειτα, μας δίνεται η επιλογή να συμπεριλάβουμε το υποκείμενο σύστημα στην παράγωγη ΖΝΧ, και συνεχίζουμε με την συμπλήρωση των δεδομένων του **Συστήματος διανομής, Συστήματος εκπομπής και άλλων Βοηθητικών συστημάτων.**

Στην δική μας μελέτη, παίρνοντας υπόψη τα θερμικά φόρτια που προκύπτουν από την μελέτη θέρμανσης και είναι **10,87 KW**, διαλέξαμε να τοποθετήσουμε μια Κεντρική αερόψυκτη αντλία θερμότητας, **ισχύος 14 KW και βαθμού απόδοσης COP 3,3.**

Σύστημα Κλιματισμού

Όπως και στα συστήματα θέρμανσης, σε αυτή την καρτέλα συμπληρώνουμε τα αντίστοιχα δεδομένα για το σύστημα κλιματισμού όπου αποφασίσαμε να τοποθετήσουμε.

Στοιχεία συστήματος κλιματισμού ζώνης	
Επιθυμητή ψυχόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	
Ψυχόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	90.100
Επιθυμητός ψυχόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	
Ψυχόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	279.310
Υπαρξη συστήματος κλιματισμού	ΝΑΙ
Στοιχεία συστημάτων παραγωγής ψύξης	Είναι συμπληρωμένο
Σύστημα διανομής	
Αριθμός ζευγών κατακόρυφων στηλών	1
Διέλευση δικτύου διανομής ψυχρού μέσου	Σε σωτηρικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς
Μόνωση δικτύου διανομής ψυχρού μέσου	μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα
Επιθυμητή ισχύς δικτύου διανομής ψυχρού μέσου (kW)	
Ισχύς δικτύου διανομής ψυχρού μέσου (kW)	13.00
Στοιχεία αεραγωγίων	Δεν υπάρχουν στοιχεία
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	0.000
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης	0.985
Κόστος (€)	0.00
Σύστημα εκπομπής	
Παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας (f <sub>im</sub> )	0.97
Παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας τερματικών μονάδων (f <sub>hydr</sub> )	1.00
Βλάβες και κακοσυντήρηση τερματικών μονάδων (σε παλιά κτίρια)	ΟΧΙ
Τύπος τερματικής μονάδας	Άμμεσα συστήματα (μονάδες ανεμιστήρα (fan coils), δαπέδου ή οροφής
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης	0.000
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης	0.959
Κόστος (€)	0.00
Βοηθητικά συστήματα	
Εγκατεστημένη ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)	0.00
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0
Ποσοστό θερμικής ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής (%)	
Κόστος συστήματος ανεμιστήρων (€)	0.00

Εικόνα 3.27 Καρτέλα εισαγωγής Στοιχείων των μονάδων Κλιματισμού

Με παρόμοιο τρόπο λοιπόν και εδώ, πρώτα επιλέγουμε **Ναι** στην **Υπαρξη συστήματος Κλιματισμού**, και μετά τοποθετούμε τα δεδομένα του συστήματος στα **Στοιχεία συστημάτων παραγωγής Ψύξης**.

Στοιχεία συστημάτων παραγωγής ψύξης

	Τύπος	Βαθμός ενεργειακής απόδοσης EER	Ονομαστική ψυκτική ισχύς (KW)	Καύσιμο	Κόστος (€)	Μέσοι μηνιαίοι βαθμοί κάλυψης
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	2.910	13.00	Ηλεκτρισμός		
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						

Ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου: 50  Κεντρικό σύστημα ψύξης

1: 6 Απεικόνιση Μέσοι Ctrl + Enter ή F11 :Μέσοι μηνιαίοι βαθμοί ...

Εικόνα 3.28 Παράθυρο εισαγωγής δεδομένων των μονάδων παράγωγης ψύξης

Έπειτα, συμπληρώνουμε όλα τα απαραίτητα δεδομένα στο **Σύστημα Διανομής, Σύστημα Εκπομπής και Βοηθητικά Συστήματα**, και έχουμε τελειώσει και με τον ορισμό του συστήματος κλιματισμού του κτηρίου μας.

Στην δική μας μελέτη, παίρνοντας υπόψη τα ψυκτικά φορτία που προκύπτουν από την μελέτη Κλιματισμού και είναι **12,68 KW**, αποφασίσαμε να τοποθετήσουμε αερόψυκτη αντλία θερμότητας, **ισχύος 13 KW και βαθμού απόδοσης EER 2,910**.

## Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης

Σε όλα τα νέα ή ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. είναι

υποχρεωτική η κάλυψη σημαντικού μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%.

Στην καρτέλα για τα συστήματα ΖΝΧ, παρόλο που δεν φαίνεται πουθενά, συμπεριλαμβάνεται το μερίδιο αυτό μέσα στους υπολογισμούς.

Παράμετρος	Τιμή
Αριθμός υπνοδωματίων για υπολογισμό ΖΝΧ	5
Υπολογιζόμενη χωρητικότητα θερμαντήρα (l)	75.01
Χωρητικότητα θερμαντήρα (l)	0.00
Επιθυμητή ισχύς θερμαντήρων (KW)	0.00
Υπολογιζόμενη ισχύς θερμαντήρων (KW)	2.80
Επιθυμητή κατανάλωση ΖΝΧ (m <sup>3</sup> /έτος)	0.00
Μέση κατανάλωση ΖΝΧ (m <sup>3</sup> /έτος)	136.90
Υπαρξη συστήματος ΖΝΧ	ΝΑΙ
Στοιχεία θερμαντικών μονάδων	Είναι συμπληρωμένο
Μήκος δικτύου διανομής	Μικρό
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης συστήματος διανομής	0.00
Βαθμός απόδοσης συστήματος διανομής	1.00
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης συστήματος αποθήκευσης	0.00
Βαθμός απόδοσης συστήματος αποθήκευσης	0.93
Κόστος συστήματος διανομής (€)	0.00
Κόστος συστήματος αποθήκευσης (€)	0.00
Υπαρξη διατάξεων αυτομάτου ελέγχου κεντρικού συστήματος ΖΝΧ	ΟΧΙ
Εγκαταστημένη ισχύς βοηθητικών συστημάτων (KW)	0.00

Εικόνα 3.29 Καρτέλα εισαγωγής Στοιχείων των Συστημάτων παράγωγης ΖΝΧ

Όπως φαίνεται στην εικόνα, για τον προσδιορισμό της μέσης ετήσιας κατανάλωσης ΖΝΧ, μας ζητείται να δηλώσουμε τον αριθμό των δωματίων του υπό μελέτη κτηρίου, διότι σύμφωνα με την πιο πρόσφατη ΤΟΤΕΕ, για τον υπολογισμό της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για παραγωγή Ζ.Ν.Χ. καθορίστηκε σε **27,38 [m<sup>3</sup>/κλίνη/έτος]** για κατοικίες.

Έπειτα πατάμε στα **Στοιχεία Θερμαντικών Μονάδων** και συμπληρώνουμε στο παράθυρο που ανοίγει το είδος, και τις προδιαγραφές των μονάδων που χρησιμοποιούνται για παραγωγή ΖΝΧ.

Τύπος μονάδας	Πραγματική ισχύς (kW)	Τύπος λέβητα (μόνο για	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μόνο	Ισχύς μελέτης (kW)	Υπολογισμός (kW)	Πραγματικός βαθμός απόδοσης ημτ	Υπολογισμός βαθμός απόδοσης ημτ	Υπολογισμός βαθμός υπερθέρμανσης ημτ	Συντελεστής μόνωσης ημτ	Πραγματικός βαθμός απόδοσης ημτ	Υπολογισμός βαθμός απόδοσης ημτ	Καύσιμο	Συντελεστής απόδοσης ή COP	Τοποθετείται	Κόστος (€)
1 Αντλία θερμότητας	14.00	Χωρίς λέβητα	Χωρίς λέβητα	2.80								Ηλεκτρικός	3.300	Σε εξωτερικό χώρο	
2															
3															
4															
5															

Εικόνα 3.30 Παράθυρο εισαγωγής δεδομένων των μονάδων παραγωγής ZNX

Όπως βλέπουμε, για την δική μας μελέτη επιλέξαμε την ήδη τοποθετημένη αντλία θερμότητας, να χρησιμοποιηθεί και για παραγωγή ZNX. Πρέπει να σημειωθεί, ότι πλέον **δεν είναι υποχρεωτική η εγκατάσταση τοπικού θερμαντήρα**, και εφόσον ουσιαστικά η αντλία θερμότητας δουλεύει σε χαμηλές θερμοκρασίες, είναι πιο οικονομικό και πρακτικό να μένει σχεδόν μόνιμα ανοιχτή τον χειμώνα, έτσι με την συνεργασία του Ηλιοθερμικού συστήματος, θα υπάρχει μια μόνιμη διαθεσιμότητα σε ZNX.

Ηλιακός Συλλέκτης

Τέλος, πατάμε στην καρτέλα του Ηλιακού Συλλέκτη, για να δηλώσουμε τα απαραίτητα στοιχεία.

Ηλιακός Συλλέκτης	
Επιφάνεια συλλέκτη (m <sup>2</sup> )	5.50
Μήκος συλλέκτη (m)	2
Τύπος ηλιακών συλλεκτών	Επιλεκτικός
Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση	0.000
Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για ΖΝΧ	0.364
Προσανατολισμός (°)	180
Προσανατολισμός	N
Κλίση (°)	45.00
Συντελεστής διόρθωσης σκίασης	1.00
Ποσοστό Ηλιακών Συλλεκτών που χρησιμοποιείται για θέρμανση (%)	0.00
Ελάχιστη απόσταση συλλεκτών (m)	3.74
Ποσοστό κάλυψης αναγκών κτηρίου για ΖΝΧ (%)	64.19
Κόστος (€/m <sup>2</sup> )	0.00

Εικόνα 3.31 Καρτέλα εισαγωγής Στοιχείων του Ηλιακού Συλλέκτη

Στοιχεία όπως η **Επιφάνεια** και το **Μήκος** του συλλέκτη, καθώς και τον **Τύπο**, **Κλίση** και **Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για ΖΝΧ και Διόρθωσης Σκίασης**, ζητούνται από το πρόγραμμα, για τον όσο το δυνατό ακριβέστερο προσδιορισμό του Συλλέκτη που πρόκειται να τοποθετηθεί. Όταν έχουν συμπληρωθεί τα παραπάνω στοιχεία, αυτομάτως υπολογίζεται ως ποσοστό επί τοις εκατό η συνεισφορά του ηλιακού συλλέκτη για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό. Με αυτόν τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να ελέγξει εάν η επιλογή συλλεκτών που έγινε καλύπτει το ελάχιστο ποσοστό κάλυψης του **60%** που ορίζεται ότι πρέπει να τηρούν όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.

Για την δική μας μελέτη, επιλέξαμε να τοποθετήσουμε **Επιλεκτικού** τύπου συλλέκτη, επιφάνειας **5,5 m<sup>2</sup>** και μήκους **2 m**, καθώς και κλίση **45 μοιρών** και με τα δεδομένα αυτά βγήκε ποσοστό κάλυψης **64,19%**, το οποίο είναι μέσα στα όρια.

## Ενεργειακή Κατανάλωση

Έχοντας επιλέξει ο χρήστης το παράθυρο “Συστήματα” και έχοντας κάνει κλικ με το ποντίκι του πάνω στο **Κτήριο** κάτω από τα **Συστήματα**, το παράθυρο του φύλλου υπολογισμού έχει την παρακάτω μορφή:

**Κτήριο υπο μελέτη**  
**Ενεργειακή Κλάση B+ (Κατανάλωση: 47.1kWh/m<sup>2</sup>, Κατανάλωση Κ.Α.: 77.7kWh/m<sup>2</sup>)**

**Ενεργειακές απαιτήσεις**

	Ιανουάριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Φεβρουάριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Μάρτιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Απρίλιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Μάιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιούνιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιούλιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Αύγουστος (kWh/m <sup>2</sup> )	Σεπτέμβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Οκτώβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Νοέμβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Δεκέμβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Ετήσια κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )
Θέρμανση	8.7	6.8	4.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	6.0	27.9
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	8.8	13.2	12.2	2.9	0.0	0.0	0.0	38.6
Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZNX	2.4	2.2	2.3	2.1	1.9	1.5	1.4	1.4	1.5	1.7	2.0	2.3	22.6

**Ενεργειακή κατανάλωση**

	Ιανουάριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Φεβρουάριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Μάρτιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Απρίλιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Μάιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιούνιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιούλιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Αύγουστος (kWh/m <sup>2</sup> )	Σεπτέμβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Οκτώβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Νοέμβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Δεκέμβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Ετήσια κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )
Θέρμανση	2.5	1.9	1.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.7	8.0
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.4	2.1	2.0	0.5	0.0	0.0	0.0	6.2
ZNX	0.5	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.4	2.0
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	2.0	2.1	1.9	1.9	1.6	1.3	1.1	19.6
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	2.9	2.3	1.6	0.3	0.3	1.4	2.1	2.0	0.5	0.1	0.7	2.1	16.2

**Εκπομπές CO2**

	Ιανουάριος (Kg/m <sup>2</sup> )	Φεβρουάριος (Kg/m <sup>2</sup> )	Μάρτιος (Kg/m <sup>2</sup> )	Απρίλιος (Kg/m <sup>2</sup> )	Μάιος (Kg/m <sup>2</sup> )	Ιούνιος (Kg/m <sup>2</sup> )	Ιούλιος (Kg/m <sup>2</sup> )	Αύγουστος (Kg/m <sup>2</sup> )	Σεπτέμβριος (Kg/m <sup>2</sup> )	Οκτώβριος (Kg/m <sup>2</sup> )	Νοέμβριος (Kg/m <sup>2</sup> )	Δεκέμβριος (Kg/m <sup>2</sup> )	Ετήσια κατανάλωση (Kg/έτος)
CO2	2.0	2.0	1.0	0.0	0.0	1.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.0	16.0

**Πηγή ενέργειας**

	Ηλεκτρισμός (kWh/m <sup>2</sup> )	Πετρέλαιο (kWh/m <sup>2</sup> )	Φυσικό αέριο (kWh/m <sup>2</sup> )	Άλλα ορυκτά καύσιμα (kWh/m <sup>2</sup> )	Ηλιακή (kWh/m <sup>2</sup> )	Βιομάζα (kWh/m <sup>2</sup> )	Γεωθερμία (kWh/m <sup>2</sup> )	Άλλο ΑΠΕ (kWh/m <sup>2</sup> )	Σύνολο (kWh/m <sup>2</sup> )
	16.2	0.0	0.0	0.0	19.6	0.0	0.0	0.0	16.2

Εικόνα 3.32 Πινάκες ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων

Στο παράθυρο αυτό ο χρήστης μπορεί να δει απευθείας την κατάταξη του κτηρίου καθώς και την αναλυτική κατανάλωση ενέργειας για κάθε σύστημα Θέρμανσης, Κλιματισμού, Ύγρανσης, Ζεστού νερού χρήσης, Φωτισμού καθώς και τα κέρδη λόγω ύπαρξης ηλιακών συλλεκτών και φωτοβολταϊκών. Οι τιμές δίνονται ανά μήνα και συγκεντρωτικά.

Επίσης, εμφανίζεται η μηνιαία και η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αλλά και η μηνιαία και ετήσια εκπομπή αερίων ρύπων για CO<sub>2</sub>. Τα αποτελέσματα αυτά αποτελούν τα συγκεντρωτικά στοιχεία που έχουν δοθεί τόσο στις Ζώνες του Κτηρίου, όσο και στα Συστήματα (Θέρμανσης – Κλιματισμού – ZNX).



Στην προηγούμενη εικόνα, μπορούμε να δούμε τα αποτελέσματα που προκύπτουν στο δικό μας κτήριο έπειτα από τον ορισμό των Ζωνών και Συστημάτων.

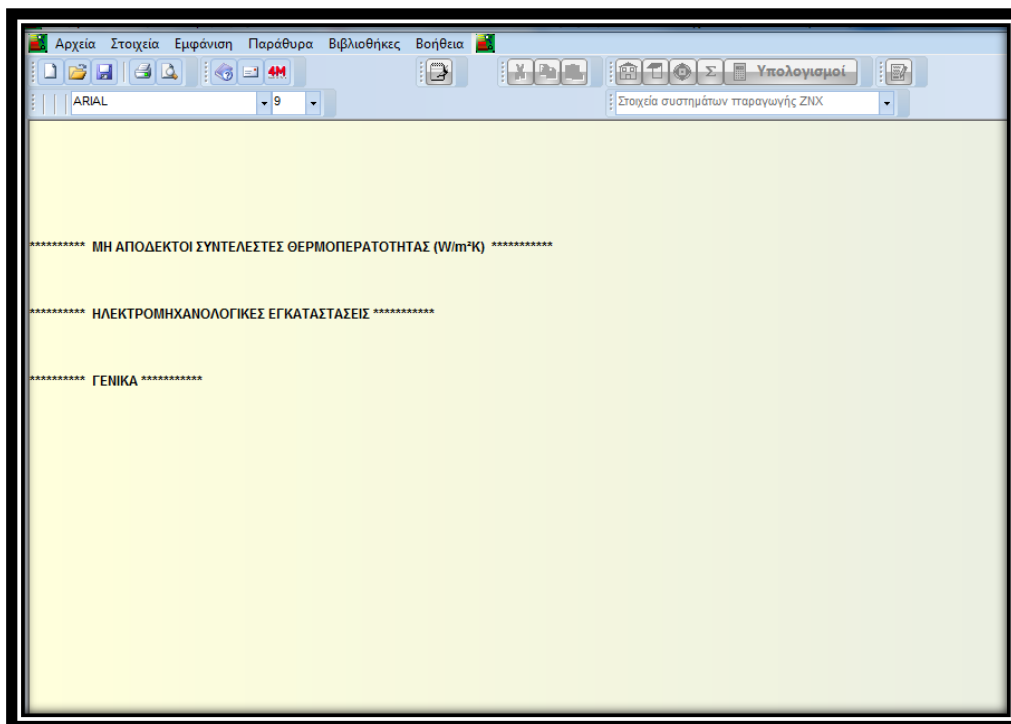
Όπως βλέπουμε, οι ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του κτηρίου μας είναι **27,9 kWh/m<sup>2</sup> για θέρμανση, 38,6 kWh/m<sup>2</sup> για ψύξη 22,6 kWh/m<sup>2</sup> για ΖΝΧ.**

Οι ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις του κτηρίου μας, για την κάλυψη των παραπάνω απαιτήσεων, είναι **8 kWh/m<sup>2</sup> για θέρμανση, 6,2 kWh/m<sup>2</sup> για ψύξη και 2 kWh/m<sup>2</sup> για ΖΝΧ, διότι 19,6 kWh/m<sup>2</sup> καλύπτονται από την Ηλιακή ενέργεια για ΖΝΧ.**

Οι ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι **16 kg/έτος** και τέλος, βλέπουμε ότι η πηγή ενέργειας είναι εξ ολοκλήρου Ηλεκτρική, και με την αναγωγή της κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου σε πρωτογενή ενέργεια προκύπτει η ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου (**16,2\*2.9= 47,1 kWh/m<sup>2</sup>**).

### Μη Αποδεκτά Στοιχεία Κτηρίου/ Συστημάτων

Στο παράθυρο αυτό παρουσιάζονται οι συντελεστές που δεν είναι αποδεκτοί βάσει του κανονισμού. Αυτό γίνεται για να δει ο χρήστης πού υπάρχει πρόβλημα, ώστε να ενεργήσει ανάλογα. Τα μη αποδεκτά στοιχεία μπορεί να είναι είτε δομικά στοιχεία, είτε στοιχεία των συστημάτων (θέρμανσης, κλιματισμού κλπ).



Εικόνα 3.33 Παράθυρο Μη αποδεκτών Στοιχείων

Το παράθυρο αυτό παρέχει πληροφορίες σε ποια ζώνη και σε ποιο επίπεδο βρίσκεται το μη αποδεκτό στοιχείο καθώς και την ονομασία του, προκειμένου ο χρήστης να το βρει ευκολότερα και να το διορθώσει από τα "Τυπικά Στοιχεία".

## Μόνωση Κτηρίου

Στο παράθυρο αυτό εμφανίζονται στοιχεία του κτηρίου (επιφάνειες, τοποθεσία κλπ.) όπως επίσης και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_m$  του κτηρίου. Παρέχεται ο πίνακας με τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή  $U_m$  ανά κλιματική ζώνη και το λόγο επιφάνειας/όγκου του κτηρίου και εμφανίζεται ο αντίστοιχος μέγιστος συντελεστής για τη ζώνη που γίνεται η μελέτη. Επιπλέον, εμφανίζονται αναλυτικά οι πίνακες της μόνωσης του κτηρίου.

**1Α. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ**  
 1. Πόλη Χανιά  
 2. Ζώνη Α

**1Β. ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ**

1. Επιφάνεια οροφών	Fd =	89.080 m <sup>2</sup>
2. Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	Fw =	247.750 m <sup>2</sup>
3. Επιφάνεια δαπέδων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	Fdl =	0.000 m <sup>2</sup>
4. Επιφάνεια δαπέδων/οροφών σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστός ΜΟΧ	Fg =	89.080 m <sup>2</sup>
5. Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστός ΜΟΧ	Fwe =	0.000 m <sup>2</sup>
6. Επιφάνεια ανοιγμάτων	Ff =	43.944 m <sup>2</sup>
7. Επιφάνεια γυάλινων προσώψεων	Fgf =	0.000 m <sup>2</sup>
8. Όγκος κτηρίου	V =	568.620 m <sup>3</sup>
9. Λόγος	A/V =	0.841 1/m

**1Γ. ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ U = 0.822 W/m<sup>2</sup>K**

**1Δ. ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗ ΤΙΜΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U<sub>m</sub> = 0.895 W/m<sup>2</sup>K**

A/V m <sup>-1</sup>	U <sub>m</sub> σε 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	0.85	0.78
0.7	0.98	0.88	0.81	0.73
0.8	0.92	0.83	0.76	0.69
0.9	0.86	0.78	0.71	0.64
>=1.0	0.81	0.73	0.66	0.60

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

Ζώνη 1

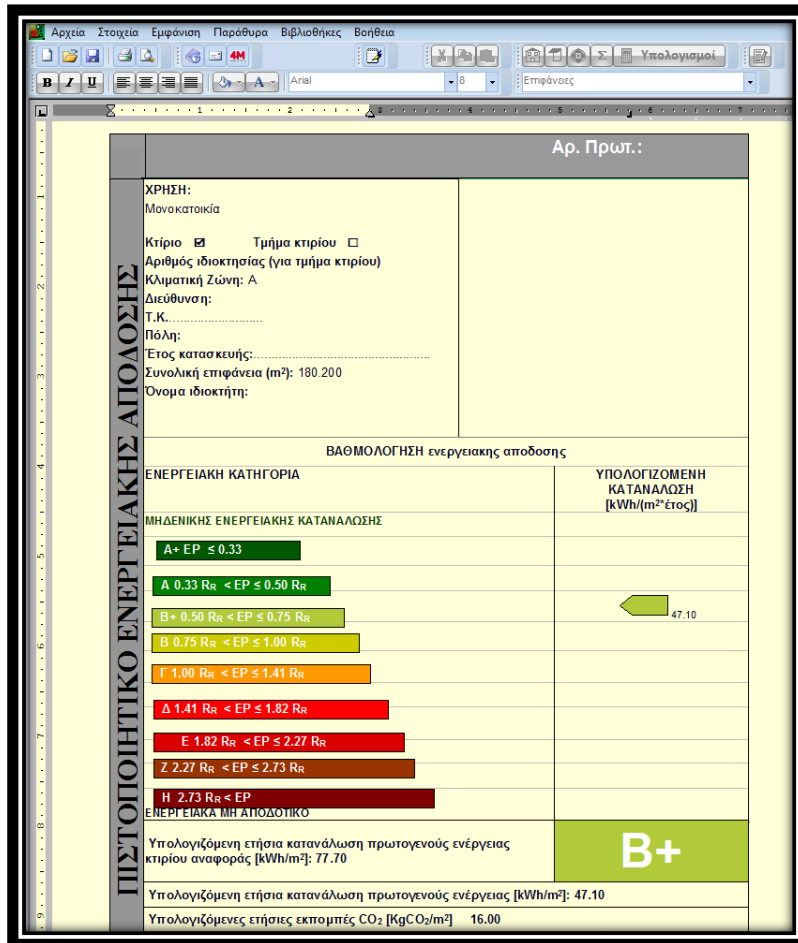
Είδος Επίφ.	Προσαν.	Γειτνιαζων	Επιφάνεια F	Συντελ. U	b	bXUxF
T10	195	ΕΠ	20.805	0.448	1.000	9.321
A11	195	ΕΠ	1.260	3.029	1.000	3.817
A11	195	ΕΠ	1.260	3.029	1.000	3.817
A12	195	ΕΠ	2.400	3.120	1.000	7.488
T7	195	ΕΠ	3.900	0.560	1.000	2.184
T7	195	ΕΠ	1.500	0.560	1.000	0.840
T7	195	ΕΠ	1.500	0.560	1.000	0.840
T7	195	ΕΠ	5.275	0.560	1.000	3.514
T7	195	ΕΠ	4.975	0.560	1.000	3.045

Εικόνα 3.34 Παράθυρο Στοιχείων μόνωσης του κτηρίου

Η παραπάνω εικόνα είναι παρμένη από την δική μας μελέτη, και όπως βλέπουμε, λόγω της θερμοπρόσοψης που έχει τοποθετηθεί, η οποία σχεδόν εξαλείφει όλες τις θερμογέφυρες, το κτήριο μας έχει Μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m = 0.822 \text{ W/m}^2\text{K}$ , ενώ η μέγιστη τιμή είναι  $U_{m,max} = 0.895$ .

Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)

Εφόσον έχουμε ολοκληρώσει όλες τις προαναφερθείσες διαδικασίες, μπορούμε πλέον να πάμε στο τελευταίο παράθυρο, στο οποίο φαίνεται η **ενεργειακή κατηγορία** που έχει λάβει το υπό μελέτη κτήριο, καθώς και την ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, μαζί με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> όπου προβλέπονται. Στο αντίστοιχο εκτυπωτικό εμφανίζονται τα πιστοποιητικά και οι ιδιοκτησίες που έχουν δηλωθεί λαμβάνοντας υπόψη τον προσανατολισμό και τα δομικά στοιχεία της κάθε μίας.



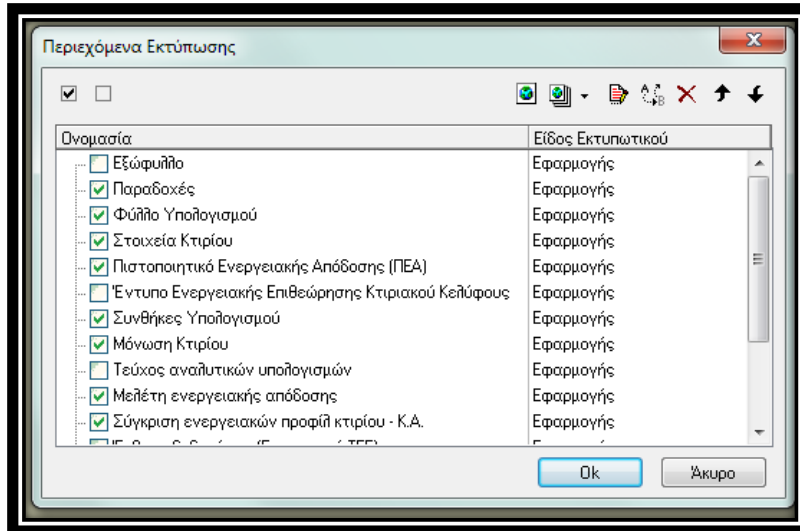
Εικόνα 3.35 Παράθυρο εμφάνισης ΠΕΑ κτηρίου

Όπως βλέπουμε, στην δική μας περίπτωση το κτήριο τοποθετήθηκε στην **B+** ενεργειακή κατηγορία, με **47.10 kWh/(m<sup>2</sup>\*έτος) υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας**, ενώ το κτήριο αναφοράς έχει **77.70 kWh/(m<sup>2</sup>\*έτος) κατανάλωση**. Τέλος παρατηρούμε ότι οι **Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι στα 16.00 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**, η οποία είναι επίσης σε ανεκτά επίπεδα.

### 3.2.3.5 Δημιουργία Τεχνικής Έκθεσης και .xml αρχείου

Εφόσον έχουμε πλέον ολοκληρώσει την ενεργειακή μελέτη μας, μπορούμε να δημιουργήσουμε την τεχνική έκθεση, με τα περιεχόμενα της μελέτης.

Πρώτου όμως κάνουμε αυτό, πρέπει πρώτα μέσω του **Αρχεία > Περιεχόμενα Εκτύπωσης**, να επιλέξουμε ποια στοιχεία θέλουμε να συμπεριλάβουμε στην Τεχνική έκθεση.



Εικόνα 3.36 Παράθυρο επιλογής περιεχομένων εκτύπωσης

Έπειτα, "πηγαίνοντας" στο **Αρχεία> Εξαγωγή σε αρχείο RTF ή Εξαγωγή σε αρχείο PDF**, δημιουργείται αυτόματα αρχείο RTF (αρχείο που ανοίγεται με Word) με τα περιεχόμενα της μελέτης (μέσα στο directory της μελέτης με ονομασία ENKA.RTF), η ένα Αρχείο PDF μέσα στο directory της μελέτης με ονομασία ENKA.PDF

Μπορούμε επίσης, να δημιουργήσουμε ένα αρχείο .xml έτσι ώστε να έχουμε την δυνατότητα να ανοίξουμε την μελέτη και από τα προγράμματα TEE KENAK και TEE KENAK Μελέτη. Στην περίπτωση ενεργειακής επιθεώρησης, όταν ο χρήστης ολοκληρώσει τη μελέτη και δημιουργήσει τα εναλλακτικά σενάρια, με αυτή την εντολή προκύπτει ένα τελικό αρχείο .xml που συμπεριλαμβάνει όλες τις πληροφορίες της μελέτης καθώς και τα εναλλακτικά σενάρια και το αποστέλλει στο "www.buildingcert.gr" προκειμένου να ολοκληρωθεί η ενεργειακή επιθεώρηση.

Αυτό είναι εφικτό πατώντας στο **Αρχεία > Έξοδος σε > Αρχείο xml κτηρίου**. Έτσι δημιουργείται μέσα στο φάκελο της μελέτης ένα αρχείο με την κατάληξη ".xml"

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΑΡΑΔΟΧΩΝ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Εκτός από την κυρία ενεργειακή μελέτη που αναφέρθηκε εκτενώς παραπάνω, στην όποια χρησιμοποιήθηκε θερμοπρόσοψη στο κτήριο και αντλία θερμότητας για θέρμανση, ψύξη και ΖΝΧ, μελετήθηκαν δυο πρόσθετα εναλλακτικά σενάρια ως εξής:

- **Παραδοχή Α:** Αντικατάσταση της αντλίας θερμότητας με Λέβητα, Τοπικές Αερόψυκτες Α.Θ. (κλιματιστικά) και έναν τοπικό ηλεκτρικό θερμαντήρα, για την κάλυψη του ΖΝΧ μαζί με τον λέβητα.
- **Παραδοχή Β:** Αντικατάσταση της θερμοπρόσοψης με εσωτερική μόνωση στον τοίχο, ενώ τα Η/Μ συστήματα παρέμειναν ίδια με την πρωτότυπη μελέτη.

Παρακάτω, περιγράφονται αναλυτικότερα τα δυο σενάρια, παρατείνονται τα αποτελέσματα αυτών και γίνονται συγκρίσεις.

#### 4.1.1 ΠΑΡΑΔΟΧΗ Α

##### 4.1.1.1 Περιγραφή

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, στο σενάριο αυτό χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές μονάδες για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.).

Ως σύστημα θέρμανσης, τοποθετήθηκε **Λέβητας Συμπύκνωσης καυσαερίων**, όπου παρέχει μεγάλο **βαθμό απόδοσης 93%** και έχει ισχύ **20KW**. Ο λέβητας αυτός, παρόλο που η ισχύς του είναι η μικρότερη που κυκλοφορεί στην αγορά, είναι υπερδιαστασιολογημένος για την κάλυψη των αναγκών του υπόψη κτηρίου, με συνέπεια την αύξηση σε ζήτηση πρωτογενούς ενέργειας.

Ως σύστημα ψύξης, τοποθετήθηκαν 6 τοπικές αερόψυκτες αντλίες θερμότητας (κλιματιστικά) **βαθμού απόδοσης EER 3.500** και **ισχύος 2.5 KW**, μια σε κάθε δωμάτιο, και μια μεγαλύτερη, **ισχύος 5 KW** και βαθμού απόδοσης **EER 3.520** στο καθιστικό - κουζίνα.

Όσον αφορά το σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, εκτός από τον λέβητα, που λόγο της υπερδιαστασιολόγησής του, μπορεί να καλύψει και τις ανάγκες αυτές, χρησιμοποιήθηκε και ένας **τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας ισχύος 4 KW**, για τις ώρες όπου δεν θα λειτουργεί ο εν λόγω λέβητας.

4.1.1.2 Αποτελέσματα

Με τις παραπάνω αλλαγές στα Η/Μ συστήματα, και έπειτα από επανυπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων του κτηρίου, προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα.

**Ενεργειακή Κλάση B+ (Κατανάλωση: 57.7kWh/m<sup>2</sup>, Κατανάλωση Κ.Α.: 88.9kWh/m<sup>2</sup>)**

Ενεργειακές απαιτήσεις

	Ιανουάριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Φεβρουάριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Μάρτιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Απρίλιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Μάιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιούνιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιούλιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Αύγουστος (kWh/m <sup>2</sup> )	Σεπτέμβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Οκτώβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Νοέμβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Δεκέμβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Ετήσια κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )
Θέρμανση	8.7	6.8	4.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	6.0	27.9
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	8.8	13.2	12.2	2.9	0.0	0.0	0.0	38.6
Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZNX	2.4	2.2	2.3	2.1	1.9	1.5	1.4	1.4	1.5	1.7	2.0	2.3	22.6

Ενεργειακή κατανάλωση

	Ιανουάριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Φεβρουάριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Μάρτιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Απρίλιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Μάιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιούνιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιούλιος (kWh/m <sup>2</sup> )	Αύγουστος (kWh/m <sup>2</sup> )	Σεπτέμβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Οκτώβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Νοέμβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Δεκέμβριος (kWh/m <sup>2</sup> )	Ετήσια κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )
Θέρμανση	9.4	7.4	4.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	6.5	30.3
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.2	1.7	1.6	0.4	0.0	0.0	0.0	5.0
ZNX	1.6	1.2	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	1.4	6.8
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	2.0	2.1	2.1	1.9	1.6	1.3	1.1	19.6
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	11.0	8.6	5.9	0.9	0.2	1.2	1.7	1.6	0.4	0.3	2.5	7.9	42.2

Εκπομπές CO2

	Ιανουάριος (Kg/m <sup>2</sup> )	Φεβρουάριος (Kg/m <sup>2</sup> )	Μάρτιος (Kg/m <sup>2</sup> )	Απρίλιος (Kg/m <sup>2</sup> )	Μάιος (Kg/m <sup>2</sup> )	Ιούνιος (Kg/m <sup>2</sup> )	Ιούλιος (Kg/m <sup>2</sup> )	Αύγουστος (Kg/m <sup>2</sup> )	Σεπτέμβριος (Kg/m <sup>2</sup> )	Οκτώβριος (Kg/m <sup>2</sup> )	Νοέμβριος (Kg/m <sup>2</sup> )	Δεκέμβριος (Kg/m <sup>2</sup> )	Ετήσια κατανάλωση (Kg/Έτος)
CO2	4.0	3.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	15.0

Πηγή ενέργειας

	Ηλεκτρισμός (kWh/m <sup>2</sup> )	Πετρέλαιο (kWh/m <sup>2</sup> )	Φυσικό αέριο (kWh/m <sup>2</sup> )	Άλλα ορυκτά καύσιμα (kWh/m <sup>2</sup> )	Ηλιακή (kWh/m <sup>2</sup> )	Βιομάζα (kWh/m <sup>2</sup> )	Γεωθερμία (kWh/m <sup>2</sup> )	Άλλο ΑΠΕ (kWh/m <sup>2</sup> )	Σύνολο (kWh/m <sup>2</sup> )
	6.3	35.9	0.0	0.0	19.6	0.0	0.0	0.0	42.2

Εικόνα 4.1 Πίνακας ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων παραδοχής (A), όπως φαίνεται στο πρόγραμμα

Όπως φαίνεται και στην εικόνα, οι ενεργειακές απαιτήσεις του κτηρίου έχουν παραμείνει οι ίδιες, διότι δεν έχουν γίνει αλλαγές στην γεωμετρία, η στα δομικά υλικά που έχουν τοποθετηθεί. Έχουν όμως γίνει αλλαγές στις ενεργειακές καταναλώσεις, όπως είναι λογικό με την αλλαγή των Η/Μ συστημάτων.

Βλέπουμε λοιπόν, ότι πλέον καταναλώνονται **30,3 kWh/m<sup>2</sup> ετησίως για θέρμανση**, και αυτό οφείλεται στην αναγκαστική υπερδιαστασιολόγηση του λέβητα, ο οποίος είναι κατά σχεδόν 10 KW μεγαλύτερος από το απαιτούμενο. Όσον αφορά **τον κλιματισμό, έχουμε πλέον 5 kWh/m<sup>2</sup> κατανάλωση ετησίως**, το οποίο είναι ελαφρώς μειωμένο, εξαιτίας του καλύτερου βαθμού απόδοσης που παρέχουν οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες, σε σύγκριση με την αντλία θερμότητας που έχει τοποθετηθεί στο πρωτότυπο κτήριο. Για **ZNX, έχουμε 6,8 kWh/m<sup>2</sup> ετήσια κατανάλωση**, οι όποια αυξήθηκε κυρίως λόγω της εγκατάστασης τοπικού ηλεκτρικού θερμαντήρα, και τέλος η Ηλιακή ενέργεια που καταναλώνεται για ZNX, έχει παραμείνει ίδια στις **19,6 kWh/m<sup>2</sup> ετησίως**.

## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

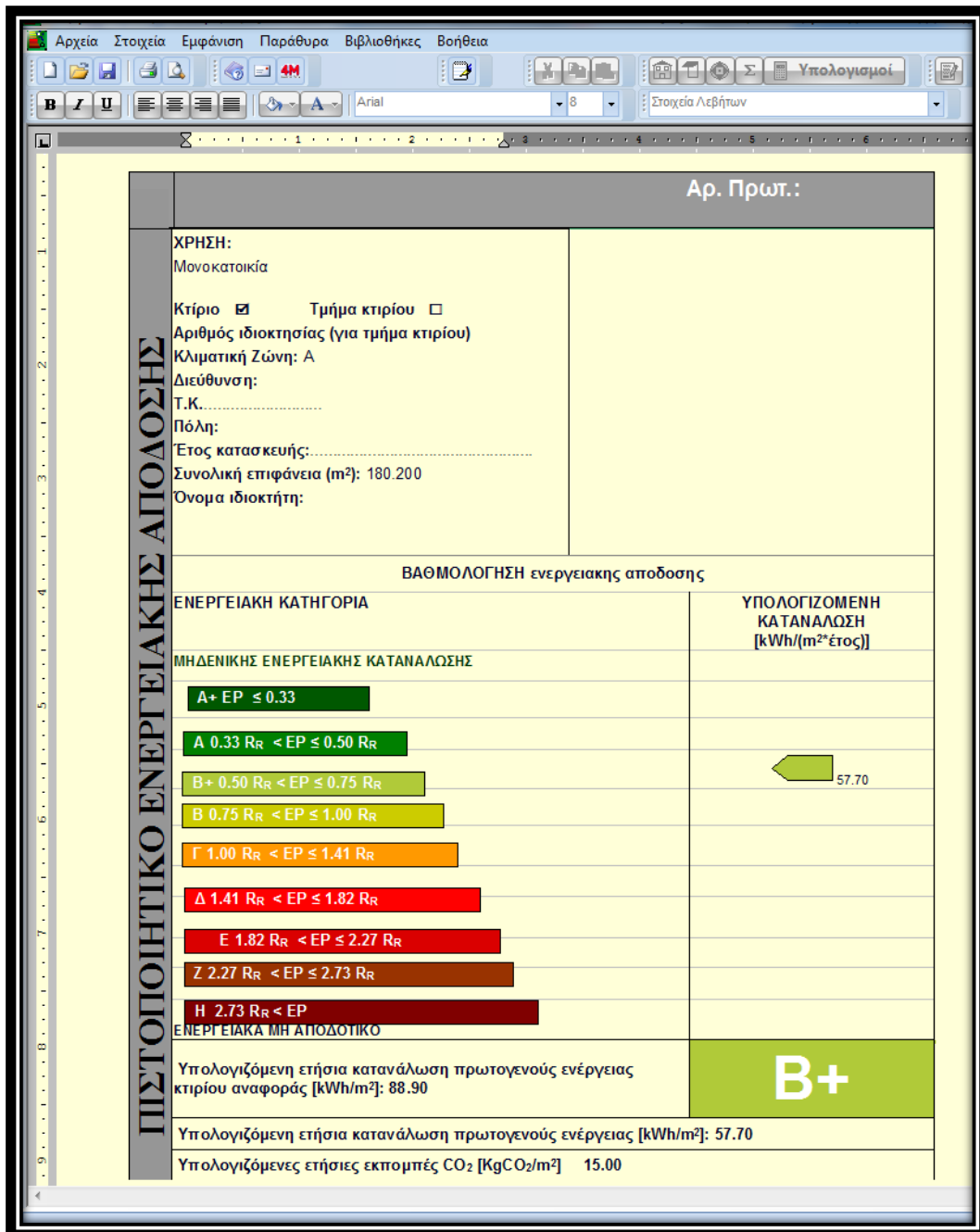
Ως σύνολο λοιπόν, το κτήριο καταναλώνει **42,2 kWh/m<sup>2</sup> ετησίως**, εκ των οποίων **6,3 kWh/m<sup>2</sup>** είναι Ηλεκτρισμός και **35,9 kWh/m<sup>2</sup>** Πετρέλαιο. Η Ηλιακή ενέργεια που καταναλώνεται δεν προσμετράται.

Τέλος, το κτήριο θα έχει μειωμένες εκπομπές CO<sub>2</sub>, στα **15 Kg/έτος**, διότι όπως βλέπουμε και στον **πίνακα 1.2 της TOTEE -20701-1**, το πετρέλαιο θέρμανσης έχει σημαντικά λιγότερους ελκυσόμενους ρύπους από τον ηλεκτρισμό, και όπως είπαμε, στην παραδοχή αυτή, χρησιμοποιείται κυρίως πετρέλαιο θέρμανσης αντί ρεύμα για την κάλυψη των Η/Μ αναγκών.

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,20
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,26
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,99
Υγραέριο	1,05	0,24
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,35
Τηλεθέρμανση από Α.Π.Ε.	0,50	---

*Πινάκας 4-1 Συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και Ελκυσόμενους ρύπους βάσει της TOTEE 20701-1*

Με τις αλλαγές που έγιναν στην παραδοχή αυτή, το κτήριο μας ανέβηκε στις καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας, φτάνοντας τις **57.7 kWh/m<sup>2</sup> ετησίως**, κατάφερε όμως να παραμείνει στην ίδια ενεργειακή κατηγορία.



Εικόνα 4.2 Καρτέλα ΠΕΑ παραδοχής (Α)



## 4.1.2 ΠΑΡΑΔΟΧΗ Β

### 4.1.2.1 Περιγραφή

Στην παραδοχή αυτή, έγινε αλλαγή της μόνωσης του κτηρίου, από θερμοπρόσοψη σε εσωτερική μόνωση στον τοίχο, ενώ τα Η/Μ παρέμειναν ίδια με το πρωτότυπο κτήριο.

Με την αλλαγή αυτή, δημιουργήσαμε νέες και πολλές θερμογέφυρες στο κτήριο, όπου πριν δεν υπήρχαν.

Εξωτερική τοιχοποιία 26

Διαμικό Στοιχείο: Εξωτερική τοιχοποιία 26

Τύπος Κατασκευής: Οπτοπλινθοδομή

Είδος Στοιχείου: Τοιχοποιία

Διπλό Πάχος

Τομή από φωτογραφία

Στρώσεις Υλικών	Πυκν. (Kgr/m <sup>3</sup> )	Πάχος1 (m)	Συντ. λ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
1	Ασβεστοσιμε 1800	0.025	0.870	0.029
2	Οπτοπλινθοδομ	0.09	0.510	0.176
3	Αφρώδης εξη/30-45	0.05	0.033	1.515
4	Οπτοπλινθοδομ	0.09	0.510	0.176
5	Ασβεστοσιμε 1800	0.025	0.870	0.029
6				
7				
8				
9				

Ri 0.13 Ra 0.04 Συντ. θερμ. U = 0.477

Αντίσταση θερμικής μετάβασης Αποδοχή Ακύρωση

Εικόνα 4.3 Παράθυρο δομικών στοιχείων τοιχοποιίας παραδοχής (B)

Τοποθετήσαμε λοιπόν, **Αφρώδη εξηλασμένη πολυστερίνη** πάχους 0.05 m με συντελεστή  $\lambda=0.033$  W/mK και πυκνότητας 30-45 Kgr/m<sup>3</sup>.

4.1.2.2 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν με την αλλαγή αυτή, φαίνονται τόσο στις ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις, όσο και στον συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  της τοιχοποιίας και  $U_m$  του κτηρίου.

The screenshot shows a software interface with several data tables. The main table is titled 'Ενεργειακή Κλάση B+ (Κατανάλωση: 49.8kWh/m², Κατανάλωση Κ.Α.: 78.4kWh/m²)'. It contains four sub-tables: 'Ενεργειακές απαιτήσεις', 'Ενεργειακή κατανάλωση', 'Εκπομπές CO2', and 'Πηγή ενέργειας'. Each table has 12 columns representing months from January to December and an annual total. The 'Ενεργειακές απαιτήσεις' table shows values for Heating, Humidity, Ventilation, and ZHX. The 'Ενεργειακή κατανάλωση' table shows values for Heating, Electricity for heating, Humidity, Ventilation, Electricity for ZHX, Solar radiation, and Total. The 'Εκπομπές CO2' table shows CO2 emissions. The 'Πηγή ενέργειας' table shows energy sources like Electricity, Oil, Gas, etc.

Ενεργειακή Κλάση B+ (Κατανάλωση: 49.8kWh/m², Κατανάλωση Κ.Α.: 78.4kWh/m²)													
Ενεργειακές απαιτήσεις													
	Ιανουάριος (kWh/m²)	Φεβρουάριος (kWh/m²)	Μάρτιος (kWh/m²)	Απρίλιος (kWh/m²)	Μάιος (kWh/m²)	Ιούνιος (kWh/m²)	Ιούλιος (kWh/m²)	Αύγουστος (kWh/m²)	Σεπτέμβριος (kWh/m²)	Οκτώβριος (kWh/m²)	Νοέμβριος (kWh/m²)	Δεκέμβριος (kWh/m²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh/m²)
Θέρμανση	9.8	7.8	5.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	6.9	32.2
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	8.4	12.9	11.8	2.6	0.0	0.0	0.0	37.1
Υγραση	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
ZHX	2.4	2.2	2.3	2.1	1.9	1.5	1.4	1.4	1.5	1.7	2.0	2.3	22.6
Ενεργειακή κατανάλωση													
	Ιανουάριος (kWh/m²)	Φεβρουάριος (kWh/m²)	Μάρτιος (kWh/m²)	Απρίλιος (kWh/m²)	Μάιος (kWh/m²)	Ιούνιος (kWh/m²)	Ιούλιος (kWh/m²)	Αύγουστος (kWh/m²)	Σεπτέμβριος (kWh/m²)	Οκτώβριος (kWh/m²)	Νοέμβριος (kWh/m²)	Δεκέμβριος (kWh/m²)	Ετήσια κατανάλωση (kWh/m²)
Θέρμανση	2.8	2.2	1.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.0	9.2
Ηλεκτ. ενέργεια για θέρμανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.4	2.1	1.9	0.4	0.0	0.0	0.0	6.0
ZHX	0.5	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.4	2.0
Ηλεκτ. ενέργεια για ZHX	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	2.0	2.1	2.1	1.9	1.6	1.3	1.1	19.6
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	3.3	2.6	1.8	0.3	0.2	1.4	2.1	1.9	0.4	0.1	0.8	2.4	17.2
Εκπομπές CO2													
	Ιανουάριος (Kg/m²)	Φεβρουάριος (Kg/m²)	Μάρτιος (Kg/m²)	Απρίλιος (Kg/m²)	Μάιος (Kg/m²)	Ιούνιος (Kg/m²)	Ιούλιος (Kg/m²)	Αύγουστος (Kg/m²)	Σεπτέμβριος (Kg/m²)	Οκτώβριος (Kg/m²)	Νοέμβριος (Kg/m²)	Δεκέμβριος (Kg/m²)	Ετήσια κατανάλωση (Kg/Ετος)
CO2	3.0	2.0	1.0	0.0	0.0	1.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.0	16.0
Πηγή ενέργειας													
	Ηλεκτρισμός (kWh/m²)	Πετρέλαιο (kWh/m²)	Φυσικό αέριο (kWh/m²)	Άλλα ορυκτά καύσιμα (kWh/m²)	Ηλεκτ. (kWh/m²)	Βιομάζα (kWh/m²)	Γεωθερμία (kWh/m²)	Άλλο ΑΠΕ (kWh/m²)	Σύνολο (kWh/m²)				
	17.2	0.0	0.0	0.0	19.6	0.0	0.0	0.0	17.2				

Εικόνα 4.4 Πίνακας ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων παραδοχής (B)

Ξεκινώντας με τις απαιτήσεις και καταναλώσεις του κτηρίου, βλέπουμε αύξηση μόνο στις απαιτήσεις θέρμανσης από **27,9 kWh/m² ετησίως σε 32.2 kWh/m² ετησίως**.

Όσον αφορά τις ενεργειακές καταναλώσεις, μικρή αύξηση παρατηρείται στην θέρμανση, που ανέβηκε στα **9.2 kWh/m² ετησίως από 8 kWh/m² ετησίως**, ενώ οι υπόλοιπες τιμές παρέμειναν ίδιες. Η μικρή αυτή αύξηση ανέβασε όμως τις συνολικές καταναλώσεις από **16 kWh/m² ετησίως σε 17.2 kWh/m² ετησίως**.

Φτάνοντας λοιπόν, στο θέμα της μόνωσης του κτηρίου, βλέπουμε απευθείας μια αύξηση στο συντελεστή θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας από **0.448 W/m²K σε 0.477 W/m²K**. Σημαντικά μεγαλύτερη αλλαγή, παρατηρείται στον συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$  του κτηρίου, που έχει ανέβει στα **0,884 W/m²K**. Η διαφορά αυτή είναι μεγάλη, εάν λάβεις υπόψη ότι με την θερμοπρόσοψη το  $U_m$  ήταν **0,822 W/m²K**, και η μέγιστη επιτρεπτή τιμή σύμφωνα με την θερμική ζώνη και του λόγου A/V του υπό μελέτη κτηρίου είναι  **$U_{m,max} = 0.895 W/m²K$** .

Αρχεία Στοιχεία Εμφάνιση Παράθυρα Βιβλιοθήκες Βοήθεια

Υπολογισμοί

Αrial 8

ζ.ζ.ωνη

**1Β. ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ**

1.Επιφάνεια οροφών	Fd =	89.080 m <sup>2</sup>
2.Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	Fw =	247.750 m <sup>2</sup>
3.Επιφάνεια δαπέδων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	Fdl =	0.000 m <sup>2</sup>
4.Επιφάνεια δαπέδων/οροφών σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς ΜΘΧ	Fg =	89.080 m <sup>2</sup>
5.Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς ΜΘΧ	Fwe =	0.000 m <sup>2</sup>
6.Επιφάνεια ανοιγμάτων	Ff =	43.944 m <sup>2</sup>
7.Επιφάνεια γυάλινων προσώπων	Fgf =	0.000 m <sup>2</sup>
8.Όγκος κτιρίου	V =	558.620 m <sup>3</sup>
9.Λόγος	A/V =	0.841 1/m

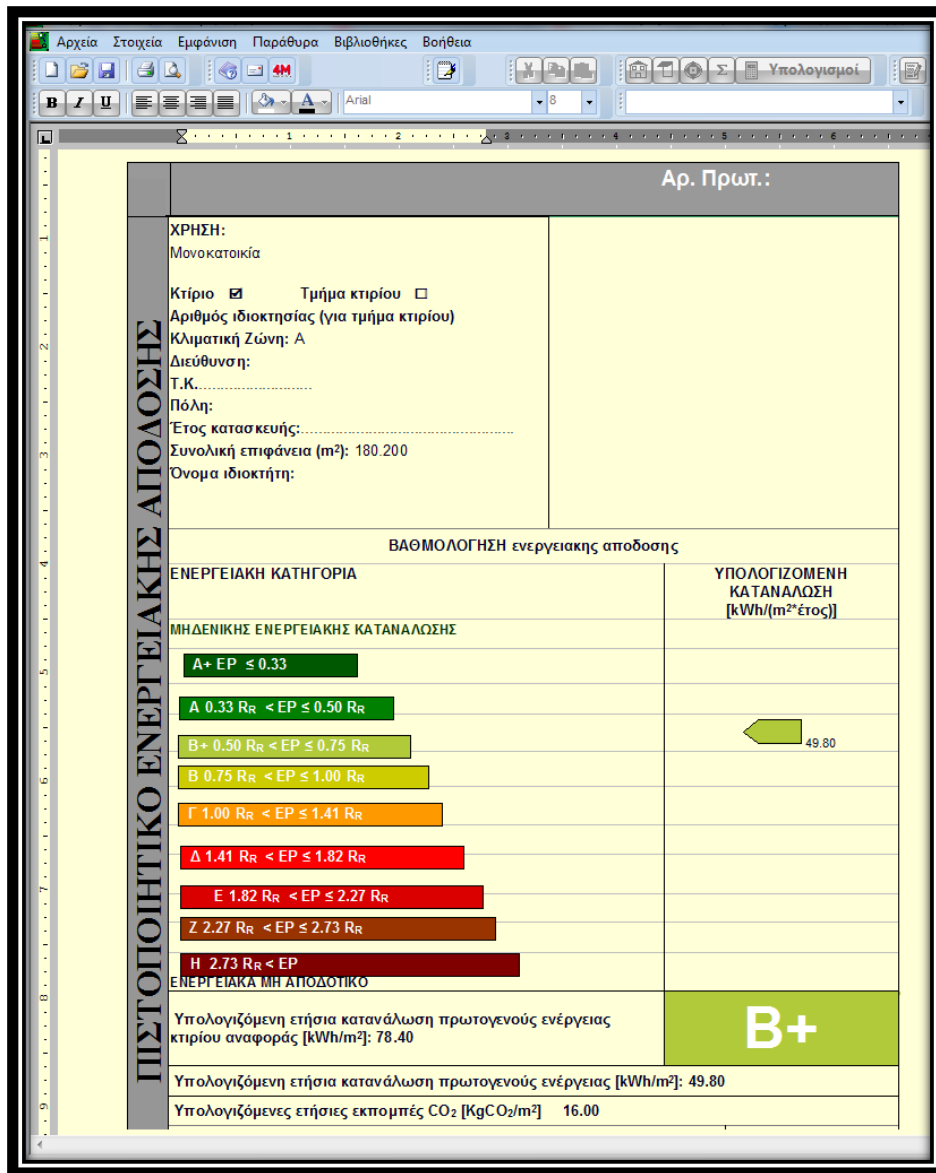
**1Γ. ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ U = 0.884 W/m<sup>2</sup>K**

**1Δ. ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗ ΤΙΜΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Um = 0.895 W/m<sup>2</sup>K**

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

Εικόνα 4.5 Καρτέλα μόνωσης κτηρίου παραδοχής (B)

Οι αλλαγές αυτές οφείλονται στην δημιουργία θερμογεφυρών όπου πριν δεν υπήρχαν, και οι οποίες δημιουργούν "ρήγματα" στην μόνωση του κτηρίου, επιτρέποντας τη θερμότητα να περάσει από τα σημεία αυτά.



Εικόνα 4.6 Καρτέλα ΠΕΑ παραδοχής (B)

Τέλος, εξαιτίας όλων των προαναφερθέντων αιτιών, έγινε και μια αύξηση στην ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ανεβάζοντας την τιμή στα **49,80 kWh/m<sup>2</sup>\*έτος**. Η αλλαγή αυτή δεν είναι σημαντική, ούτε άλλαξε την ενεργειακή κατηγορία του κτηρίου μας.

Αυτές, λοιπόν ήταν οι δυο παραδοχές που διεξήχθησαν. Στην συνέχεια θα ακολουθήσει σύγκριση των παραδοχών αυτών, με το πρότυπο κτήριο και εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς την κάθε περίπτωση.

## 4.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΡΑΔΟΧΩΝ

Για τη σύγκριση των παραδοχών, καταγράφονται ανά περίπτωση, καταρχήν η ενεργειακή κλάση του κτηρίου, και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας κτηρίου  $U_m$ . Στην συνέχεια καταγράφονται οι ενεργειακές απαιτήσεις και οι ενεργειακές καταναλώσεις, ανά είδος κατανάλωσης, (θέρμανση- ψύξη- ζεστό νερό χρήσης). Επίσης, καταγράφονται οι ενεργειακές καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και οι εκπομπές CO<sub>2</sub> (στήλη 1-2 του πίνακα).

Τέλος, για όλα τα παραπάνω, υπολογίζονται οι διαφορές των υπό σύγκριση περιπτώσεων (στήλη 3 του πίνακα).

Στον πίνακα 1 που ακολουθεί, ξεκινάμε τις συγκρίσεις του πρότυπου κτηρίου με την παραδοχή (Α).

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 1</b>			
<b>ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΠΑΡΑΔΟΧΗ (Α)</b>			
	<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ</b>		<b>ΔΙΑΦΟΡΕΣ</b>
	<b>ΠΡΟΤΥΠΟ ΚΤΙΡΙΟ (Π)</b>	<b>ΠΑΡΑΔΟΧΗ (Α)</b>	<b>ΣΥΓΚΡΙΣΗ (Π) ΜΕ (Α)</b>
	<b>[1]</b>	<b>[2]</b>	<b>[3]</b>
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΛΑΣΗ</b>			
	B+	B+	
<b>ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ <math>U_m</math> (W/m<sup>2</sup>*K)</b>			
	0,822	0,822	0
<b>ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ (kWh/m<sup>2</sup>)</b>			
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	27,9	27,9	0
ΨΥΞΗ	38,6	38,6	0
ZNX	22,6	22,6	0
<b>ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ (kWh/m<sup>2</sup>)</b>			
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	8	30,3	-22,3
ΨΥΞΗ	6,2	5	1,2
ZNX	2	6,8	-4,8
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ZNX	19,6	19,6	0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>16,2</b>	<b>42,1</b>	<b>-25,9</b>
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (kWh/m<sup>2</sup>)</b>			
	47,1	57,7	-10,6
<b>ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>)</b>			
	16	15	1

Από τον παραπάνω πίνακα, μεταξύ του πρότυπου κτηρίου και της παραδοχής (A), προκύπτουν τα εξής:

- Δεν υπάρχουν αλλαγές στην ενεργειακή κλάση, στον συντελεστή  $U_m$ , και στις ενεργειακές απαιτήσεις του κτηρίου. Αυτό συμβαίνει, διότι οι αλλαγές που έγιναν, ήταν στις Η/Μ εγκαταστάσεις του κτηρίου.
- Όσον αφορά τις ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις:
  - Υπάρχει τεραστία αύξηση από την πλευρά της θέρμανσης, κατά **22,3 kWh/m<sup>2</sup>** στην παραδοχή (A). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το σύστημα θέρμανσης με αντλία θερμότητας, είναι πιο ενεργειακά αποδοτικό, σε σύγκριση με τον λέβητα συμπίεσης καυσαερίων.
  - Στην ψύξη υπάρχει επίσης μια μικρή διάφορα **1,2 kWh/m<sup>2</sup>** εις βάρος του πρότυπου κτηρίου, διότι οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες της παραδοχής (A), έχουν αρκετά καλύτερο συντελεστή απόδοσης EER.
  - Στο ZNX, υπάρχει επίσης μια σχετικά μικρή αύξηση των καταναλώσεων από την πλευρά της παραδοχής (A), κατά **4,8 kWh/m<sup>2</sup>**, λόγω της εγκατάστασης τοπικού ηλεκτρικού θερμαντήρα στην παραδοχή (A), για την κάλυψη των απαιτήσεων σε ZNX, όταν είναι εκτός λειτουργίας ο λέβητας, και σε περίπτωση ανεπαρκούς κάλυψης των απαιτήσεων απο τον ηλιακό συλλέκτη.
  - Συνολικά, από όλες τις παραπάνω αυξομειώσεις, προκύπτει μια γενική αύξηση στις ετήσιες καταναλώσεις της παραδοχής (A), του ύψους **25,9 kWh/m<sup>2</sup>**.
- Όσον αφορά στις ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας, υπάρχει αύξηση από την πλευρά της παραδοχής (A), κατά **10,6 kWh/m<sup>2</sup>**, η οποία όμως δεν είναι αρκετή για να ρίξει κατηγορία ενεργειακής κλάσης το κτήριο.
- Τέλος, οι διαφορές στις εκπομπές CO<sub>2</sub>, είναι μικρή, της τάξης του **1 kg/m<sup>2</sup>** ετησίως.

## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Στον πίνακα 2 που ακολουθεί, ξεκινάμε τις συγκρίσεις του πρότυπου κτηρίου με την παραδοχή (B).

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 2</b>			
<b>ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΠΑΡΑΔΟΧΗ (B)</b>			
	<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ</b>		<b>ΔΙΑΦΟΡΕΣ</b>
	<b>ΠΡΟΤΥΠΟ ΚΤΙΡΙΟ (Π)</b>	<b>ΠΑΡΑΔΟΧΗ (B)</b>	<b>ΣΥΓΚΡΙΣΗ (Π) ΜΕ (B)</b>
	<b>[1]</b>	<b>[2]</b>	<b>[3]</b>
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΛΑΣΗ</b>			
	B+	B+	
<b>ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ <math>U_m</math> (W/m<sup>2</sup>*K)</b>			
	0,822	0,884	-0,062
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ/ ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m<sup>2</sup>)</b>			
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	27,9	32,2	-4,3
ΨΥΞΗ	38,6	37,1	1,5
ZNX	22,6	22,6	0
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ/ ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m<sup>2</sup>)</b>			
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	8	9,2	-1,2
ΨΥΞΗ	6,2	6	0,2
ZNX	2	2	0
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ZNX	19,6	19,6	0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>16,2</b>	<b>17,2</b>	<b>-1</b>
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (kWh/m<sup>2</sup>)</b>			
	47,1	49,8	-2,7
<b>ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>)</b>			
	16	16	0

Από τον παραπάνω πίνακα, μεταξύ του πρότυπου κτηρίου και της παραδοχής (B), προκύπτουν τα εξής:

- Δεν υπάρχουν αλλαγές στην ενεργειακή κλάση.
- Υπάρχει σημαντική αύξηση του συντελεστή  $U_m$  του κτηρίου της παραδοχής (B), λόγω της αλλαγής του είδους μόνωσης από θερμοπρόσοψη σε ενδιάμεση στον τοίχο και την εμφάνιση θερμογεφυρών. Ο συντελεστής όμως, παρόλο που αυξήθηκε και ουσιαστικά έχουμε πλέον περισσότερες απώλειες, είναι ακόμα μέσα στα ανεκτά όρια, άρα δεν χρίζει διόρθωσης.
- Όσον αφορά τις ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις:

## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Υπάρχει αύξηση από την πλευρά της θέρμανσης, κατά **4,3 kWh/m<sup>2</sup>** στην παραδοχή (B).
- Στην ψύξη υπάρχει μια μικρή διάφορα **1,5 kWh/m<sup>2</sup>** εις βάρος του πρότυπου κτηρίου. Η αλλαγή αυτή είναι ουσιαστικά ανεπαίσθητη, και οφείλεται στην δημιουργία θερμογεφυρών.
- Όσον αφορά τις ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις:
  - Υπάρχει μικρή αύξηση από την πλευρά της θέρμανσης, κατά **1,2 kWh/m<sup>2</sup>** στην παραδοχή (B). Αυτό οφείλεται στο γεγονός της αύξησης των ενεργειακών απαιτήσεων, που αναγκάζει τα Η/Μ συστήματα να δουλεύουν περισσότερο.
  - Στην ψύξη βλέπουμε μια μικροσκοπική αύξηση, για τον ίδιο λόγο που αναφέρθηκε στην θέρμανση παραπάνω.
  - Συνολικά, από όλες τις παραπάνω αυξομειώσεις, προκύπτει μια γενική αύξηση στις ετήσιες καταναλώσεις της παραδοχής (B), του ύψους **1 kWh/m<sup>2</sup>**.
- Όσον αφορά στις ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας, υπάρχει αύξηση από την πλευρά της παραδοχής (B), κατά **2,7 kWh/m<sup>2</sup>**, η οποία όμως δεν είναι αρκετή για να ρίξει κατηγορία ενεργειακής κλάσης το κτήριο.
- Τέλος, δεν υπάρχει διαφορά στις εκπομπές CO<sub>2</sub>, διότι τα Η/Μ συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα ίδια, και επίσης, οι επιπλέον καταναλώσεις που πρόεκυψαν είναι αμελητέες και δεν δημιουργούν επιπλέον ρύπους.



Τέλος, στον πίνακα 3 που ακολουθεί, ξεκινάμε τις συγκρίσεις της παραδοχής (Α) με την παραδοχή (Β).

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 3</b>			
<b>ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΡΑΔΟΧΗΣ (Α) ΜΕ ΠΑΡΑΔΟΧΗ (Β)</b>			
	<b>ΔΕΔΟΜΕΝΑ</b>		<b>ΔΙΑΦΟΡΕΣ</b>
	<b>ΠΑΡΑΔΟΧΗ (Α)</b>	<b>ΠΑΡΑΔΟΧΗ (Β)</b>	<b>ΣΥΓΚΡΙΣΗ (Α) ΜΕ (Β)</b>
	<b>[1]</b>	<b>[2]</b>	<b>[3]</b>
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΛΑΣΗ</b>			
	B+	B+	
<b>ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ <math>U_m</math> (W/m<sup>2</sup>*K)</b>			
	0,822	0,884	-0,062
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ/ ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m<sup>2</sup>)</b>			
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	27,9	32,2	-4,3
ΨΥΞΗ	38,6	37,1	1,5
ZNX	22,6	22,6	0
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ/ ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (kWh/m<sup>2</sup>)</b>			
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	30,3	9,2	21,1
ΨΥΞΗ	5	6	-1
ZNX	6,8	2	4,8
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΓΙΑ ZNX	19,6	19,6	0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>42,1</b>	<b>17,2</b>	<b>24,9</b>
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (kWh/m<sup>2</sup>)</b>			
	57,7	49,8	7,9
<b>ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>)</b>			
	15	16	-1

Από τον παραπάνω πίνακα, μεταξύ του πρότυπου κτηρίου και της παραδοχής (Α), οι διαφορές που προκύπτουν είναι ουσιαστικά μια μίξη των δυο προηγούμενων περιπτώσεων, και έχουν ως εξής:

- Δεν υπάρχουν αλλαγές στην ενεργειακή κλάση.
- Υπάρχει σημαντική αύξηση του συντελεστή  $U_m$  του κτηρίου της παραδοχής (Β), λόγω της αλλαγής του είδους μόνωσης από θερμοπρόσοψη σε ενδιάμεση στον τοίχο και την εμφάνιση θερμογεφυρών. Ο συντελεστής όμως, παρόλο που αυξήθηκε και ουσιαστικά έχουμε πλέον περισσότερες απώλειες, είναι ακόμα μέσα στα ανεκτά όρια, άρα δεν χρίζει διόρθωσης.
- Όσον αφορά τις ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις:

## ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Υπάρχει αύξηση από την πλευρά της θέρμανσης, κατά **4,3 kWh/m<sup>2</sup>** στην παραδοχή (B).
- Στην ψύξη υπάρχει μια μικρή διάφορα **1,5 kWh/m<sup>2</sup>** εις βάρος της παραδοχής (A). Η αλλαγή αυτή είναι ουσιαστικά ανεπαίσθητη, και οφείλεται στην δημιουργία θερμογεφυρών.
- Όσον αφορά τις ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις:
  - Υπάρχει αύξηση από την πλευρά της θέρμανσης, κατά **4,3 kWh/m<sup>2</sup>** στην παραδοχή (B).
  - Στην ψύξη υπάρχει επίσης μια μικρή διάφορα **1,5 kWh/m<sup>2</sup>** εις βάρος της παραδοχής (B) κτηρίου, διότι οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες της παραδοχής (A), έχουν αρκετά καλύτερο συντελεστή απόδοσης EER.
  - Στο ZNX, υπάρχει επίσης μια σχετικά μικρή αύξηση των καταναλώσεων από την πλευρά της παραδοχής (A), κατά **4,8 kWh/m<sup>2</sup>**, λόγω της εγκατάστασης τοπικού ηλεκτρικού θερμαντήρα, για την κάλυψη των απαιτήσεων σε ZNX όταν είναι εκτός λειτουργίας ο λέβητας, και σε περίπτωση ανεπαρκούς κάλυψης των απαιτήσεων απο τον ηλιακό συλλέκτη.
  - Συνολικά, από όλες τις παραπάνω αυξομειώσεις, προκύπτει μια γενική αύξηση στις ετήσιες καταναλώσεις της παραδοχής (A), του ύψους **24,9 kWh/m<sup>2</sup>**.
- Όσον αφορά στις ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας, υπάρχει αύξηση από την πλευρά της παραδοχής (A), κατά **7,9kWh/m<sup>2</sup>**, η οποία όμως δεν είναι αρκετή για να ρίξει κατηγορία ενεργειακής κλάσης το κτήριο.
- Τέλος, οι διαφορές στις εκπομπές CO<sub>2</sub>, είναι μικρή, της τάξης του **1 kg/m<sup>2</sup>** ετησίως.

Στον πίνακα 4 που ακολουθεί, γίνεται καταγραφή των δαπανών για την αγορά και εγκατάσταση του Η/Μ εξοπλισμού, καθώς και της μόνωσης του κτηρίου στην κάθε περίπτωση. Τα παραπάνω είναι τα 2 κριτήρια τα οποία διαφοροποιούν, τις παραδοχές και το πρότυπο κτήριο, και επηρεάζουν τα αποτελέσματα της μελέτης, εξού και ο προϋπολογισμός των δαπανών ανάλογα την περίπτωση, είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την τελική επιλογή της βέλτιστης λύσης.

Η στήλη για τις Η/Μ εγκαταστάσεις, περιέχει το σύνολο του κόστους αγοράς των αντίστοιχων συστημάτων και υποσυστημάτων, του κόστους τοποθέτησης τους σε πλήρη λειτουργία.

Η στήλη για την μόνωση του κτηρίου, περιέχει το σύνολο του κόστους αγοράς και τοποθέτησης όλων των απαιτούμενων υλικών, που διαφοροποιούνται ανά περίπτωση. Δεν συμπεριλαμβάνεται το κόστος της μόνωσης του δώματος και του δαπέδου, διότι είναι η ίδια σε όλες τις περιπτώσεις.

Οι τιμές ελήφθησαν μετά από έρευνα εταιριών πώλησης Η/Μ συστημάτων στο διαδίκτυο, καθώς και έρευνα του κόστους εγκατάστασης από τοπικούς εργολάβους.

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 4</b>			
<b>ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΑΠΑΝΩΝ ΑΝΑ ΠΑΡΑΔΟΧΗ</b>			
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ</b>	<b>ΠΡΟΤΥΠΟ ΚΤΙΡΙΟ</b>	<b>ΠΑΡΑΔΟΧΗ Α</b>	<b>ΠΑΡΑΔΟΧΗ Β</b>
Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	13.250 €	12.560 €	13.250 €
ΜΟΝΩΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	9.250 €	9.250 €	5.500 €
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>22.500 €</b>	<b>21.810 €</b>	<b>18.750 €</b>

Έπειτα από την μελέτη του πίνακα, συμπεραίνουμε ότι ανάμεσα στο πρότυπο κτήριο και την παραδοχή (Α) υπάρχει μικρή διαφορά στον προϋπολογισμό. Αυτό συμβαίνει διότι, στην παραδοχή (Α), εκτός από τον λέβητα που κοστίζει γύρω στις 3200 € και τον τοπικό ηλεκτρικό θερμαντήρα που κοστίζει 100€, οι 6 τοπικές κλιματιστικές μονάδες που εγκαταστάθηκαν, ήταν υψηλής απόδοσης, και υψηλού κόστους της τάξης των 450€ εκάστη για τις μονάδες των 2,5 KW, και 980€ για την μεγαλύτερη μονάδα που εγκαταστάθηκε στον καθιστικό- κουζίνα.

Όσον αφορά την παραδοχή (Β), υπάρχει σημαντική μείωση στον συνολικό προϋπολογισμό, του ύψους των 3.750€. Αυτή η διαφορά οφείλεται στον γεγονός ότι η μόνωση του κτηρίου ενδιάμεσα του τοίχου, είναι πολύ φθηνότερη από την μόνωση με θερμοπρόσοψη. Η διαφορά αυτή στην τιμή, δεν αποτελεί σημαντικό κριτήριο για την βέλτιστη επιλογή, καθώς η ενδιάμεση μόνωση του τοίχου, έχει διάφορα μειονεκτήματα, τα οποία δεν υφίστανται στην περίπτωση της θερμοπρόσοψης.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ολοκληρώνοντας την εργασία αυτή, προέκυψαν αρκετά συμπεράσματα, τα οποία θα αναφερθούν παρακάτω.

Καταρχήν, για ακόμα μια φορά θα ήθελα να αναφερθώ στην σημαντικότητα που έχουν οι ενεργειακές μελέτες σε διεθνή κλίμακα, καθώς επιφέρουν σημαντικά ενεργειακά οφέλη, με την παρουσίαση ενός πιο οικολογικού κτιριακού πρότυπου, που βοηθά στην μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων, και της εκπομπής αέριων ρύπων (CO<sub>2</sub>). Επίσης προκύπτουν και οικονομικά οφέλη, με τη χρήση των μεθόδων αυτών, διότι πέρα της εξοικονόμησης ενέργειας, έχουμε και μείωση του κόστους για θέρμανση, ψύξη και ΖΝΧ.

Υπάρχουν πολλά υπολογιστικά προγράμματα στην αγορά, με τα οποία επιλύονται οι ενεργειακές μελέτες, σύμφωνα με τους ισχύοντες σε κάθε χώρα κανονισμούς. Ειδικότερα στην Ελλάδα, ισχύει ο ΚΕνΑΚ.

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα της 4μ-ΚΕνΑΚ, το οποίο, εκτός από τις μεγάλες βιβλιοθήκες, περιέχει και ολοκληρωμένο σχεδιαστικό περιβάλλον, που επικοινωνεί άμεσα με το υπολογιστικό περιβάλλον, με αποτέλεσμα να διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό την εισαγωγή των δεδομένων, και την εξαγωγή της μελέτης.

Τέλος, όσον αφορά την δική μας μελέτη, έπειτα από την εξέταση του πρότυπου κτηρίου και των δυο πρόσθετων παραδοχών, **επιλέχτηκε το πρότυπο κτήριο ως βέλτιστη λύση**, για τους εξής λόγους:

- Κατέχει τις χαμηλότερες ενεργειακές καταναλώσει και απαιτήσεις, σε σχέση με τις παραδοχές.
- Υπερτερεί σε σχέση με την παραδοχή Α, όσο αφορά στις Η/Μ εγκαταστάσεις, διότι παρόλο που έχει ελάχιστα υψηλότερο κόστος προμήθειας και εγκατάστασης των συστημάτων, έχει πολύ χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση (**σχεδόν το 50%**), με συνέπεια, σημαντική μείωση του λειτουργικού κόστους.
- Υπερτερεί σε σχέση με την παραδοχή Β, όσο αφορά την μόνωση του κελύφους, διότι η θερμοπρόσοψη που χρησιμοποιείται, παρόλο που κοστίζει περισσότερο, έχει πλεονεκτήματα που την καθιστούν περισσότερο επιθυμητή σε σχέση με άλλα είδη μόνωσης, όπως:
  - Ειδικότερα με την εξάλειψη των θερμογεφυρών και τη βελτίωση αποθήκευσης θερμότητας
  - Αντοχή και διάρκεια ζωής
  - Προστασία της τοιχοποιίας από τις καιρικές συνθήκες
  - Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας
  - Προστασία από ρωγμές
  - Αποφυγή συμπύκνωσης των υδρατμών

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 Γ΄ έκδοση - Αθήνα, Νοέμβριος 2014 "αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης"
2. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 Β΄ έκδοση - Αθήνα, Νοέμβριος 2014 "θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων"
3. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 Γ΄ έκδοση - Αθήνα, Νοέμβριος 2014 "κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών"
4. Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό Α΄ έκδοση - Αθήνα, Ιούνιος 2011 " θεματική ενότητα: δκ1 θεσμικό πλαίσιο - μεθοδολογία ενεργειακής απόδοσης κτηρίων"
5. Τσαρδελίδης Αχιλλέας (2013) " Ενεργειακή Μελέτη ιδιωτικού κτηρίου ( Γραφείων) με βάση τον Κανονισμό Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτηρίων (KENAK) και με τη χρήση εξειδικευμένων λογισμικών πακέτων. Συγκρίσεις, συμπεράσματα", ΑΤΕΙ Κρήτης Τμήμα Μηχανολογίας.
6. ΤΕΕ Περιφερειακό τμήμα ν. Κέρκυρας, Απρίλιος 2013 " Νομοθεσία Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων"

### Διαδίκτυο:

1. Επίσημη ιστοσελίδα της 4Μ, παραπομπή στην σελίδα του χρησιμοποιηθέντος λογισμικού  
<http://www.4m.gr/4mkenak.html>
2. Εγχειρίδιο "Ενεργειακά Κτήριο αναφοράς" Εταιρία 4Μ.  
<https://eclass.teicrete.gr/modules/document/file.php/TH132/Εργαστήριο/Εγχειρίδιο%20Ενεργειακών%20-%20Κτηρίου%20Αναφοράς.pdf>
3. Εθνικό τυπογραφείο, για αναζήτηση Ισχύουσας νομοθεσίας.  
<http://www.et.gr>
4. Πλεονεκτήματα εξωτερικής θερμομόνωσης.  
<http://www.stohellas.gr/proionta/eksoteriki-thermomonomosi-ktirion-thermoprosopsi/pleonektimata-eksoterikis-thermomonomosis/>
5. Ιστοσελίδα εύρεσης τιμών Η/Μ συστημάτων  
<http://www.aenaos-sa.gr>

### Άλλες πηγές:

1. Αρχιτεκτονικά σχέδια από Τεχνικό Γραφείο "Δανάη Σκουμπάκη" Χανιά.