



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ενεργειακή Μελέτη ιδιωτικού κτιρίου (Γραφείων) με βάση τον Κανονισμό Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) και με τη χρήση εξειδικευμένων λογισμικών πακέτων. Συγκρίσεις, συμπεράσματα.



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : Μονιάκης Μύρων
ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ : Τσαρδελίδης Αχιλλέας

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Εδώ και αρκετές δεκαετίες το κυρίαρχο θέμα συζήτησης, από τους επιστημονικούς κύκλους έως τα απλά νοικοκυριά είναι η ενέργεια. Η εξασφάλιση πρώτων υλών, όπως το πετρέλαιο, είναι μάλιστα η κύρια ουσιαστική αιτία μεγάλων πολεμικών συρράξεων των τελευταίων χρόνων. Βέβαια, μέχρι πρότινος όλοι σχεδόν οι προβληματισμοί αφορούσαν την εύρεση και κατοχύρωση πρώτων υλών ή τη δημιουργία νέων τεχνικών παραγωγής της. Φτάνοντας, όμως, στο σήμερα όπου τα αποτελέσματα της υπέρμετρης χρήσης των ορυκτών καυσίμων γίνονται πλέον ορατά, στο σήμερα όπου οι διάφορες συγκυρίες (μείωση αποθεμάτων, οικονομική κρίση κλπ) έχουν εκτοξεύσει τιμές των καυσίμων και στο σήμερα όπου ο πολιτικός κόσμος και η νέα γενιά κάνει στροφή προς την οικολογία, θα ήταν αδύνατο να μην τεθεί το ζήτημα της ορθολογικής χρήσης της διατιθέμενης ενέργειας.

Φυσικά και το όλο ζήτημα δεν είναι όσο καινούργιο παρουσιάζεται, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική και η χρήση καινοτομιών ξεκινούν πολύ παλαιότερα απ'ότι μπορούμε να φανταστούμε. Μια προφανής πηγή περιβαλλοντολογικής γνώσης είναι να γυρίσουμε σε αρχαίους πολιτισμούς που έχουν αναπτυχθεί σε μια κατάσταση ενότητας με τη φύση.

Τον 5^ο Π.Χ. αιώνα οι αρχαίοι Έλληνες σχεδίαζαν τις πόλεις τους στην Ελλάδα και τη Μ. Ασία με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας και να επιτυγχάνουν ικανοποιητική θέρμανση για τα σπίτια τους.

Ο Σωκράτης παρατήρησε ότι τα σπίτια που κοιτούν απευθείας το Νότο ο ήλιος διεισδύει μέσα σ' αυτά και τα κρατάει θερμά κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Έτσι είχε παραθέσει τις εξής προτάσεις:

- α) Τα κεντρικά δωμάτια να έχουν την όψη τους στο νότο
- β) Η βόρεια πλευρά των κτιρίων θα έπρεπε να θωρακίζεται από τους ανέμους
- γ) Τα σκιάστρα μαρκίζα ή γείσο θα έπρεπε να τοποθετηθούν με κατάλληλο τρόπο στη νότια πλευρά του κτιρίου έτσι ώστε να επιτυγχάνεται σκίαση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

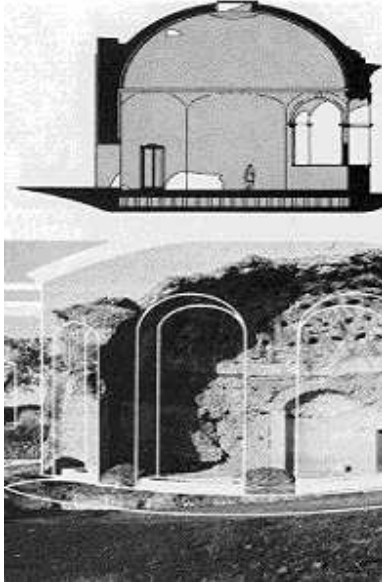
Ο Αισχύλος είχε πάει τόσο μακριά που ισχυρίστηκε ότι μόνο οι πρωτόγονοι και οι βάρβαροι δεν είχαν την εξυπνάδα και τη γνώση να κατασκευάσουν τα σπίτια τους με τέτοιο τρόπο ώστε να εκμεταλλευτούν τον ήλιο κατά τη διάρκεια του χειμώνα και αναγκάζονταν να ζουν σαν τα μυρμήγκια μέσα σε τρύπες και σκοτεινές σπηλιές.

Οι Ρωμαίοι προχώρησαν περισσότερο στηριζόμενοι στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική των Ελλήνων καλύπτοντας τα νότια ανοίγματα των σπιτιών τους με υλικά όπως γυαλί και μίκα. Επιπλέον χρησιμοποιούσαν σκούρα χρώματα για να αποθηκεύουν την θερμική ενέργεια. Μ' αυτό τον τρόπο καταφέρνουν να θερμαίνουν τα σπίτια τους κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Επίσης είχαν δημιουργήσει κάποιους «ηλιακούς νόμους» που απαγόρευαν σε άλλους κατασκευαστές να δημιουργήσουν κτίρια εκμεταλλεόμενοι τον ήλιο του χειμώνα. Έτσι ήταν μοναδικό προνόμιο των Ρωμαίου του 1^{ου} αιώνα μ.Χ. η δημιουργία και κατασκευή τέτοιου είδους κτιρίου (βιοκλιματικού).

Οι Αρχαίοι Ρωμαίοι όχι μόνο χρησιμοποιούσαν τα ανοίγματα για να κρατάνε την ηλιακή ενέργεια μέσα στα σπίτια τους. Επιπλέον αναλώθηκαν και στη δημιουργία και άλλων ειδών ηλιακών παγίδων ώστε τα φυτά τους να μεγαλώνουν γρήγορα. Για να παράγουν φρούτα και λαχανικά όλο το χρόνο, καθώς κατάφεραν να καλλιεργήσουν

εξωτικά φυτά μέσα στα κτίρια τους. Αφού τους το επέτρεπαν τα ηλιακά κέρδη από την κατάλληλη κατασκευή των κτιρίων.

Το ρωμαϊκό ηλιοκάμινο ή ηλιακός φούρνος όπως το ονομάζανε, ήταν μια ιδέα των Ρωμαίων που το χρησιμοποιούσαν για να περιγράψουν την νότια πλευρά των δωματίων τους.



Εικόνα 0-1 - Ρωμαϊκό Ηλιοκάμινο

Το συγκεκριμένα κτίρια γινόντουσαν πιο ζεστά το χειμώνα απ' ότι αυτά των Ελλήνων γιατί οι Ρωμαίοι κάλυπταν τα νότια ανοίγματά του με καθαρά υλικά όπως η μίκα και το γυαλί που ταξιδεύουν την ηλιακή ενέργεια μέσα στο δωμάτιο και αυξάνουν την θερμοκρασία μέσα σ' αυτό και έτσι το θερμαίνουν κατάλληλα.

Ο Leonardo da vinci (1515), Antoine la voisier (1700) ήταν κάποιοι από τους πρόδρομους της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής τα μετέπειτα χρόνια. Αλλά ο αγώνας που είχε την ουσιαστική εξέλιξη στον τομέα της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι ο 19^{ος} αιώνας. Τότε έχουμε και την δημιουργία του πρώτου ενεργητικού βιοκλιματικού σπιτιών (1939) από το Μ.Ι.Τ το οποίο είχε οροφή με κλίση 30°, το δάπεδο του ήταν μαύρο και με σωλήνες που διέρχονταν κάτω από το δάπεδο για να θερμαίνουν το νερό.

Επιστρέφοντας στην Ευρώπη του σήμερα ο βασικός καταναλωτής ενέργειας είναι τα κτίρια (περίπου στο 40%). Έτσι λοιπόν πρόσφατα, σχετικά, η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε την «2002/91/ΕΚ» οδηγία για τον έλεγχο και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Η Ελληνική πολιτεία συμμορφώθηκε με τις οδηγίες της ΕΕ με το νόμο 3661/08 και με τον «Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» τον Κ.Εν.Α.Κ.

Σκοπός λοιπόν αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη ενός νέου διωρόφου κτιρίου γραφείων στη Φοινικιά Ηρακλείου, με βάση τον παραπάνω κανονισμό, η ενεργειακή του κατάταξη με τη χρήση του προγράμματος της Ti-Soft (Epa Cad), η παρουσίαση βήμα προς βήμα της εισαγωγής των δεδομένων στο πρόγραμμα αλλά και η σύγκριση των τελικών αποτελεσμάτων με τη χρήση του αντίστοιχου προγράμματος της 4M (G-Cad).

Γενικά για τον Κ.Εν.Α.Κ.

Πριν δούμε το κτίριο και προχωρήσουμε στην παραμετροποίηση του προγράμματος, ας δούμε τα ουσιαστικά στοιχεία του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.

Ο Κ.Εν.Α.Κ. (ΦΕΚ 407/9.4.2010) είναι ο κανονισμός στον οποίο καθορίζονται οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές και απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και ριζικά ανακαινιζόμενων, καθώς και η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (ημί-σταθερής κατάστασης, μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 και των λοιπών σχετικών προτύπων).

Ουσιαστικά είναι μια διαδικασία ενεργειακής κατηγοριοποίησης ενός κτιρίου, συγκρινόμενο με ένα κτίριο αναφοράς, το οποίο πληρεί τις ελάχιστες απαιτούμενες προδιαγραφές που ορίζονται από τον κανονισμό, και αντικαθιστά τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων.

Πρέπει, λοιπόν, το εν λόγω κτίριο να πληρεί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές του άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας να είναι ίση ή μικρότερη από αυτή του κτιρίου αναφοράς, ή να διαθέτει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με αυτό, ως προς το κέλυφος και τις Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Έχοντας ολοκληρώσει τον υπολογισμό της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για το κτίριο, μπορούμε να το κατατάξουμε σε ενεργειακή κατηγορία, συγκρίνοντας την κατανάλωση ενέργειας με αυτή του κτιρίου αναφοράς, σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1 - Ενεργειακή Κατάταξη κτιρίου

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

Οι λεπτομέρειες του κανονισμού περιγράφονται σε 5 τεχνικές οδηγίες του ΤΕΕ (TOTEE) οι οποίες είναι οι εξής:

1. **TOTTE 20701-1/2010:** Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.
2. **TOTEE 20701-2/2010:** Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων.
3. **TOTEE 20701-3/2010:** Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών.
4. **TOTEE 20701-4/2010:** Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

5. **TOTEE 20701-5/2012:** Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού, θερμότητας και ψύξης: Εγκαταστάσεις σε κτίρια.

Παράλληλα για την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ εκδόθηκαν από το ΥΠΕΚΑ οι παρακάτω εγκύκλιοι:

- «Εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.)» οικ.1603/4.10.2010.
- «Διευκρινήσεις για την ορθή εφαρμογή του κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» οικ.2279/22.12.2010.
- Η 2266/05.01.2011, με επιπλέον διευκρινήσεις.
- «Διευκρινήσεις για την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ» οικ.2021/14.6.2012
- Καθώς και η εγκύκλιος της Συντονιστικής Επιτροπής Συμβολαιογραφικών Συλλόγων Ελλάδος, Οικ.22/22.01.2011.

Ας δούμε τώρα το γενικό τρόπο λειτουργίας που απαιτείται για τη μελέτη ενός κτιρίου με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ.

1.Κλιματικές Ζώνες

Καταρχάς θα πρέπει να αναφέρουμε ότι ο κανονισμός χωρίζει την Ελληνική Επικράτεια σε 4 πλέον κλιματικές ζώνες (και όχι 3 όπως γινόταν με τον Κ.Θ.Κ.), βάση των βαθμομερών θέρμανσης. Έτσι ανάλογα τη ζώνη στην οποία το εξεταζόμενο κτίριο βρίσκεται, αλλάζουν και οι ελάχιστοι συντελεστές θερμοπερατότητας, οι οποίοι πρέπει να ισχύουν. Φυσικά, όπως ίσχυε και στον Κ.Θ.Κ περιοχές που υπερβαίνουν ένα συγκεκριμένο υψόμετρο ,στην προκειμένη περίπτωση τα 500μ., εντάσσονται στην αμέσως ψυχρότερη κλιματική ζώνη.



Εικόνα 2 - Κλιματικές Ζώνες Ελληνικής Επικράτειας

2.Παραδοχές

Εξαιτίας της πολυπλοκότητας της μετάδοσης θερμότητας, καθίσταται αναγκαίο να γίνουν κάποιες παραδοχές όσον αφορά τους υπολογισμούς που ορίζονται από τον κανονισμό. Συγκεκριμένα: α) η μελέτη γίνεται για μονοδιάστατη ροή θερμότητας ($Q=AxUx\Delta\theta$), β) η μετάδοση θερμότητας είναι κάθετη προς το δομικό στοιχείο και γ) είναι ανεπηρέαστη από άλλες πηγές θερμότητας. Επίσης, δ) οι φυσικές ιδιότητες των υλικών θεωρούνται σταθερές, ανεξάρτητα της θερμοκρασίας ενώ ε) μελετούνται σαν ομογενή και ισότροπα υλικά σε τέλεια συναρμογή.

Η μεθοδολογία υπολογισμού θα πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον τα παρακάτω δεδομένα.

- Τη χρήση του κτηρίου, τις απαιτούμενες συνθήκες εσωτερικής άνεσης, τα χαρακτηριστικά λειτουργίας καθώς και τον αριθμό των χρηστών.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής στην οποία βρίσκεται το κτήριο.

- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείου του κελύφους, τον προσανατολισμό καθώς και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων.
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων και υλικών του κελύφους.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των Ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι για τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας εφαρμόζεται η ίδια μεθοδολογία, τόσο στο υπό μελέτη κτίριο, όσο και στο κτίριο αναφοράς.

3.Κέλυφος

Το πρώτο βήμα για τον σχεδιασμό και την κατασκευή ενός ενεργειακά αποδοτικού κτιρίου είναι ένα κτιριακό κέλυφος με ελάχιστες θερμικές απώλειες. Για την επίτευξη της ελαχιστοποίησης των θερμικών και ψυκτικών φορτίων κατά το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ υπάρχουν κάποιοι απλοί και συνάμα βασικοί κανόνες για τον σχεδιασμό και την κατασκευή του κελύφους του κτιρίου. Αρχικά θα πρέπει η τοποθέτηση του κτιρίου να είναι τέτοια που να επιτρέπει την μέγιστη εκμετάλλευση του μικροκλίματος του οικοπέδου βάση των ειδικών γεωμετρικών χαρακτηριστικών του. Περαιτέρω, μελετημένη, διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου, όπως φύτευση ψηλών δέντρων ή ακόμα και κοπή τους, μπορεί να έχει σημαντικά θετικά οφέλη.

Τα ανοίγματα του κτιρίου πρέπει να είναι σωστά και έξυπνα μελετημένα, ώστε να εξασφαλίζουν κατά το δυνατόν συνθήκες άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου, ανάλογα με τον χώρο χρήσης. Φυσικά και η χωροθέτηση των λειτουργιών του κτιρίου, θα πρέπει να γίνει με τρόπο τέτοιο ώστε να εξυπηρετούνται με φυσικούς τρόπους κατά ένα σημαντικό ποσοστό οι συνθήκες θερμικής άνεσης, φυσικού φωτισμού και αερισμού.

Θα πρέπει παράλληλα να γίνει εφαρμογή τουλάχιστον ενός από τα πολλά παθητικά ηλιακά συστήματα, να υπάρχει αρκετός φυσικός αερισμός, ενώ ταυτόχρονα το κέλυφος να είναι προστατευμένο από τον θερινό ήλιο, χωρίς όμως να θυσιάζεται ο φυσικός φωτισμός κατά την υπόλοιπη διάρκεια του έτους.

Φυσικά ο πιο σημαντικός παράγοντας για ένα αποδοτικό ενεργειακά κέλυφος είναι η σωστή επιλογή των δομικών του στοιχείων. Για κάθε δομικό στοιχείο που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή διαχωρίζει θερμικές ζώνες θα πρέπει να υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U-value. Αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού υπάρχει στην τεχνική οδηγία *Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων*.

3α.Αδιαφανή (σταθερά) Δομικά Στοιχεία

Για να υπολογιστεί ο Συντελεστής Θερμοπερατότητας “U” ενός δομικού στοιχείου θα πρέπει να εργαστούμε ως εξής. Αρχικά θα αποφασίσουμε τον τύπο του δομικού στοιχείου (τοίχος, υποστύλωμα κοκ) και θα ορίσουμε τα πάχη του, όπως αυτά φαίνονται στην αρχιτεκτονική μελέτη. Κατόπιν θα γίνει επιλογή των θερμομονωτικών υλικών και των τιμών του συντελεστή «λ» (συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας), οι οποίες μπορούν να βρεθούν είτε από τα τεχνικά φυλλάδια του κατασκευαστή είτε από πίνακες που υπάρχουν μέσα στον κανονισμό. Κατόπιν επιλέγουμε τις τιμές Ri & Ra (Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης, εσωτερικά και εξωτερικά, αντίστοιχα), καθώς και την τιμή Rδ, εφόσον υπάρχει στρώση αέρα στη διατομή του δομικού υλικού.

Χρησιμοποιώντας έτσι τη σχέση $\frac{1}{U} = R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_d + R_a$ θα υπολογίσουμε τον

συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου, ο οποίος πρέπει να είναι πάντα μικρότερος ή ίσος του μέγιστου επιτρεπόμενου από τον κανονισμό, για την κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτίριο, δηλ $U \leq U_{\max, \text{επιτρ.}}$. Στην περίπτωση που δεν πληρείται η παραπάνω προϋπόθεση θα πρέπει είτε να αυξήσουμε το πάχος του μονωτικού υλικού, είτε, αν αυτό δεν είναι εφικτό από την αρχιτεκτονική μελέτη, να επιλέξουμε ένα υλικό με καλύτερη τιμή του «λ».

Πίνακας 2 - Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας

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

Στις περιπτώσεις όπου κάποιο δομικό στοιχείο έρχεται σε επαφή ή είναι βυθισμένο στο έδαφος, εργαζόμαστε όπως παραπάνω και στην περίπτωση που έχουμε να κάνουμε με κατακόρυφο δομικό στοιχείο, επιλέγουμε από τον πίνακα το ισοδύναμο **U**, βάση του βάθους **z** στο έδαφος, ενώ όταν μελετάμε οριζόντιο δομικό στοιχείο, θα πρέπει να υπολογίσουμε τη «χαρακτηριστική διάσταση» **B'** της πλάκας χρησιμοποιώντας τον τύπο: $B' = 2A/\Pi$ και στη συνέχεια επιλέγουμε το ισοδύναμο **U'** βάση του **z** αλλά και του **B'**. Η διαδικασία αυτή θα επαναληφθεί για όλα τα δομικά στοιχεία του κτιρίου.



Εικόνα 3 - Στοιχείο σε έδαφος

3β. Διαφανή Στοιχεία (Ανοίγματα)

Εκτός από τα σταθερά δομικά στοιχεία υπάρχουν αυτά που ορίζονται ως διαφανή, τα οποία δεν είναι άλλα από τα κουφώματα. Και σε αυτά ο Κ.Εν.Α.Κ ορίζει τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή U_w ανάλογα με την κλιματική ζώνη. Για τον υπολογισμό μάλιστα του U_w υπάρχουν δύο τρόποι. Μπορεί να γίνει είτε με αναλυτικό υπολογισμό, χρησιμοποιώντας όλα τα επιμέρους τμήματα ενός κουφώματος είτε με αποδοχή της πιστοποιημένης τιμής του κατασκευαστή. Στη δεύτερη περίπτωση, είναι αναγκαίο να συνοποβληθεί και το σχετικό πιστοποιητικό από διαπιστευμένο εργαστήριο.

Φυσικά, και εδώ αν δεν πληρείται η σχέση $U_w \leq U_{\max, \text{επιτρ}}$ θα πρέπει είτε να αλλάξει ο τύπος του κουφώματος, είτε να αλλάξει το μέγεθός τους. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί και να επιβραβευτεί το γεγονός ότι ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός του κτιρίου είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με τον ενεργειακό του, επομένως ο αρχιτέκτονας του κτιρίου θα πρέπει να συνεργάζεται και να καθοδηγείται από τον μελετητή ο οποίος κάνει τη μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης.

3γ. Θερμογέφυρες

Ένας «νέος» πολύ σημαντικός παράγοντας που μπαίνει πλέον στους υπολογισμούς της θερμικής συμπεριφοράς ενός κτιρίου, ο οποίος έλειπε από τον προηγούμενο Κ.Θ.Κ. είναι οι **θερμογέφυρες**.

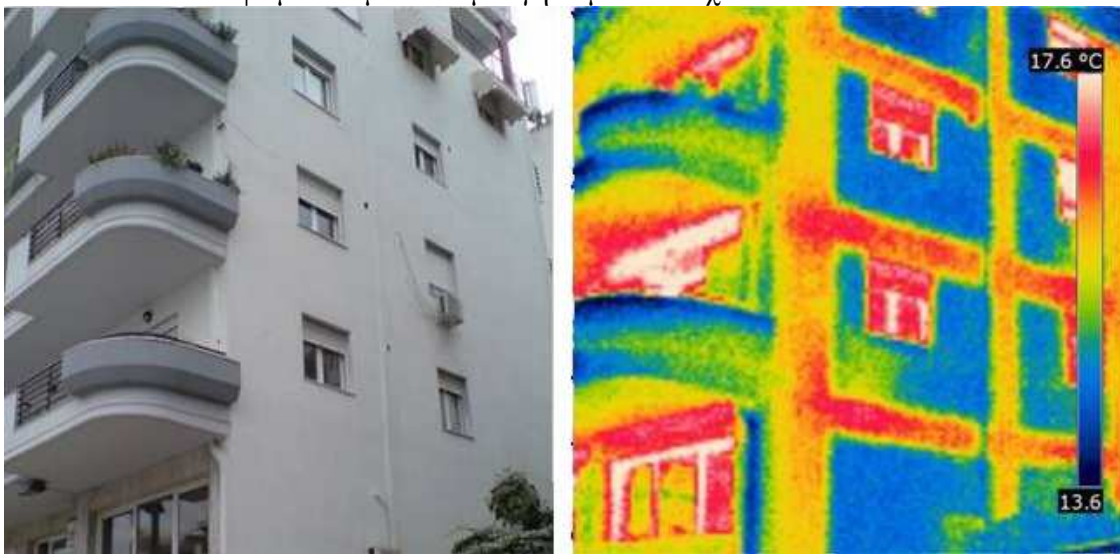
Ως θερμογέφυρα ορίζεται το τμήμα εκείνο του περιβλήματος του κτιρίου στο οποίο η θερμική αντίσταση εμφανίζεται μειωμένη συγκριτικά με αυτήν στο υπόλοιπο κέλυφος. Συνεπώς, στο σημείο που υπάρχει θερμογέφυρα, η θερμική ροή εμφανίζεται αυξημένη.

Ένα τυπικό κτίριο είναι γεμάτο θερμογέφυρες. Πλάκες εξωστών, λαμπάδες κουφωμάτων, ενώσεις φέροντος με μην φέρον οργανισμούς, σενάζια, γωνίες, διακοσμητικά στοιχεία ή απλά φθορά στο μονωτικό υλικό ή κακή εφαρμογή του είναι μερικές από τις αιτίες εμφάνισης θερμογέφυρας. Οποιαδήποτε, δλδ, διαδρομή μπορεί να ακολουθήσει η ροή θερμότητας, χωρίς να παρεμβάλετε μονωτικό υλικό, είναι θερμογέφυρα.

Οι Θερμογέφυρες χωρίζονται σε δυο κατηγορίες. Τις σημειακές, τις οποίες δεν τις λαμβάνουμε υπόψη, αφού πρακτικά είναι αμελητέες και τις γραμμικές οι οποίες παίζουν καθοριστικό ρόλο στη θερμική αντίσταση του κελύφους. Οι γραμμικές θερμογέφυρες ορίζονται από το γινόμενο $\Psi \cdot l$ (W/K), όπου «Ψ» είναι ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατοτητας (W/m*K) και «l» το μήκος της θερμογέφυρας.

Με τη σειρά τους οι γραμμικές θερμογέφυρες διακρίνονται σε:

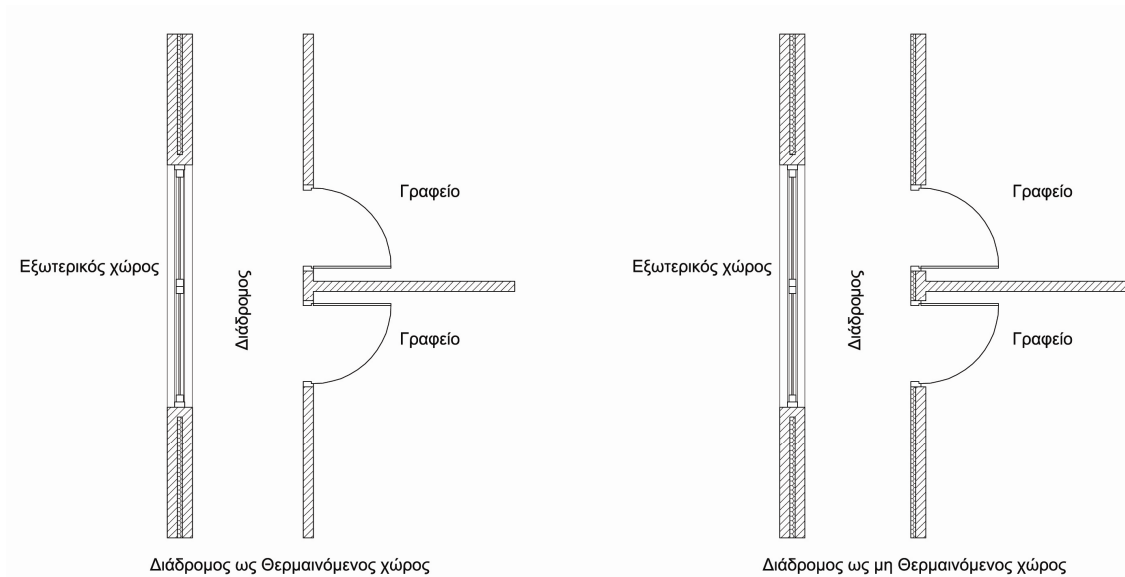
1. Κατακόρυφες θερμογέφυρες και εντοπίζονται στη συναρμογή των κατακόρυφων δομικών στοιχείων
2. Οριζόντιες θερμογέφυρες και εντοπίζονται στη συναρμογή οριζοντίων δομικών στοιχείων με κατακόρυφα.
3. Θερμογέφυρες κουφωμάτων που εντοπίζονται στη συναρμογή των κουφωμάτων με τα συμπαγή δομικά στοιχεία.



Εικόνα 4 - Θερμογέφυρες

3δ. Θερμαινόμενος Όγκος

Έχοντας ορίσει όλα τα σταθερά και διάφανα δομικά στοιχεία του κτιρίου, καθώς και τις θερμογέφυρες του κελύφους του, θα πρέπει να γίνει ο προσδιορισμός του θερμαινόμενου όγκου. Φυσικά, θα θεωρήσουμε ως θερμαινόμενο όγκο του κτιρίου τα τμήματα εκείνα στα οποία γίνεται η κύρια χρήση (διαμερίσματα, γραφεία, καταστήματα κοκ). Το ερώτημα που τίθεται όμως είναι τι γίνεται με τους κοινόχρηστους χώρους όπως διαδρόμους, κλιμακοστάσια και απολήξεις αυτών. Αυτούς μπορούμε να τους θεωρήσουμε και ως θερμαινόμενους και ως μη θερμαινόμενους. Η λεπτομέρεια που πρέπει να δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή είναι ότι στην πρώτη περίπτωση (θερμαινόμενοι) η μόνωση θα τοποθετηθεί εξωτερικά αυτών, στο κέλυφος δλδ του κτιρίου. Στη δεύτερη περίπτωση (μη θερμαινόμενοι), η τοποθέτηση της μόνωσης θα πρέπει να γίνει στην ενδιάμεση τοιχοποιία των κοινόχρηστων με τους χώρους κυρίας χρήσης. Τέλος, θα πρέπει να δοθεί προσοχή και στη μόνωση της πλάκας του Ισογείου (Οροφή Υπογείου), όταν υφίσταται μη θερμαινόμενο υπόγειο, κάτι που δεν γινόταν στον προηγούμενο Κ.Θ.Κ.



Εικόνα 5 - Κοινόχρηστοι χώροι

Έχοντας καταλήξει σε όλα τα παραπάνω και αθροίζοντας τους Συντελεστές Μεταφοράς Θερμότητας με το άθροισμα των θερμογεφυρών και διαιρώντας το άθροισμα με την περιμετρική επιφάνεια του κτιρίου θα πάρουμε το U_m (W/m^2K), ο οποίος θα πρέπει και σε αυτήν την περίπτωση να πληρεί την σχέση $U_m \leq U_{m,επιτρ}$. Στην περίπτωση που δεν καλύπτεται αυτή η προϋπόθεση θα πρέπει να γίνουν αλλαγές όπως περιγράφηκαν στις παραπάνω παραγράφους, ακόμα και αν οι επιμέρους συντελεστές είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

4.Εγκαταστάσεις Η/Μ

Στις παραπάνω παραγράφους γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση του τρόπου με τον οποίο ο Κ.Εν.Α.Κ. «μελετά» τις απώλειες θερμικού ή ψυκτικού φορτίου. Πρέπει, όμως, να γίνει κατανοητό ότι μια καλή μόνωση είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο, δεν μπορεί, όμως, από μόνη της να σηκώσει το βάρος των απαιτήσεων ενός, σύγχρονου, ενεργειακά αποδοτικού κτιρίου. Μια καλή θερμομονωτική επάρκεια, έρχεται να ολοκληρώσει ένα σωστά μελετημένο και ρυθμισμένο σύστημα Ηλεκτρομηχανολογικών Εγκαταστάσεων. Με τον όρο Η/Μ εννοούμε τα συστήματα Θέρμανσης, Ψύξης, Ζεστού Νερού Χρήσης, Φωτισμού καθώς και όλου του υπόλοιπου εξοπλισμού του κτιρίου.

Κατά τον σχεδιασμό των Η/Μ θα πρέπει να δοθεί προσοχή στο είδος του κτιρίου, καθώς διαφορετικές απαιτήσεις θα έχει μια κατοικία με ένα κτίριο του τριτογενούς τομέα (διαφορετικά φορτία, ωράρια λειτουργίας κ.ο.κ), αλλά και τη θέση του κτιρίου ώστε να αξιοποιηθούν στο έπακρο τα κλιματικά δεδομένα της εκάστοτε περιοχής, ο προσανατολισμός του κτιρίου, η σκίαση από γειτονικά κτίρια ή από φυσικά εμπόδια καθώς θα μπορεί να αξιοποιηθεί η δυνατότητα φυσικού φωτισμού, αερισμού, δροσισμού ή και, σε ορισμένες περιπτώσεις, θέρμανσης.

Φυσικά, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν βασικά συστήματα τελευταίας τεχνολογίας, χαμηλής κατανάλωσης και υψηλής απόδοσης, τα οποία να υποστηρίζονται από τελευταίας τεχνολογίας συστήματα ελέγχου και διανομής, τα οποία θα βοηθήσουν στην πλήρη εκμετάλλευση των βασικών συστημάτων. Τέλος δεν θα μπορούσε να περάσει απαρατήρητο το γεγονός ότι ο τεχνολογικός τομέας κάνει στροφή προς τις

εναλλακτικές μορφές ενέργειας, με αποτέλεσμα μορφές ενέργειας όπως η ηλιακή και η γεωθερμία να έρχονται πλέον και στο «οικιακό» προσκήνιο, με συστήματα, όπως τα φωτοβολταϊκά και οι αντλίες θερμότητας.

4α.Σύστημα Θέρμανσης

Ας δούμε, τώρα τα βασικά Ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα ενός κτιρίου. Το βασικότερο, όλων, είναι ίσως το σύστημα θέρμανσης. Σκοπός του είναι να αντισταθμίζει τα ποσά θερμότητας, τα οποία διαφεύγουν μέσω του κελύφους, ώστε να διατηρείται η εσωτερική θερμοκρασία στα επίπεδα τα οποία οι χρήστες ορίζουν. Ένα σύστημα θέρμανσης μπορεί να αποτελείται από λέβητες θερμού νερού πετρελαίου, φυσικού αερίου, βιομάζας κ.ο.κ. που μεταφέρουν τη θερμική τους ισχύ σε θερμαντικά σώματα, αλλά και από αντλίες θερμότητας νερού ή άμεσης εξάτμισης. Συστήματα τηλεθέρμανσης, επίσης εμφανίζονται στα ελληνικά κτίρια, αλλά όπως είναι λογικά περιορίζονται σε περιοχές κοντά σε μεγάλες βιομηχανικές μονάδες.

Η επιλογή του είδους του συστήματος θέρμανσης έχει να κάνει με πολλούς παράγοντες, κυρίως οικονομικούς και γεωγραφικούς. Για παράδειγμα, ένας χρήστης της Αθήνας ή της Θεσσαλονίκης θα επιλέξει τη λύση του φυσικού αερίου, εξαιτίας του χαμηλού κόστους του συγκριτικά με το πετρέλαιο θέρμανσης και της υψηλής απόδοσης του. Ένα κτίριο σε μια αραιοκατοικημένης περιοχής της Ελλάδος δύναται να θερμανθεί με τη χρήση καυστήρα Pellet, , εφόσον έχει τον απαραίτητο χώρο για την αποθήκευση του. Τέλος, ένας χρήστης της Νότιας ή της Νησιωτικής Ελλάδας, θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει αντλίες θερμότητας μιας και ο χειμώνας στις περιοχές αυτές έχει πιο ήπια χαρακτηριστικά.

Εκτός από τον τύπο, μια άλλη πολύ σημαντική παράμετρος είναι η διαστασιολόγηση του εκάστοτε συστήματος. Συνήθως τα συστήματα θέρμανσης επιλέγονται έτσι ώστε να καλύπτουν τις απώλειες του κτιρίου στις δυσμενέστερες κλιματολογικές συνθήκες. Κάτι τέτοιο, όμως, σημαίνει ότι τις περισσότερες ώρες λειτουργίας του το σύστημα θα υπολειτουργεί με αποτέλεσμα να μειώνεται ο πραγματικός βαθμός απόδοσης. Μια λύση στο πρόβλημα αυτό είναι η χρήση πολυβάθμιων λεβήτων ή ακόμα και η χρήση δυο, ή περισσότερων λεβήτων, ώστε να καλύπτονται και τα μερικά φορτία με όσον το δυνατόν μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης. Πάντως ο Κ.Εν.Α.Κ δίνει αρκετή βαρύτητα στο θέμα της υπερδιαστασιολόγησης των συστημάτων θέρμανσης, φαινόμενο που είχε γίνει της «μόδας» τις προηγούμενες δεκαετίες και που οδήγησε τελικά σε αύξηση της κατανάλωσης.

Τα ελάχιστα βασικά χαρακτηριστικά για το κτίριο αναφορά είναι τα ακόλουθα. Θεωρούμε πως διαθέτει **κεντρικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου**, σε λειτουργία υψηλής θερμοκρασίας. στον πίνακα 3 ορίζεται η απόδοση του συστήματος λέβητα - καυστήρα, ανάλογα με την ονομαστική ισχύ της μονάδας, ενώ διαθέτει θερμοστατικό έλεγχο της θερμοκρασίας για κάθε θερμική ζώνη, καθώς και σύστημα αντιστάθμισης.

Πίνακας 3 - Θερμική απόδοση συστήματος λέβητα - καυστήρα

Θερμική απόδοση (%) λέβητα - καυστήρα σε ονομαστική ισχύ P _n , και μέση θερμοκρασία νερού του λέβητα 70°C για το κτήριο αναφοράς							
Ονομαστική ισχύς (kW)	4 έως 25	>25 έως 50	>50 έως 100	>100 έως 200	>200 έως 300	>300 έως 400	> 400
Απόδοση λέβητα - καυστήρα	91,9	92,5	93,0	93,4	93,8	94,1	94,4

Στην περίπτωση που το εξεταζόμενο κτίριο διαθέτει σύστημα διαφορετικό από αυτό του κτιρίου αναφοράς διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις.

Σε περίπτωση που το κτίριο δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης ή διαθέτει οποιοδήποτε άλλο σύστημα θέρμανσης εκτός από κεντρικό λέβητα, τηλεθέρμανση ή αντλίες θερμότητας, θεωρούμε ότι θερμαίνεται όπως ακριβώς και το κτίριο αναφοράς, με απόδοση του συστήματος λέβητα - καυστήρα 93,5%.

Όταν το υπό εξέταση κτίριο χρησιμοποιεί για τη θέρμανσης του αντλίες θερμότητας, τότε θεωρούμε ότι και το κτίριο αναφοράς διαθέτει τοπικά συστήματα με συντελεστή συμπεριφοράς COP=3.2 για αερόψυκτα συστήματα και COP=4,3 για υδρόψυκτα, καθώς χρήση αντλίας θερμότητας με χαμηλότερο συντελεστή από αυτό είναι λιγότερο αποδοτική, από τη χρήση συστήματος λέβητα. Για τις περιπτώσεις που το κτίριο χρησιμοποιεί αντλίες θερμότητας άλλου τύπου (π.χ. γεωθερμικές), θεωρούμε ότι και το κτίριο αναφοράς διαθέτει αντλία θερμότητας με COP=3.5.

Εννοείται πως όταν το κτίριο διαθέτει περισσότερα του ενός συστήματα θέρμανσης, τότε και το κτίριο αναφοράς θεωρείται πως διαθέτει τα αντίστοιχα συστήματα σε επίπεδο κτιρίου ή θερμικής ζώνης, με χαρακτηριστικά που ορίζονται από τις παραπάνω παραγράφους.

Στις παραγράφους 4.1.2.1 έως 4.1.2.7 της TOTEE 20701-1 παρέχονται αναλυτικές οδηγίες για τον καθορισμό του βαθμού απόδοσης ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο σύστημα, δηλαδή για σύστημα λέβητα - καυστήρα, αντλιών θερμότητας, ηλεκτρικών μονάδων, μονάδων τηλεθέρμανσης, μονάδες με σύνδεση Σ.Η.Θ., τοπικών μονάδων αερίων καυσίμων και ανοικτών εστιών καύσης.

4β. Σύστημα Ψύξης

Ένα άλλο σύστημα που συναντάτε πολύ συχνά στα ελληνικά κτίρια είναι το σύστημα ψύξης, το οποίο κρίνεται απαραίτητο για το μεγαλύτερο μέρος του ελλαδικού χώρου, εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών, ιδιαίτερα τους θερινούς μήνες. Συνήθως, χρησιμοποιούνται ψύκτες ή αντλίες θερμότητας ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ η χρήση τοπικών συστημάτων αντλιών θερμότητας, άμεσης εξάτμισης και μικρής ψυκτικής ικανότητας είναι συνηθισμένη στα οικιακά κτίρια. Ότι αναφέρθηκε για την υπερδιαστασιολόγηση των συστημάτων θέρμανσης ισχύει και στην περίπτωση των ψυκτικών συστημάτων. Εδώ, όμως, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο γεγονός ότι ο βαθμός απόδοσης των μονάδων δεν είναι ανεξάρτητος της εξωτερικής θερμοκρασίας. Ο κατασκευαστής είναι υποχρεωμένος να δίνει το βαθμό απόδοσης βάση της εξωτερικής θερμοκρασίας. Το γεγονός αυτό είναι πολύ σημαντικό για την επιλογή της κατάλληλης μονάδας, ανάλογα, όχι μόνο με τα φορτία που καλείται να ανταπεξέλθει, αλλά και με τα τοπικά κλιματολογικά χαρακτηριστικά.

Περαιτέρω βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης είναι εφικτή με τη χρήση ανεμιστήρων οροφής, λόγω της κυκλοφορίας του εσωτερικού αέρα την οποία

δημιουργούν. Με τη χρήση τους είναι δυνατές ρυθμίσεις έως και 3°C υψηλότερα, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση του συστήματος ψύξης. Οι ανεμιστήρες οροφής λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς του ψυκτικού φορτίου, όταν καλύπτουν τουλάχιστον το 50% της επιφάνειας του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης με βάση τον πίνακα 4.

Πίνακας 4 - Προσαύξηση εσωτερικής θερμοκρασίας, ανάλογα με το ποσοστό κάλυψης από ανεμιστήρες οροφής.

Ποσοστό κτηρίου ή θερμικής ζώνης [%]	50	60	70	80	90	100
Προσαύξηση θερμοκρασίας [°C]	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

Και για την περίπτωση των συστημάτων ψύξης ο Κ.Εν.Α.Κ καθορίζει τα ελάχιστα τεχνικά χαρακτηριστικά για το κτίριο αναφοράς. Για την περίπτωση των κτιρίων κατοικίας ο κανονισμός ορίζει πως το κτήριο αναφοράς διαθέτει **τοπικές μονάδες άμεσης εξάτμισης** για την κάλυψη μέρους των χώρων της κατοικίας. Οι μονάδες αυτές έχουν βαθμό ενεργειακής απόδοσης EER=3,0, διαστασιολογούνται σύμφωνα με τις σχετικές TOTEE και θεωρείται ότι καταναλώνουν το 50% της ενέργειας σε σχέση με την κατανάλωση για την καθαρή συνολική επιφάνεια του κτιρίου.

Στην περίπτωση που το κτίριο ανήκει στον τριτογενή τομέα, τότε ο Κ.Εν.Α.Κ. ορίζει πως το κτίριο αναφοράς διαθέτει **τοπικές ή και κεντρικές μονάδες ψύξης** για την κάλυψη, όμως, της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου. Σε αυτή την περίπτωση ο βαθμός απόδοσης λαμβάνεται ίσος με 2,8 (EER=2.8), όταν το κτίριο που μελετάται διαθέτει τοπικές ή κεντρικές αερόψυκτες μονάδες και EER=3,8 όταν διαθέτει υδρόψυκτες μονάδες. Στην περίπτωση που γίνεται χρήση άλλου συστήματος ψύξης, τότε για το κτίριο αναφοράς θεωρούμε ότι διαθέτει αντλία θερμότητας με EER=3.0.

Όταν το υπό εξέταση κτίριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης για το σύνολο των επιφανειών του ή δεν διαθέτει καθόλου, τότε θεωρούμε ότι το κτίριο αναφοράς είναι εφοδιασμένο με αερόψυκτες μονάδες παραγωγής ψύξης με EER=2.8.

Τέλος όταν ένα κτίριο κατοικίας ή κτίριο του τριτογενή τομέα διαθέτει παραπάνω του ενός συστήματος για την ψύξη του, τότε το κτίριο αναφοράς θεωρείται ότι διαθέτει και αυτό τα αντίστοιχα συστήματα, λαμβάνοντας υπόψη τις προηγούμενες παραγράφους για την διαστασιολόγησή τους.

Στις παραγράφους 4.2.2.1 και 4.2.2.2 της TOTEE 20701-1 γίνεται αναλυτική παρουσίαση του τρόπου υπολογισμού του βαθμού απόδοσης αντλιών θερμότητας και ψυκτών καθώς και των αντλιών θερμότητας απορρόφησης και προσρόφησης.

4γ.Σύστημα Κλιματισμού - Κ.Κ.Μ

Με τον όρο «κλιματισμό» εκτός από τη θέρμανση και την ψύξη, εννοούμε και την παροχή νωπού αέρα (αερισμός) και τη διατήρηση των επιπέδων υγρασίας στα επιθυμητά όρια. Στα οικιακά κτίρια εφαρμόζεται, συνήθως, φυσικός αερισμός (διείσδυση από χαραμάδες, χρήση κουφωμάτων κ.α.). Φυσικά, αν ένας ιδιοκτήτης αποφασίσει την εγκατάσταση συστήματος παροχής νωπού αέρα, τότε το σύστημα θα πρέπει να διαστασιολογηθεί κανονικά, ακόμα και αν το κτίριο αναφοράς δεν φέρει τέτοιο. Στα κτίρια του τριτογενή τομέα, όμως, η χρήση συστημάτων μηχανικού αερισμού είναι αναγκαία. Όλα τα παραπάνω μπορούν να πραγματοποιηθούν με την εγκατάσταση Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδας. Τέτοια συστήματα, όμως, χρησιμοποιούνται σε

κτίρια του τριτογενή τομέα και σπανιότερα σε κτίρια που προορίζονται για οικιακή χρήση, εξαιτίας, κυρίως του όγκου εγκατάστασής τους.

Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων για την κάλυψη των φορτίων από ΚΚΜ ισχύουν τα παρακάτω.

Οι ΚΚΜ καλύπτουν μόνο τα φορτία του απαιτούμενου νωπού αέρα, όταν λειτουργούν σε ένα κτίριο παράλληλα με άλλες τερματικές μονάδες. Δηλαδή λειτουργούν σαν μονάδες προ-κλιματισμού.

Οι ΚΚΜ καλύπτουν όλα τα απαιτούμενα θερμικά και ψυκτικά φορτία, από τον απαιτούμενο νωπό αέρα, τις απώλειες του κτιριακού κελύφους κλπ.

Σε περίπτωση ΚΚΜ μεταβλητής παροχής αέρα ή με δυνατότητα ρύθμισης της θερμοκρασίας του αέρα προσαγωγής η μείωση της κατανάλωσης θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας κατά του ζ υπολογισμού λαμβάνεται υπόψη στον καθορισμό των διατάξεων αυτόματου ελέγχου.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης χρησιμοποιούνται τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά.

Στην πράξη η θερμοκρασία προσαγωγής του αέρα ρυθμίζεται τουλάχιστον 3°C υψηλότερα από την επιθυμητή θερμοκρασία θέρμανσης, όμως στο υπό μελέτη κτίριο καθώς και στο κτίριο αναφοράς η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής λαμβάνεται ίση με την επιθυμητή θερμοκρασία θέρμανσης του χώρου. Στην περίπτωση που η ΚΚΜ δεν διαθέτει διατάξεις αυτόματου ελέγχου, τότε η κατανάλωση θερμικής ενέργειας αυξάνεται βάση της παραγράφου 5.2 της TOTEE 20701-1.

Αντίστοιχα, στην πράξη, η θερμοκρασία του αέρα προσαγωγής για ψύξη ρυθμίζεται τουλάχιστον 3°C χαμηλότερα από την επιθυμητή. Στο υπό μελέτη κτίριο, όμως, όπως και στο κτίριο αναφοράς, η θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα ψύξης από την ΚΚΜ λαμβάνεται ίση με την επιθυμητή θερμοκρασία ψύξης του χώρου. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν συστήματα αυτόματου ελέγχου η κατανάλωση ενέργειας αυξάνεται όπως ορίζεται στην παράγραφο 5.2 της TOTEE 20701-1.

Ως παροχή κλιματιζόμενου αέρα, καθώς και ως ποσοστό νωπού αέρα από την ΚΚΜ λαμβάνεται αυτή που αναγράφεται στις προδιαγραφές λειτουργίας της μονάδας ή αυτή που μετράτε, όταν πρόκειται για επιθεώρηση. Το κτίριο αναφοράς λαμβάνει τις ελάχιστες απαιτήσεις, όπως αυτές καθορίζονται στην παράγραφο 2 της TOTEE 20701-1.

Σε ότι αφορά τον βαθμό απόδοσης του εναλλάκτη θερμότητας, στην περίπτωση που γίνεται ανάκτηση θερμότητας με μερική ανακυκλοφορία του αέρα (συνήθης λειτουργία των ΚΚΜ) γίνεται χρήση ενός λειτουργικού συντελεστή ανάκτησης θερμότητας (n_{he_total}) που υπολογίζεται ανάλογα με το ποσοστό ανακυκλοφορίας του αέρα απαγωγής R και το βαθμό απόδοσης του εναλλάκτη n_{he} , βάση της σχέσης:
 $n_{he_total}=R+n_{he}(1-R)$.

Ένα άλλο στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς είναι η ειδική υγρασία καθώς και η απόδοση του συστήματος ανάκτησης υγρασίας. Η ειδική υγρασία υπολογίζεται από το ψυχομετρικό διάγραμμα με βάση την επιθυμητή σχετική υγρασία και τη θερμοκρασία θέρμανσης του χώρου και έχει να κάνει με τη μελέτη σχεδιασμού της μονάδας. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει μελέτη η ειδική υγρασία προσαγόμενου αέρα από την ΚΚΜ λαμβάνεται ίση με 7 (g/Kg). Αν δεν υφίσταται ανάκτηση υγρασίας η απόδοση του συστήματος ανάκτησης υγρασίας λαμβάνει την τιμή 0.

Γνωστή θα πρέπει να είναι και η ειδική ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα σε $\text{KW/m}^3/\text{sec}$. Κάποιες ενδεικτικές τιμές για απλές ΚΚΜ είναι από 0,5 έως $2,5\text{KW/m}^3/\text{sec}$ και από 2,5 έως $6,5\text{KW/m}^3/\text{sec}$ για σύνθετες μονάδες που διαθέτουν εναλλάκτες και πολυβάθμια φίλτρα.

Τέλος, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό και η αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, εξαιτίας της ροής του δια μέσου του ανεμιστήρα ή των φίλτρων. Σημαντικό ρόλο σε αυτή παίζει η θέση του κινητήρα στη ροή του αέρα, ενώ καθορίζεται αύξηση της θερμοκρασίας $\Delta T=1\text{K}$. Ενώ δεν θα πρέπει να παραληφθεί και ο χρόνος λειτουργίας της μονάδας που εξαρτάται από το είδος και το ωράριο του κτιρίου.

4δ.Σύστημα Διανομής

Αποσκοπώντας στη μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας, κατά το σχεδιασμό θα πρέπει να προβλέπεται η διέλευση των δικτύων διανομής από θερμικά προστατευμένους χώρους και να αποφεύγεται η διέλευση από εξωτερικούς χώρους. Στην περίπτωση που αυτό δεν είναι εφικτό, τότε θα πρέπει να γίνει χρήση ικανής θερμομόνωσης των δικτύων διανομής και των αεραγωγών.

Ιδιαίτερα για τις εγκαταστάσεις που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους ορίζεται ότι θα πρέπει να είναι μονωμένοι με μονωτικό υλικό πάχους τουλάχιστον 19mm για δίκτυα θέρμανσης και ψύξης και τουλάχιστον 13mm για δίκτυα ΖΝΧ. Το μονωτικό υλικό θα πρέπει να έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040\text{W/m}\cdot\text{K}$ για θερμοκρασία 20°C . Για τους αεραγωγούς οι οποίοι έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα θα πρέπει να διαθέτουν στρώμα μονωτικού υλικού πάχους τουλάχιστον 40 mm ενώ όταν διέρχονται από το εσωτερικό του κτιρίου τουλάχιστον 30mm με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040\text{W/m}\cdot\text{K}$.

Και για τις δύο περιπτώσεις θα πρέπει να προβλεφθεί σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων ή άλλο ισοδύναμο σύστημα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας υπό μερικό φορτίο.

4ε.Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης

Ένα ακόμα σύστημα το οποίο δεν αφήνεται στη «διάθεση» του εγκαταστάτη, αλλά υπολογίζεται από τον κανονισμό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων είναι αυτό του Ζεστού Νερού Χρήσης (ΖΝΧ). Μάλιστα, στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. καθίσταται υποχρεωτική η κάλυψη μεγάλου μέρους των αναγκών σε ΖΝΧ από ηλιοθερμικά συστήματα. Για το κτίριο αναφοράς καθορίζεται ότι καλύπτει τις ανάγκες του για ΖΝΧ μέσω του κεντρικού λέβητα θέρμανσης ή ακόμα και αυτόνομου λέβητα, πιστοποιημένου, όπως ισχύει και για τη θέρμανση, συνδυάζοντας τον σε τριβάθμια συστήματα με παράλληλη χρήση ηλιακών συλλεκτών και ηλεκτρικής αντίστασης ως εφεδρεία. Το ποσοστό μάλιστα του ηλιακού μεριδίου καθορίζεται σε τουλάχιστον 15% για τις ετήσιες ανάγκες σε ζεστό νερό.

Σε κτίρια του τριτογενούς τομέας με περιορισμένη κατανάλωση ΖΝΧ ($<10\text{lt}/\text{άτομο}/\text{ημέρα}$) μπορεί να γίνει χρήση ταχυθερμοσίφωνα ηλεκτρικού ή αερίου (εάν αυτό είναι διαθέσιμο). Το μήκος των σωληνώσεων δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 6m. Στην περίπτωση που οι απαιτούμενοι ηλιακοί συλλέκτες δεν μπορούν να τοποθετηθούν, πρέπει να τεκμηριωθεί ο λόγος (π.χ. έλλειψη ελεύθερου μη σκιασμένου χώρου στο δώμα).

4στ.Σύστημα Φωτισμού

Πρέπει να αναφερθεί ότι πλέον υπολογίζεται και η κατανάλωση ενέργειας από τον φωτισμό, τουλάχιστον για τα κτίρια του τριτογενούς τομέα, ενώ για τα κτίρια κατοικίας τα φορτία για το φωτισμό λαμβάνονται υπόψη ως εσωτερικά κέρδη στον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων του κτιρίου. Για τα συστήματα φωτισμού στα κτίρια του τριτογενούς τομέα καθορίζεται στο κτίριο αναφοράς η φωτεινή δραστηριότητα του κτιρίου σε 55 lm/W. Για επιφάνειες μεγαλύτερες των 15τ.μ. ο φωτισμός θα πρέπει να ελέγχεται αυτόνομα από ξεχωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό θα πρέπει να εξασφαλίζεται και η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των φωτιστικών. Στους μη θερμαινόμενους χώρους δεν θα λαμβάνεται υπόψη η κατανάλωση ενέργειας για τον φωτισμό.

Κατά την παραμετροποίηση των στοιχείων του φωτισμού θα πρέπει να είναι γνωστά η εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών σε Watt, Η φωτεινή δραστηριότητα (lm/w) των λαμπτήρων, τα συστήματα ελέγχου λειτουργίας του φωτισμού, το ποσοστό του χώρου που λαμβάνεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού, η δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού σε ένα χώρο και η απαίτηση για τεχνητό φωτισμό.

Μια πολύ σημαντική λεπτομέρεια που πρέπει να ληφθεί υπόψη, κατά την παραμετροποίηση του Κ.Εν.Α.Κ είναι ότι εάν το εξεταζόμενο κτίριο δεν φέρει κάποιο από τα παραπάνω συστήματα, ή κάποιο από αυτά που φέρει το κτίριο αναφοράς, θα θεωρήσουμε ότι έχει σύστημα όμοιο με αυτό του κτιρίου αναφοράς.

5.Θερμικές Ζώνες

Είναι συχνό το φαινόμενο, ένα κτίριο να εξυπηρετεί παραπάνω από μια χρήσεις. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να χωριστεί σε τμήματα, τις λεγόμενες «θερμικές ζώνες». Με τη διαφοροποίηση αυτή, μπορούν να μελετηθούν τα διαφορετικά τμήματα του κτιρίου, αναλυτικά, ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις ιδιαιτερότητες τους. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ σε θερμικές ζώνες πρέπει να χωρίζεται ένα κτίριο όταν:

- Ανάμεσα στους χώρους του κτιρίου υπάρχει θερμοκρασιακή διαφορά 4 βαθμών θερμοκρασίας.
- Υπάρχουν διαφορετικής χρήσης χώροι.
- Κάποιος χώρος εξυπηρετείται από ένα διαφορετικό Η/Μ σύστημα.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες συναλλαγές ενέργειας, συγκριτικά με το υπόλοιπο κτίριο.
- Υπάρχουν χώροι, στους οποίους το σύστημα αερισμού καλύπτει λιγότερο του 80% της επιφάνειας του κτιρίου.

Στην περίπτωση που κάποιο τμήμα εντάσσεται σε κάποια από τις παραπάνω περιπτώσεις, αλλά ο όγκος του είναι μικρότερος του 10% του συνολικού όγκου του κτιρίου, τότε το τμήμα αυτό εντάσσεται σε άλλη θερμική ζώνη με παρόμοια χαρακτηριστικά και δεν αποτελεί μια αυτόνομη θερμική ζώνη.

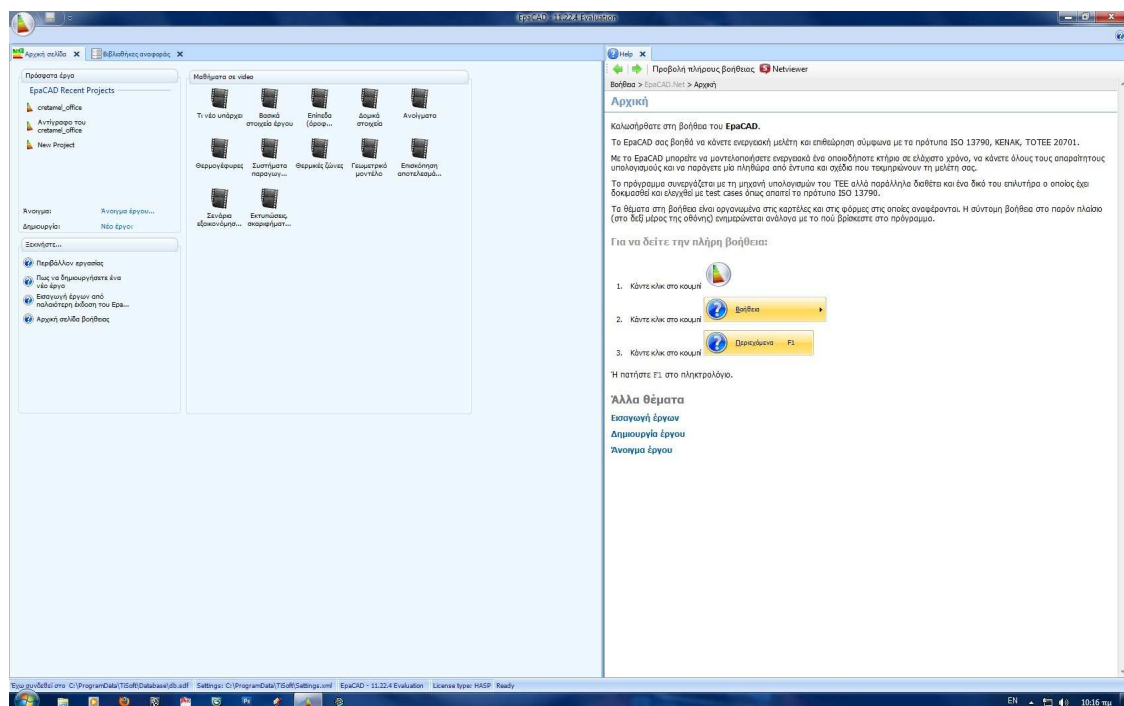
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ

Το Πρόγραμμα που θα χρησιμοποιήσουμε για την μελέτη του κτιρίου Γραφείων θα είναι το EraCad της εταιρίας TiSoft. Πρόκειται για ένα πρόγραμμα με ευχάριστο και φιλικό περιβάλλον που με συνδυασμό με την αναλυτική βοήθειά του κάνουν σχετικά εύκολη την διαδικασία παραμετροποίησης.

Εμείς θα προσπαθήσουμε να δείξουμε όλα τα βήματα, αναλυτικά, έτσι ώστε η διαδικασία να γίνει ακόμα πιο απλή, ειδικά για τον χρήστη που δεν έχει γνώσεις παρόμοιων προγραμμάτων. Στις εικόνες που θα ακολουθήσουν θα δούμε όλες τις απαραίτητες καρτέλες του προγράμματος ώστε για ένα κτίριο με παρόμοια, ή και όχι, χαρακτηριστικά να εκπονηθεί εύκολα και γρήγορα η μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης.

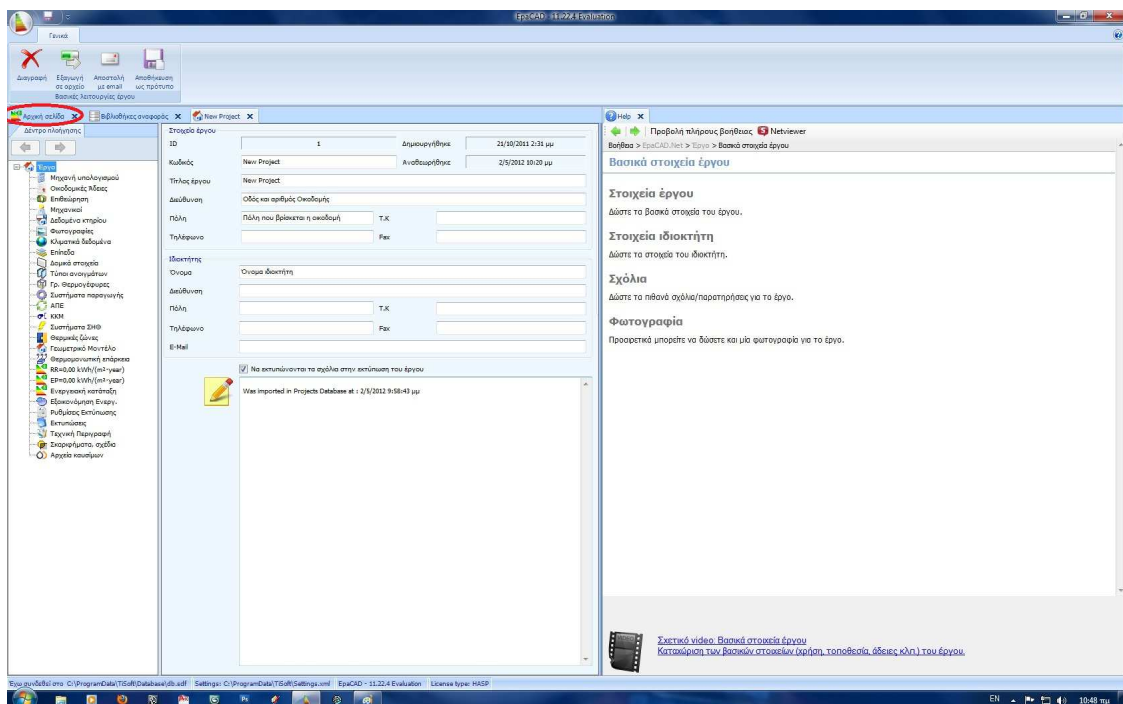
1.Γενικά Στοιχεία

Εδώ βλέπουμε την αρχική καρτέλα που προγράμματος. Επάνω αριστερά βλέπουμε τις μελέτες που έχουν ήδη εκπονηθεί ή βρίσκονται σε εξέλιξη, καθώς και την επιλογή "**Νέο Project**", για να ξεκινήσουμε μια νέα μελέτη. Ακριβώς από κάτω υπάρχουν κάποια θέματα βοήθειας και στο κέντρο της καρτέλας υπάρχουν τα διαθέσιμα video της εταιρίας για την εκμάθηση του προγράμματος. Τέλος, στα δεξιά της καρτέλας υπάρχει η βοήθεια, η οποία είναι διαθέσιμη σε όλες τις καρτέλες που θα ακολουθήσουν, αλλά που μπορεί να είναι κλειστή για εξοικονόμηση χώρου στην οθόνη.



Εικόνα 6- Αρχική Σελίδα

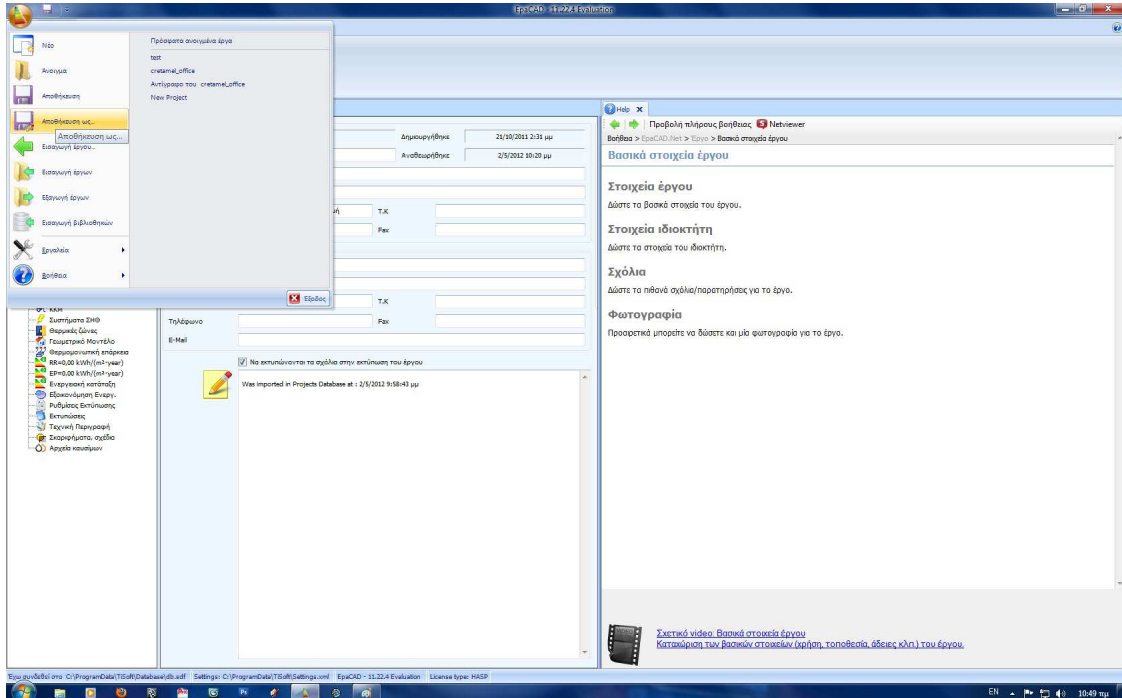
Ας ξεκινήσουμε στην παραμετροποίηση του κτιρίου μας κάνοντας κλικ στην επιλογή **Νέο Project**. Στην καρτέλα που θα ανοίξει βλέπουμε αριστερά το δέντρο πλοήγησης, με τη βοήθεια του οποίου μπορούμε να μεταβαίνουμε στα διάφορα στάδια της μελέτης και που περιέχει όλες τις καρτέλες παραμετροποίησης. Στο κέντρο της καρτέλας θα πρέπει να συμπληρώσουμε τα στοιχεία του έργου και του ιδιοκτήτη. Επάνω αριστερά υπάρχει η επιλογή της αρχικής σελίδας, η οποία μας δίνει τη δυνατότητα να ξαναγυρίσουμε στην αρχική σελίδα και να ανοίξουμε, αν το επιθυμούμε και άλλο αρχείο μελέτης. Η επιλογή αυτή θα είναι διαθέσιμη σε όλη την διαδικασία παραμετροποίησης, ώστε αν χρειαστεί να ανατρέξουμε μια άλλη μελέτη για στοιχεία ή βοήθεια αυτό να είναι εφικτό, χωρίς να κλείσουμε την μελέτη στην οποία εργαζόμαστε.



Εικόνα 7 - Νέο Project

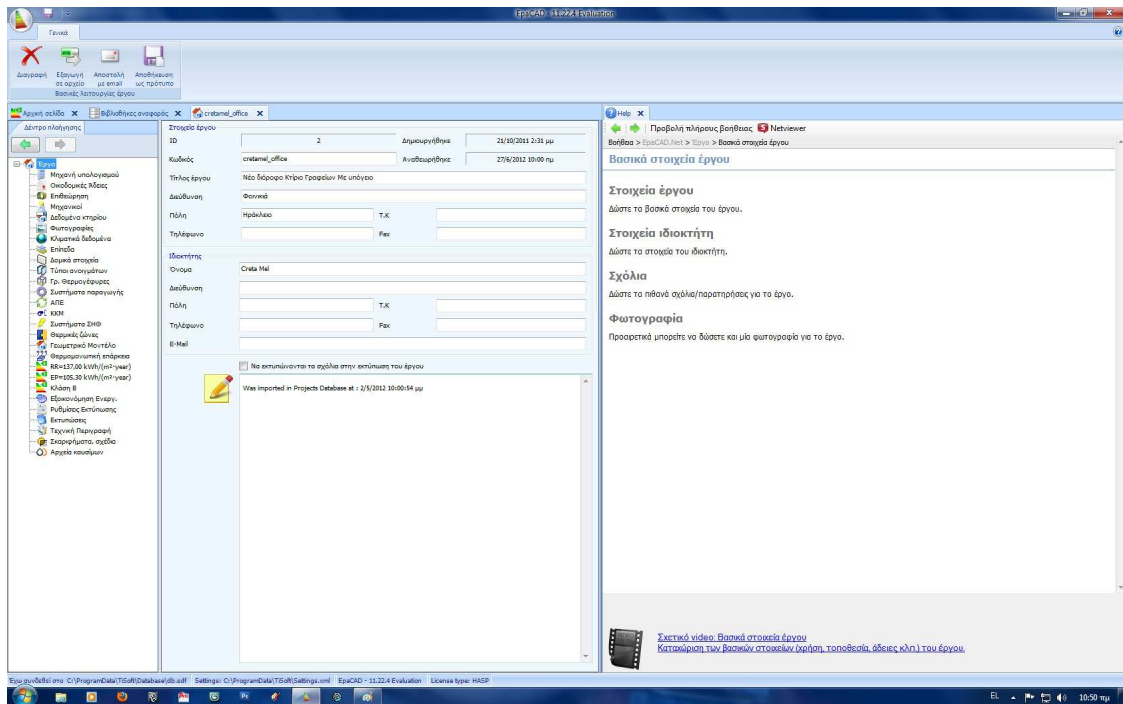
Καλό θα ήταν αμέσως μετά το ξεκίνημα μιας νέας μελέτης να γίνει η αρχική αποθήκευση της, ακόμα και αν δεν έχουμε περάσει στοιχεία σε αυτή, ώστε να δημιουργήσουμε το αρχείο με το όνομα που επιθυμούμε. Φυσικά, ενδιάμεσες αποθηκεύσεις θα πρέπει να γίνονται πολύ συχνά, αν θέλουμε να διασφαλίσουμε τη δουλειά μας και να μην κάνουμε τα ίδια πράγματα από την αρχή σε περίπτωση πτώσει του ηλεκτρικού ρεύματος, ή κάποιου προβλήματος (κόλλημα) του υπολογιστή ή του προγράμματος. Η συμβουλή αυτή δεν αφορά μόνο το συγκεκριμένο πρόγραμμα αλλά θα πρέπει να υιοθετηθεί στη γενικότερη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα ο τρόπος φαίνεται στην παρακάτω καρτέλα.



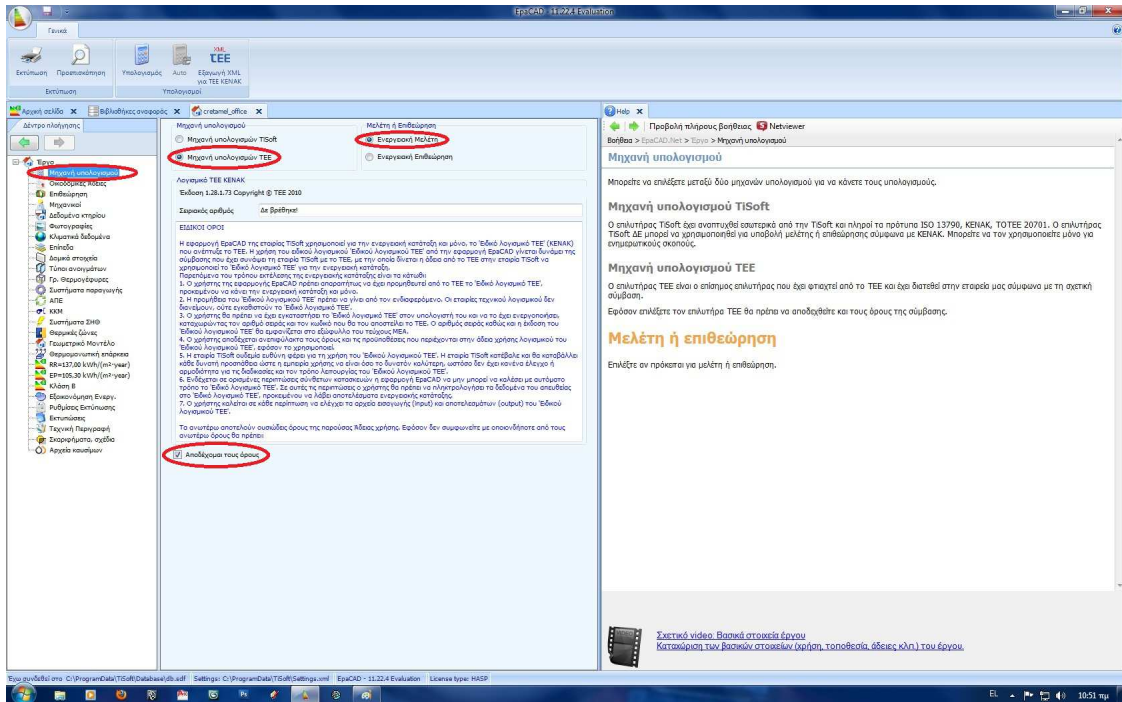
Εικόνα 8 - "Αποθήκευση ως"

Ας συμπληρώσουμε τώρα τα στοιχεία του έργου. Για τη συγκεκριμένη μελέτη θα συμπληρώσουμε μόνο τα βασικά, ενώ δεν θα δώσουμε στοιχεία του ιδιοκτήτη, καθώς δεν είναι απαραίτητο, λόγω της χρήσης της μελέτης.



Εικόνα 9 - Στοιχεία Έργου

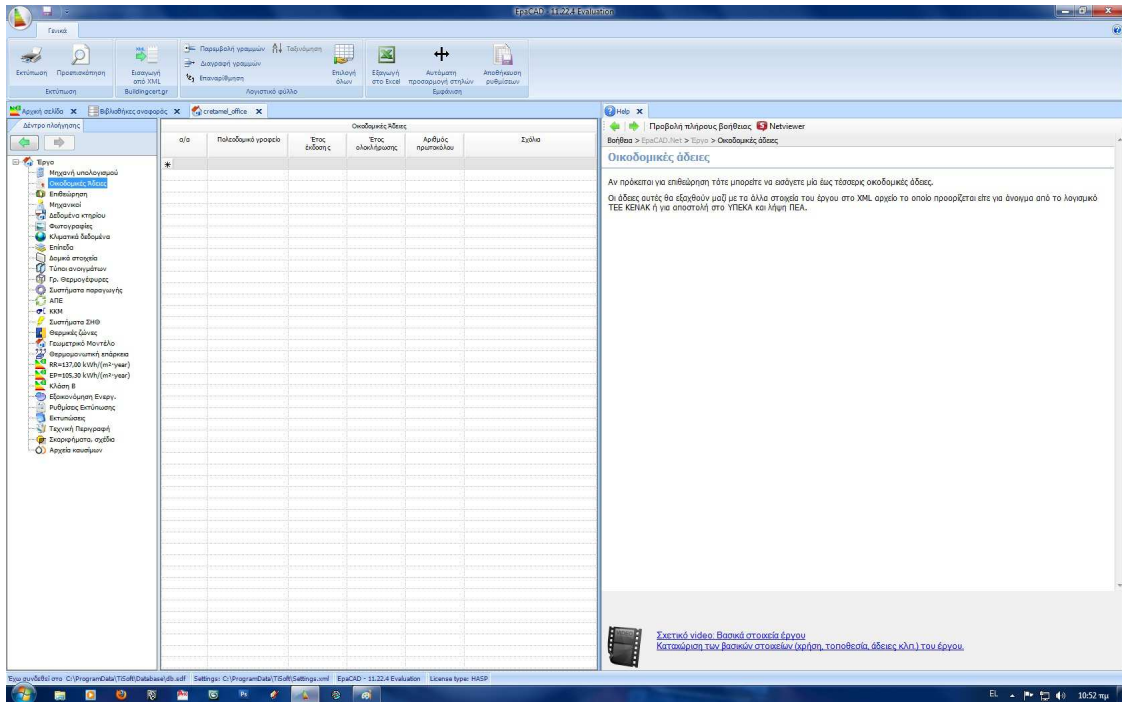
Κατεβαίνοντας το δέντρο πλοήγησης θα πάμε στην καρτέλα "**Μηχανή Υπολογισμού**". Στην καρτέλα που θα ανοίξει έχουμε τη δυνατότητα να επιλέξουμε τη μηχανή υπολογισμού ανάμεσα σε αυτή του προγράμματος και του ΤΕΕ και που συνήθως θα επιλέγουμε αυτή του ΤΕΕ, όπως θα γίνει και στη συγκεκριμένη μελέτη, ενώ θα πρέπει να ορίσουμε αν πρόκειται για μελέτη νέου κτιρίου ή για επιθεώρηση υφιστάμενου κτιρίου. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι όταν επιλέγουμε τη μηχανή υπολογισμού του ΤΕΕ θα πρέπει να τσεκάρουμε και κουμπί "Αποδέχομαι τους όρους" που βρίσκεται κάτω από αυτούς.



Εικόνα 10 - Μηχανή Υπολογισμού & Είδος Μελέτης

Οι επόμενες δύο καρτέλες αφορούν Ενεργειακή Επιθεώρηση Υφιστάμενου κτιρίου, παρόλο το γεγονός αυτό κρίθηκε σκόπιμο να τις δείξουμε περιληπτικά, ώστε το παρόν να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για το σκοπό αυτό.

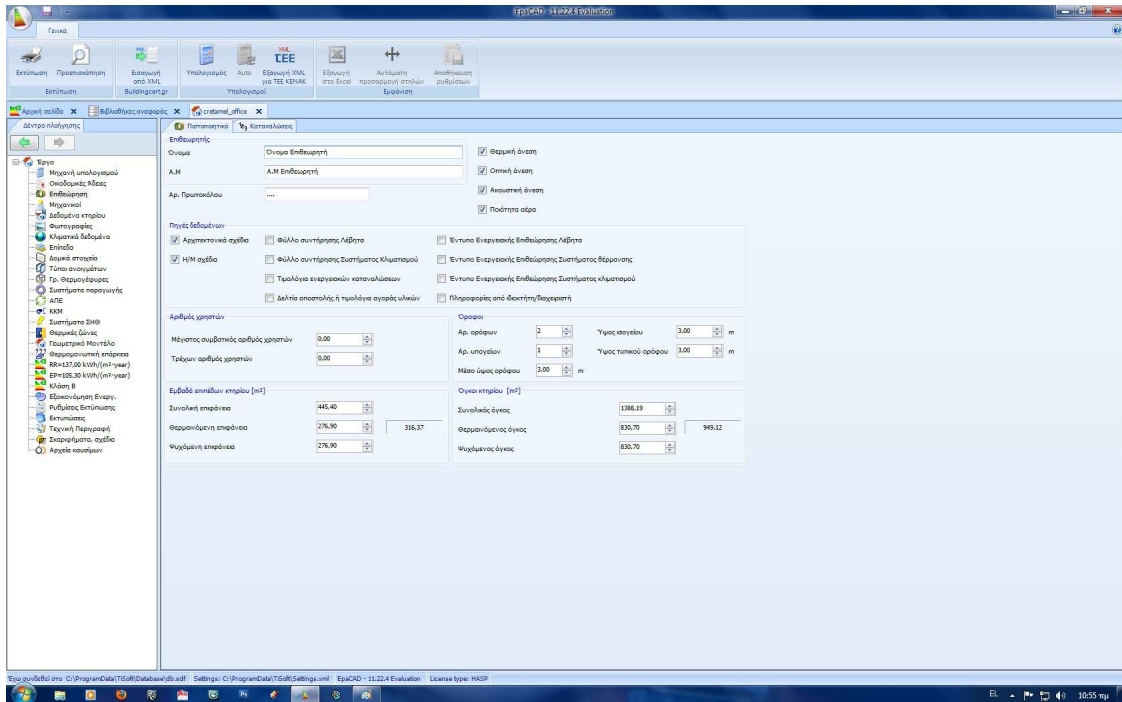
Στην καρτέλα **"Οικοδομικές Άδειες"** θα συμπληρώσουμε τα στοιχεία της οικοδομικής άδειας του υφιστάμενου κτιρίου, ή των αδειών αν υπάρχουν αναθεωρήσεις ή προσθήκες, ώστε να συμπεριληφθούν στην εκτύπωση της Επιθεώρησης.



Εικόνα 11 - Οικοδομικές Άδειες

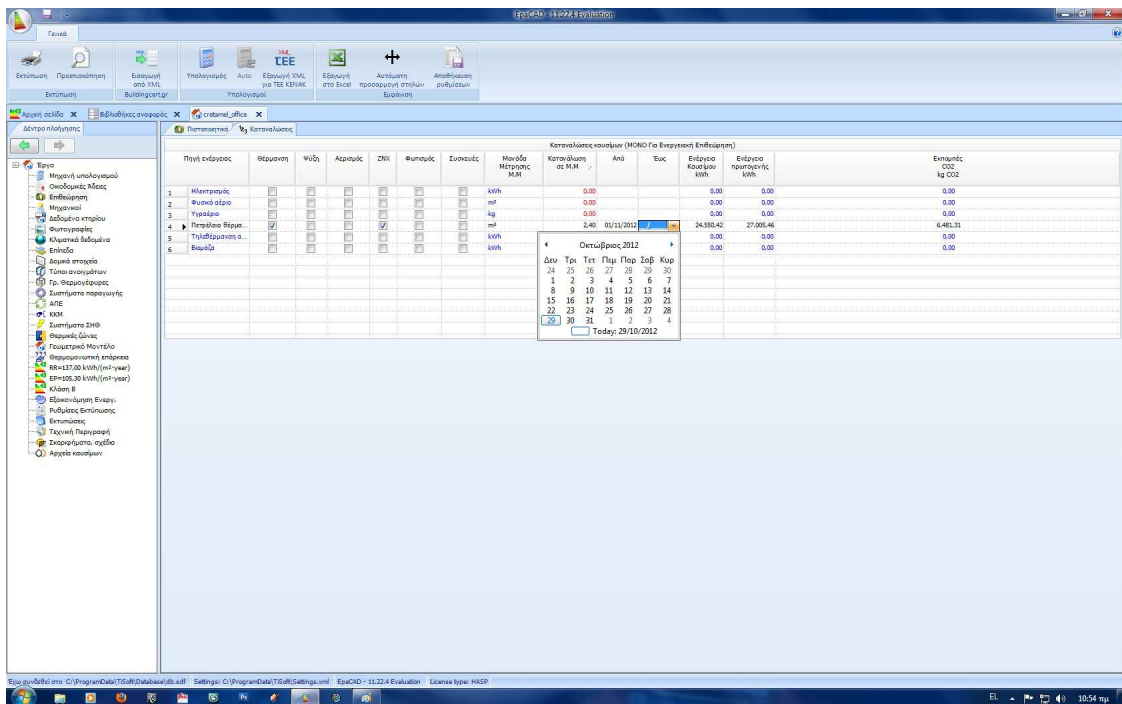
Η επόμενη καρτέλα "**Επιθεώρηση**" χωρίζεται σε δύο επιμέρους καρτέλες. Αυτή του "Πιστοποιητικού" και αυτή των "Καταναλώσεων"

Στην καρτέλα του "**Πιστοποιητικού**" θα συμπληρώσουμε τα στοιχεία του Επιθεωρητή καθώς και τον αριθμό πρωτοκόλλου που θα πάρουμε από το δικτυακό τόπο buildingcert.gr του ΥΠΕΚΑ. Θα τσεκάρουμε ποιες συνθήκες άνεσης ικανοποιούνται καθώς και τις πηγές δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν. Τα εμβαδά και οι όγκοι θα πρέπει να δοθούν εδώ από το χρήστη. Ο λόγος για τον οποίο τα εμβαδά και οι όγκοι, δίδονται από το χρήστη και δεν υπολογίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα είναι ότι συχνά υπάρχουν διαφορές μεταξύ των σχεδίων ή/και του γεωμετρικού μοντέλου ή/και των τίτλων ιδιοκτησίας ή συμβολαίων του κτηρίου. Θα πρέπει να εισάγουμε την συνολική επιφάνεια που φαίνεται στους τίτλους ιδιοκτησίας. Η συνολική επιφάνεια **δεν χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς** αλλά εξάγεται στο XML αρχείο και εμφανίζεται αυτούσια στην πρώτη σελίδα του πιστοποιητικού. Η υπολογισθείσα επιφάνεια είναι αυτή που **συμμετέχει στους υπολογισμούς για την αναγωγή των ποσών σε m²** και έχει έρθει ως άθροισμα των εμβαδών των θερμικών ζωνών. Δεν εμφανίζεται στο πιστοποιητικό και δεν εξάγεται στο XML αρχείο. Το πρόγραμμα υπολογίζει την επιφάνεια αυτή από τις γενέτειρες πολυγραμμές που θα δούμε παρακάτω, από τα δεδομένα δλδ που εισάγουμε.



Εικόνα 12 - Επιθεώρηση & Πιστοποιητικά

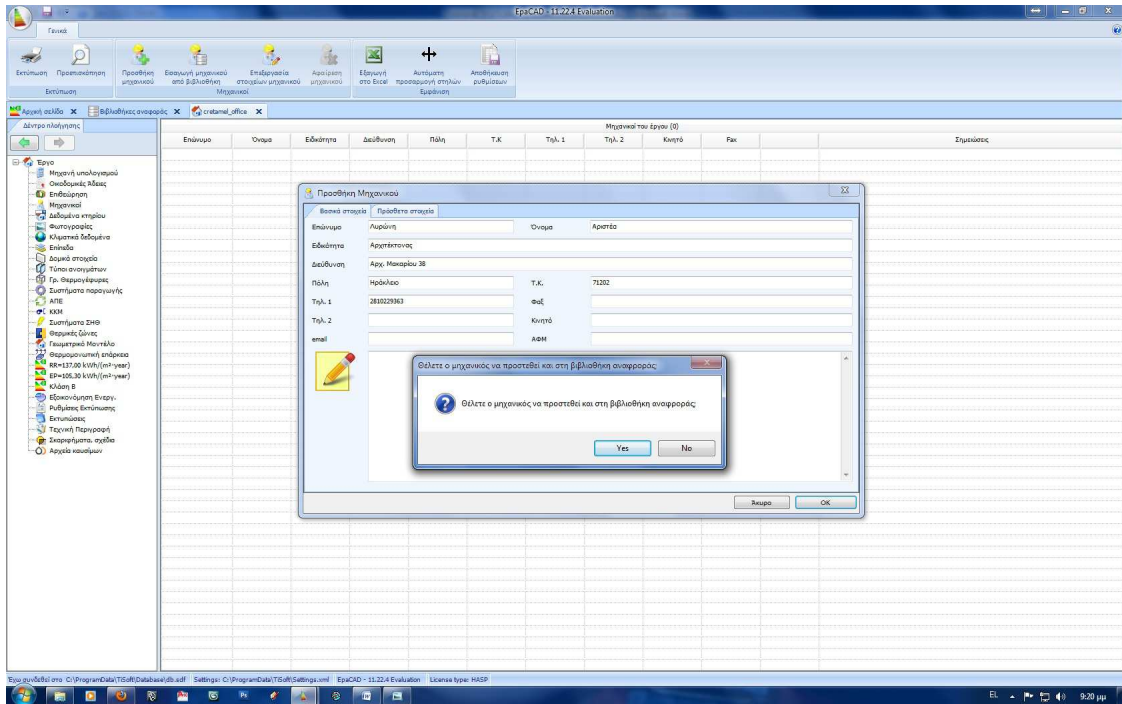
Στην καρτέλα "**Καταναλώσεις**" μπορούμε εφόσον αυτά είναι διαθέσιμα να δώσουμε τις καταναλώσεις επιλέγοντας την πηγή ενέργειας, την τελική χρήση, καθώς και την περίοδο χρήσης.



Εικόνα 0-1 - Επιθεώρηση & Καταναλώσεις

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι ο τρόπος μελέτης του κτιρίου είτε πρόκειται για Νέα Μελέτη είτε για Επιθεώρηση υφιστάμενου κτιρίου είναι ίδιος στα βασικά χαρακτηριστικά της.

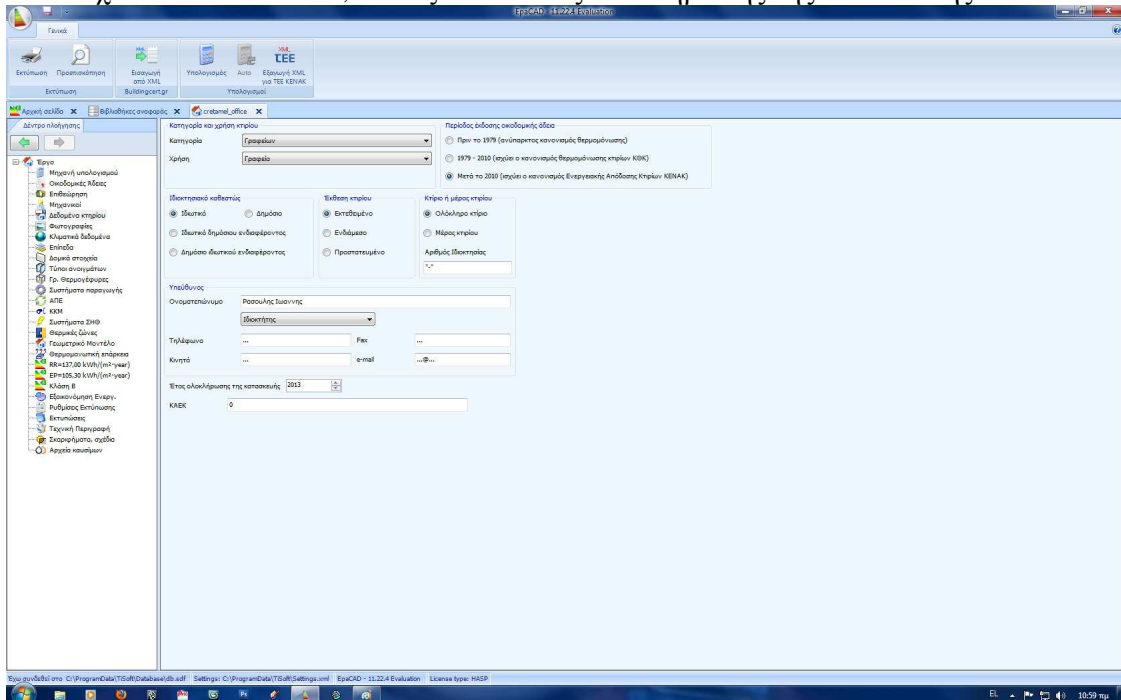
Επιστρέφοντας στη μελέτη θα δούμε την καρτέλα των "**Μηχανικών**". Σε αυτή θα συμπληρώσουμε τα στοιχεία των μηχανικών που συμμετείχαν στη μελέτη του κτιρίου. Με τη συμπλήρωση των στοιχείων ενός μηχανικού θα ερωτηθούμε αν θέλουμε να αποθηκευτούν τα στοιχεία του στις βιβλιοθήκες αναφοράς, ώστε να είναι διαθέσιμα και για μελλοντικές μελέτες.



Εικόνα 0-2 - Μηχανικοί

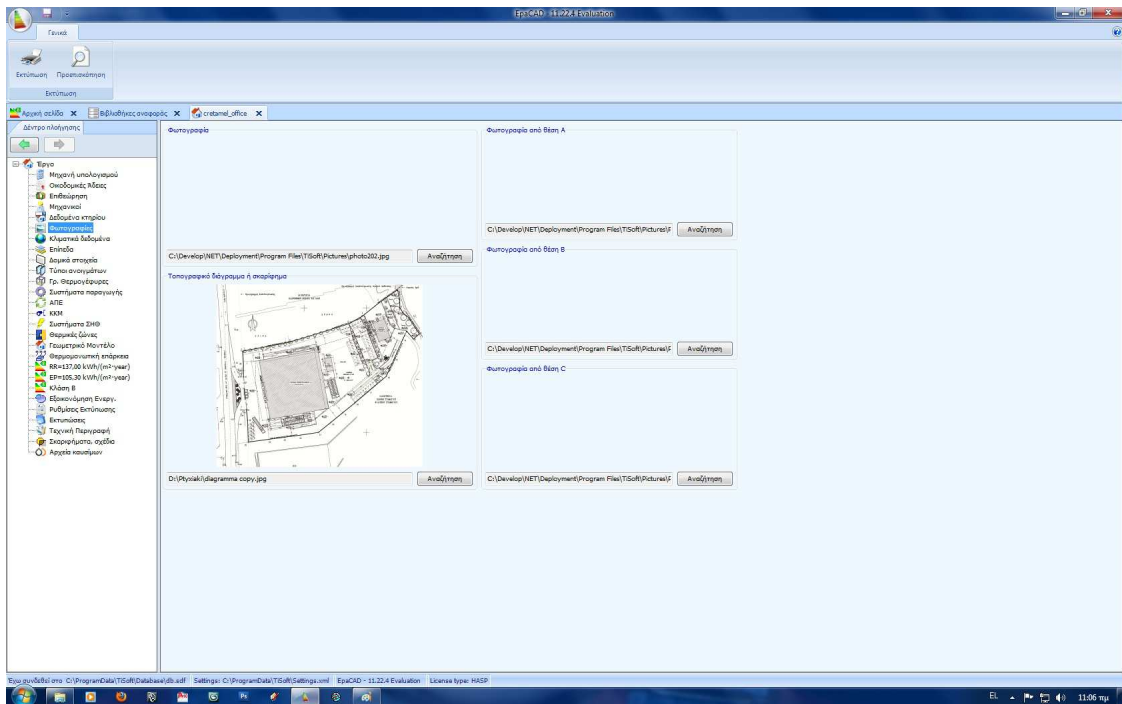
2.Δεδομένα Κτιρίου & Κλιματικά Δεδομένα

Στην επόμενη καρτέλα "**Δεδομένα Κτιρίου**" θα πρέπει να ορίσουμε την κατηγορία και τη χρήση του κτιρίου, την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας (έχει νόημα για Επιθεωρήσεις), το ιδιοκτησιακό καθεστώς, την έκθεση του κτιρίου καθώς και το αν μελετάμε ολόκληρο το κτίριο ή τμήμα αυτού. Τέλος θα πρέπει να συμπληρωθούν τα στοιχεία του υπευθύνου, καθώς και το έτος ολοκλήρωσης της κατασκευής.



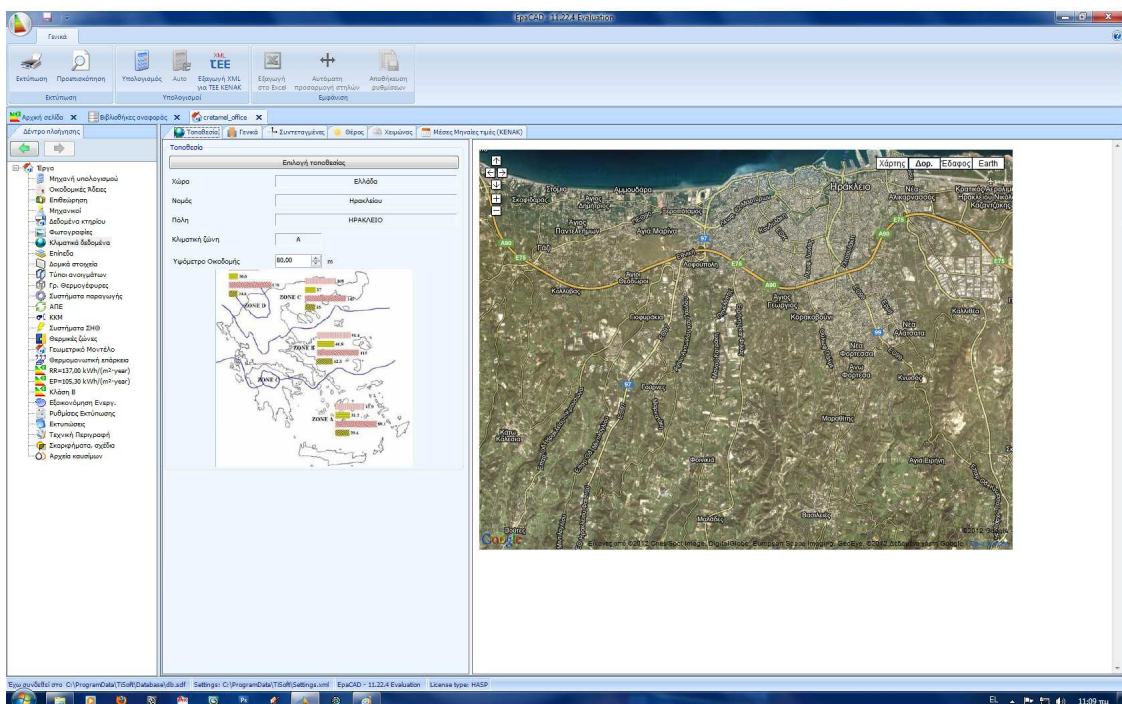
Εικόνα 0-1 - Δεδομένα Κτιρίου

Στην καρτέλα "**Φωτογραφίες**" μπορούμε να βάλουμε μια πρόσφατη φωτογραφία του κτιρίου (αν πρόκειται για επιθεώρηση) καθώς και το τοπογραφικό διάγραμμα, σε μορφή φωτογραφίας.



Εικόνα 0-2 - Φωτογραφίες

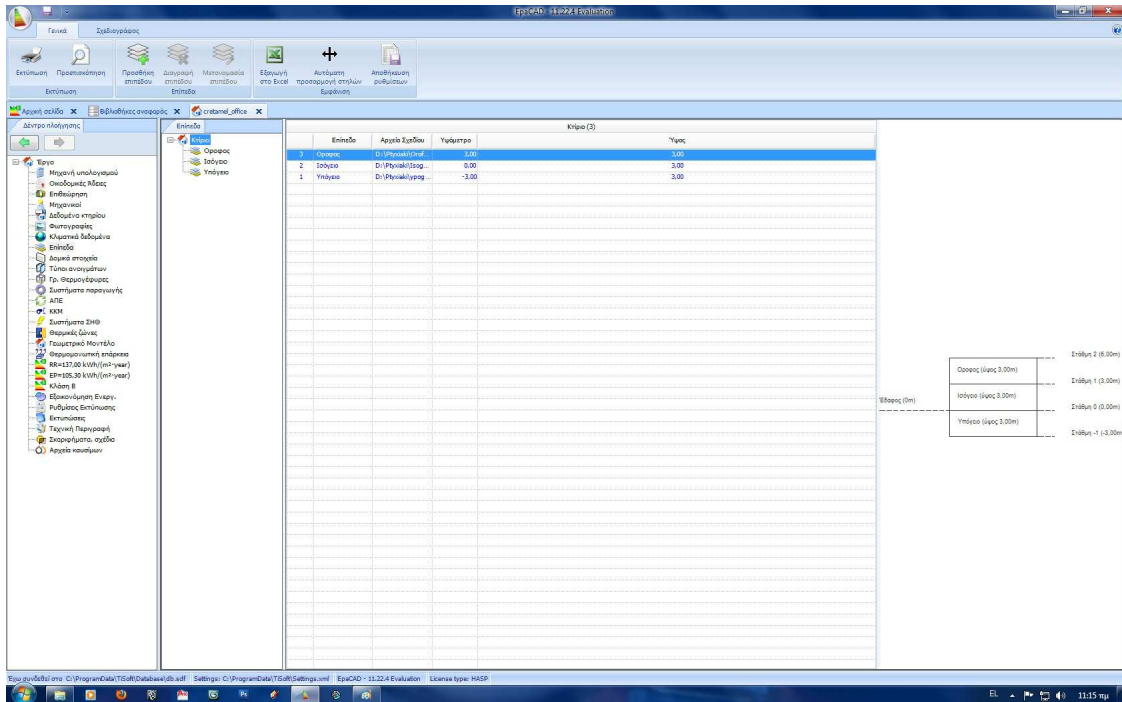
Στην καρτέλα που ακολουθεί "**Κλιματικά Δεδομένα**" θα επιλέξουμε την πόλη στην οποία βρίσκεται το κτίριο, ενώ θα ορίσουμε και το υψόμετρο του οικοπέδου.



Εικόνα 0-3 - Κλιματικά Δεδομένα & Επιλογή Τοποθεσίας

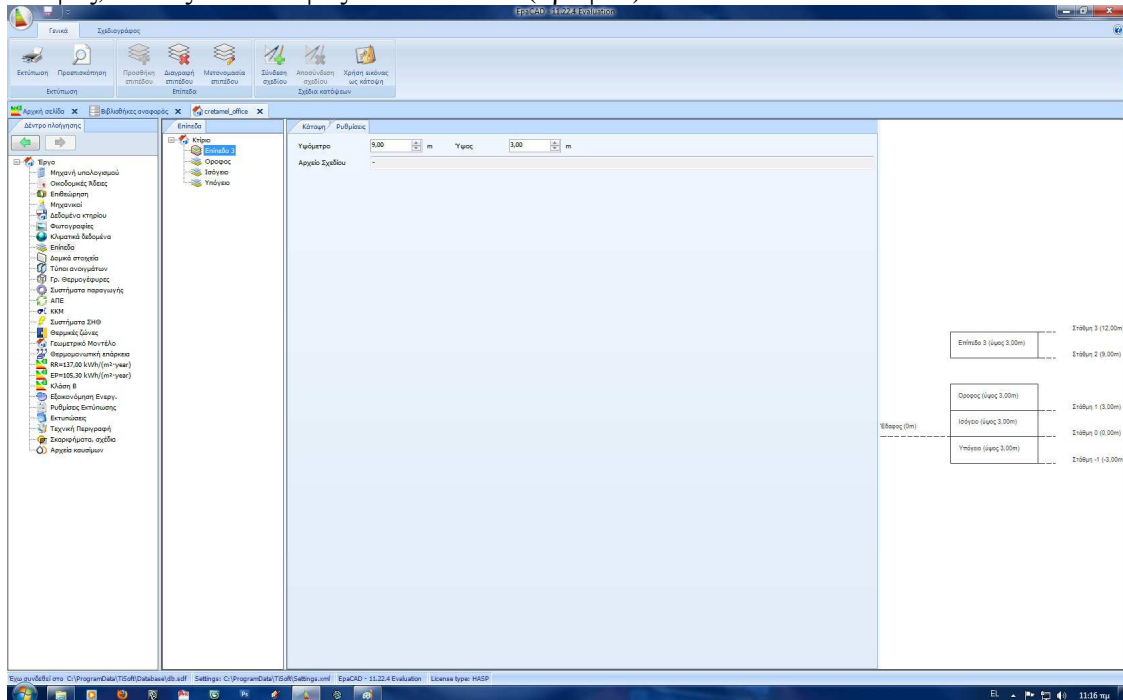
3.Επίπεδα Κτιρίου

Στην καρτέλα "Επίπεδα" θα ορίσουμε τα επίπεδα του κτιρίου χρησιμοποιώντας τις επιλογές στο πάνω μέρος της οθόνης.



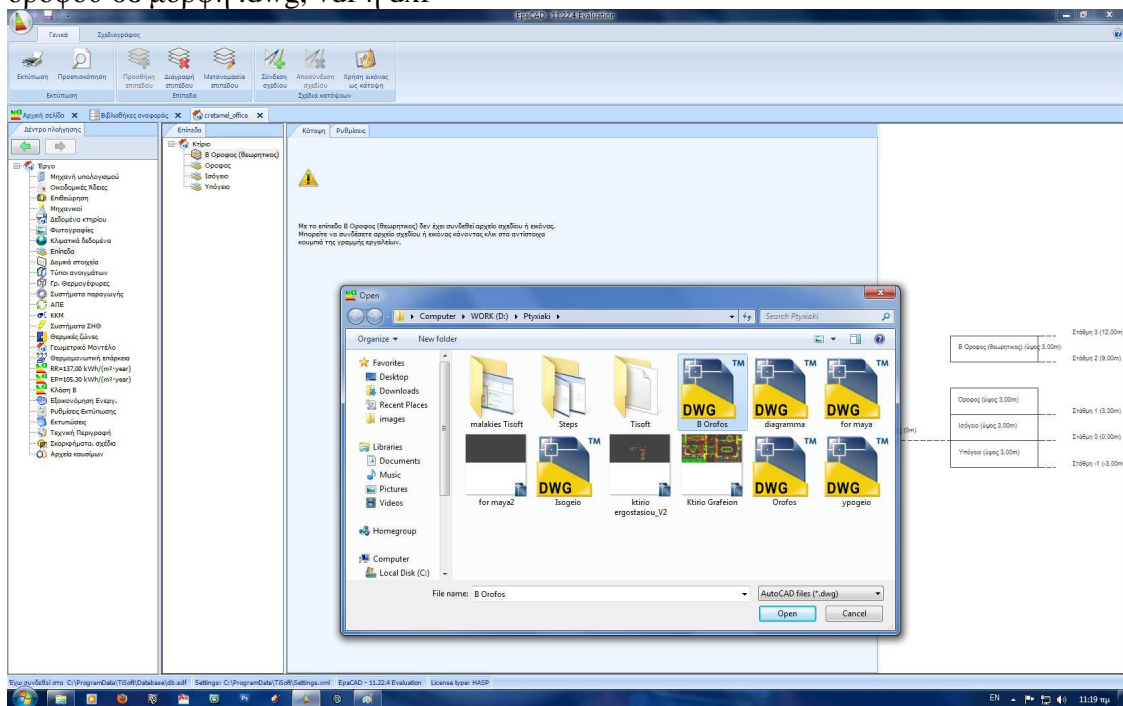
Εικόνα 0-1 - Επίπεδα

Μπορούμε να προσθέσουμε ένα επίπεδο χρησιμοποιώντας την επιλογή "προσθήκη επιπέδου" και να δώσουμε το υψόμετρο, σε σχέση με το διαμορφωμένο έδαφος, καθώς και το ύψος του επιπέδου (ορόφου).



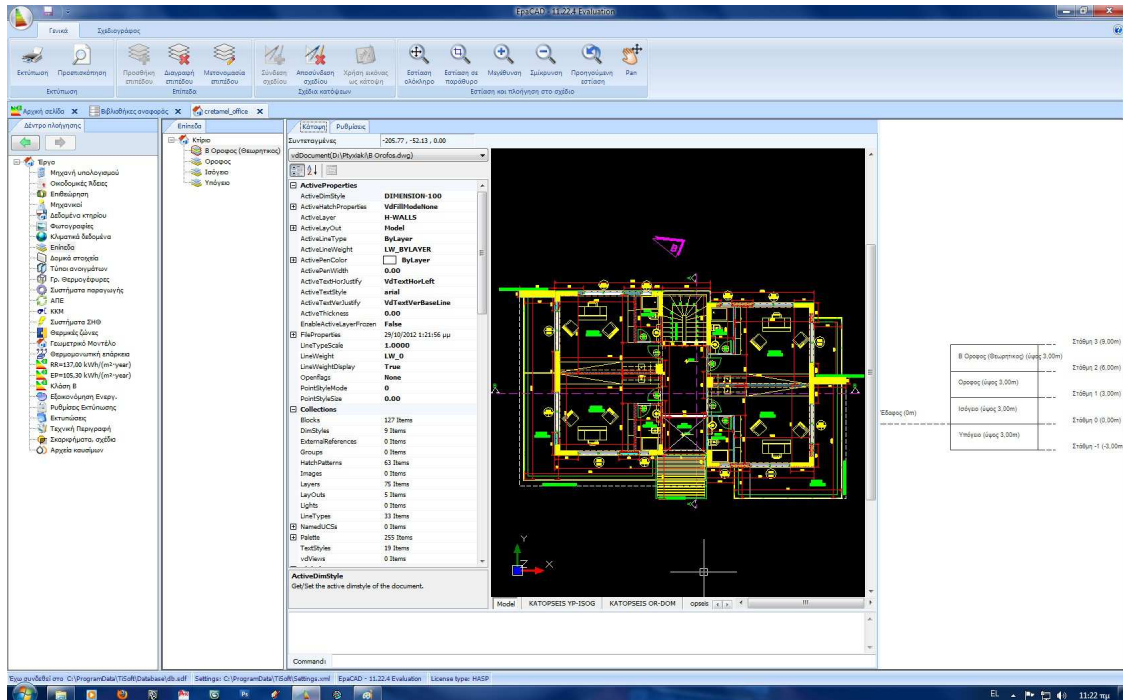
Εικόνα 20 - Προσθήκη Επιπέδου

Με την επιλογή "Σύνδεση σχεδίου" μπορούμε να επιλέξουμε το σχέδιο του ορόφου σε μορφή .dwg, vdf ή dxf



Εικόνα 21 - Σύνδεση Σχεδίου

Όστε αυτό να εμφανιστεί στην υποκαρτέλα "Κάτοψη" και να το χρησιμοποιήσουμε αργότερα για την μοντελοποίηση του κελύφους του κτιρίου.



Εικόνα 0-2 - Κάτοψη

4.Δομικά Στοιχεία & Τύποι Ανοιγμάτων

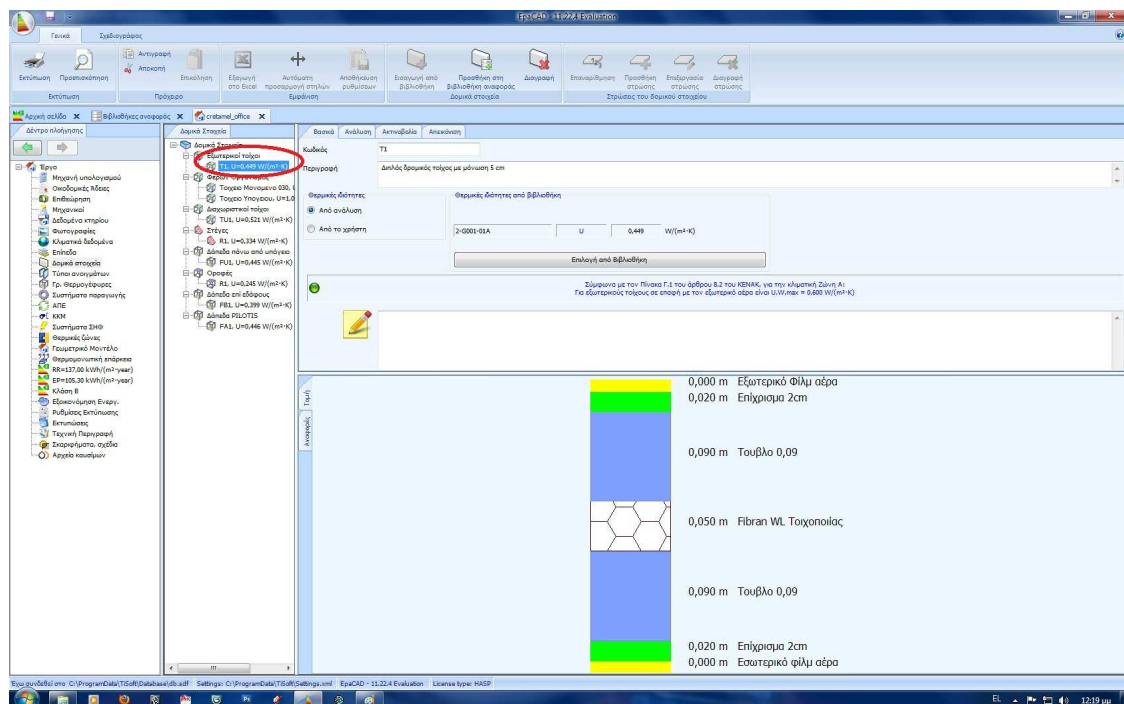
Ολοκληρώνοντας την προσθήκη επιπέδων και την αντιστοίχιση των σχεδίων τους, θα περάσουμε στην καρτέλα "**Δομικά Στοιχεία**". Το EraCad έχει μια μεγάλη βιβλιοθήκη δομικών στοιχείων αλλά και υλικών, ώστε να χρησιμοποιησουμε κάποιο από αυτά, ενώ μας δίνεται η δυνατότητα να δημιουργήσουμε και κάποιο συγκεκριμένο, εφόσον γνωρίζουμε τις ιδιότητές του. Ανοίγοντας την καρτέλα "Δομικά Στοιχεία" θα παρατηρήσουμε κάποια δομικά στοιχεία χωρισμένα σε κατηγορίες ανάλογα το είδος του.

The screenshot shows the EraCad software interface. The main window displays the 'Structural Elements' (Δομικά Στοιχεία) panel. On the left, a tree view shows a hierarchy of elements, with a red circle highlighting the 'Structural Elements' folder. On the right, a table lists the elements with their properties.

Κωδικός	Περιγραφή	U W(m ² ·K)	Βάθος Z [m]	Side dilat α	External resistance R _{ext} [(m ² ·K)/W]
T1	Διπλός θραυστός...	0.519	0.00	0.40	0.04
T2	Τύπος ορθογών...	0.486	0.00	0.40	0.04
T3	Διαφ. 28 cm α...	0.534	0.00	0.40	0.04
T4	Διαφ. 28 cm α...	3.203	0.00	0.40	0.04
TU1	Διπλός θραυστός...	0.519	0.00	0.40	0.05
R1	Στήλη τύπου ΚΚ...	0.334	0.00	0.40	0.04
R2	Τραπέζια με μόν...	0.371	0.00	0.40	0.04
FE2	Δάπεδο επί δα...	0.389	0.00	0.40	0.05
FA1	Δάπεδο επί ΡΙ.Ο...	0.442	0.00	0.40	0.05
FU1	Δάπεδο πάνω σ...	0.417	0.00	0.40	0.05
FU2	Δάπεδο πάνω σ...	0.423	0.00	0.40	0.05
FU3	Δάπεδο προς υπ...	1.043	0.00	0.40	0.05

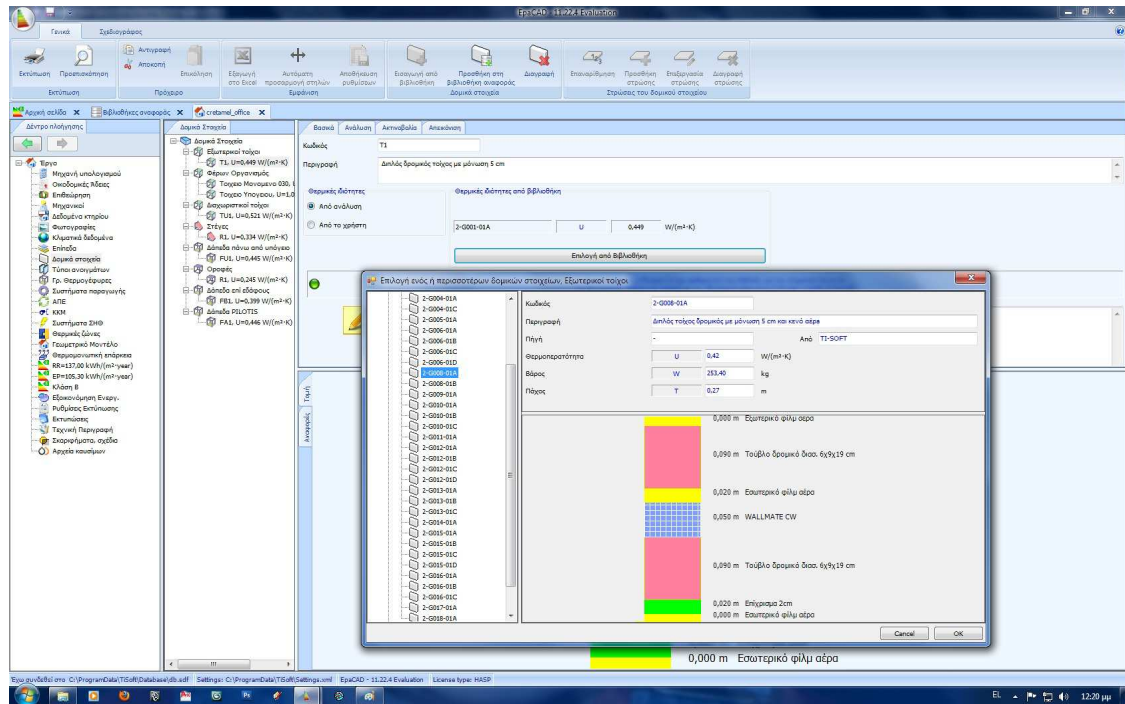
Εικόνα 0-1 - Δομικά Στοιχεία

Επιλέγοντας για παράδειγμα το δομικό στοιχείο T1 (Τοίχος 1) στην ενότητα "εξωτερικοί τοίχοι", ανοίγει στα δεξιά της οθόνης η καρτέλα του. Σε αυτή μπορούμε να αλλάξουμε τον κωδικό του, την περιγραφή του ενώ στο κάτω μέρος βλέπουμε και το σκαρίφημα της τομής του. Παράλληλα έχουμε τη δυνατότητα να γίνει ανάλυση του στοιχείου είτε με αναλυτικό τρόπο, δλδ, αναλύοντας όλα τα επιμέρους στοιχεία του, είτε να δώσουμε κατευθείαν τις τιμές της Θερμοπερατότητας U και της Θερμοχωρητικότητας C_m , εφόσον δεν γνωρίζουμε τα ακριβή στοιχεία και πάχη των δομικών αυτών στοιχείων (όπως σε παλιά κτίσματα). Τυπικές τιμές για τη Θερμοπερατότητα μπορούμε να πάρουμε από την TOTEE 20701-1/2010.



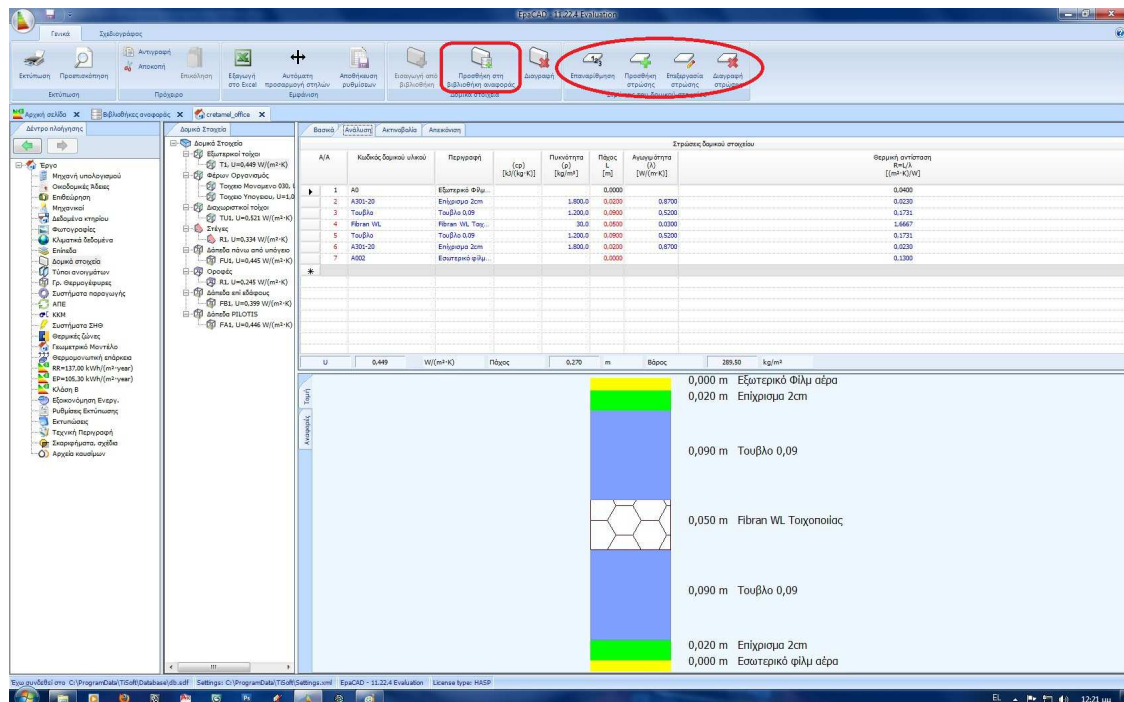
Εικόνα 0-2 - Δομικά Στοιχεία (Βασικά Στοιχεία)

Πατώντας στην επιλογή "επιλογή από βιβλιοθήκη" μπορούμε να επιλέξουμε ένα άλλο έτοιμο δομικό στοιχείο από τη βιβλιοθήκη του προγράμματος, το οποίο θα ταιριάζει περισσότερο στα χαρακτηριστικά του κτιρίου μας και να αντικαταστήσουμε το υπάρχον.



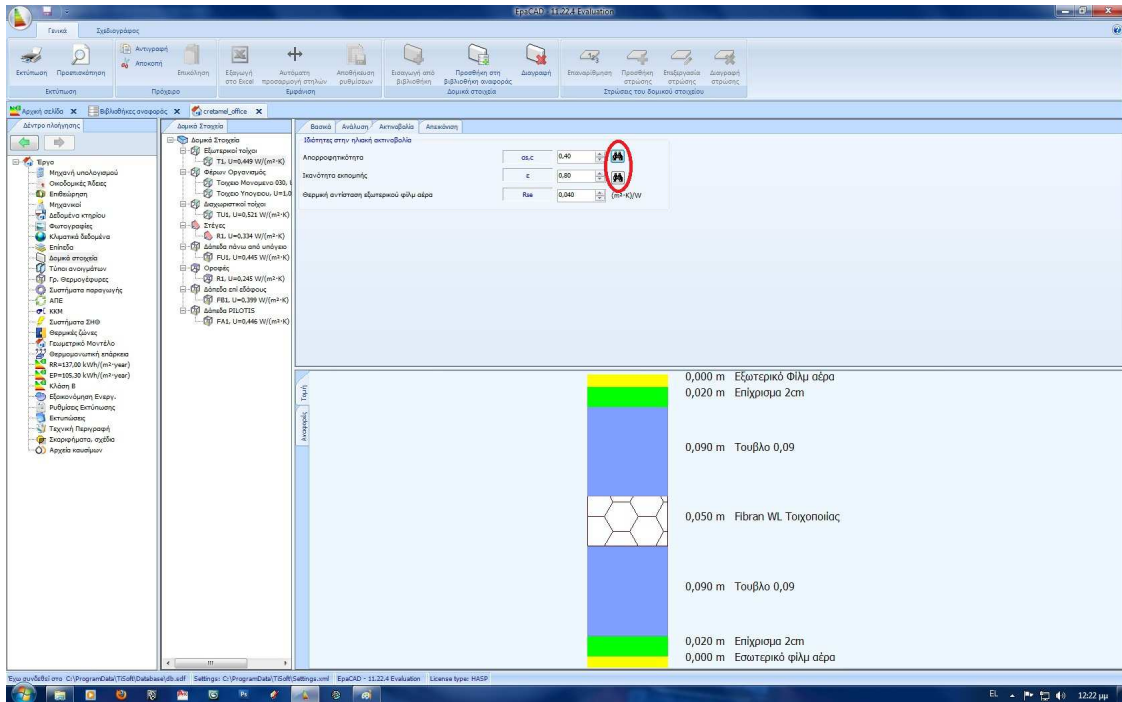
Εικόνα 0-3 - Δομικά Στοιχεία (Επιλογή από Βιβλιοθήκη)

Στην περίπτωση που κανένα υπάρχον δομικό στοιχείο δεν ικανοποιεί τις προδιαγραφές του κτιρίου μας, τότε μπορούμε είτε να φτιάξουμε ένα νέο από την αρχή, είτε να τροποποιήσουμε ένα ήδη υπάρχον, που μοιάζει με αυτό που θέλουμε. Στην υποκαρτέλα ανάλυση μπορούμε να αλλάξουμε τα πάχη των υλικών του στοιχείου, να προσθέσουμε ή να αφαιρέσουμε στρώσεις και να αλλάξουμε το είδος των στρώσεων, χρησιμοποιώντας τις επιλογές στην κορυφή της οθόνης μας. Τέλος το στοιχείο που δημιουργήσαμε μπορούμε να το αποθηκεύσουμε στη βιβλιοθήκη αναφοράς, ώστε να το χρησιμοποιήσουμε σε μελλοντικές μελέτες.



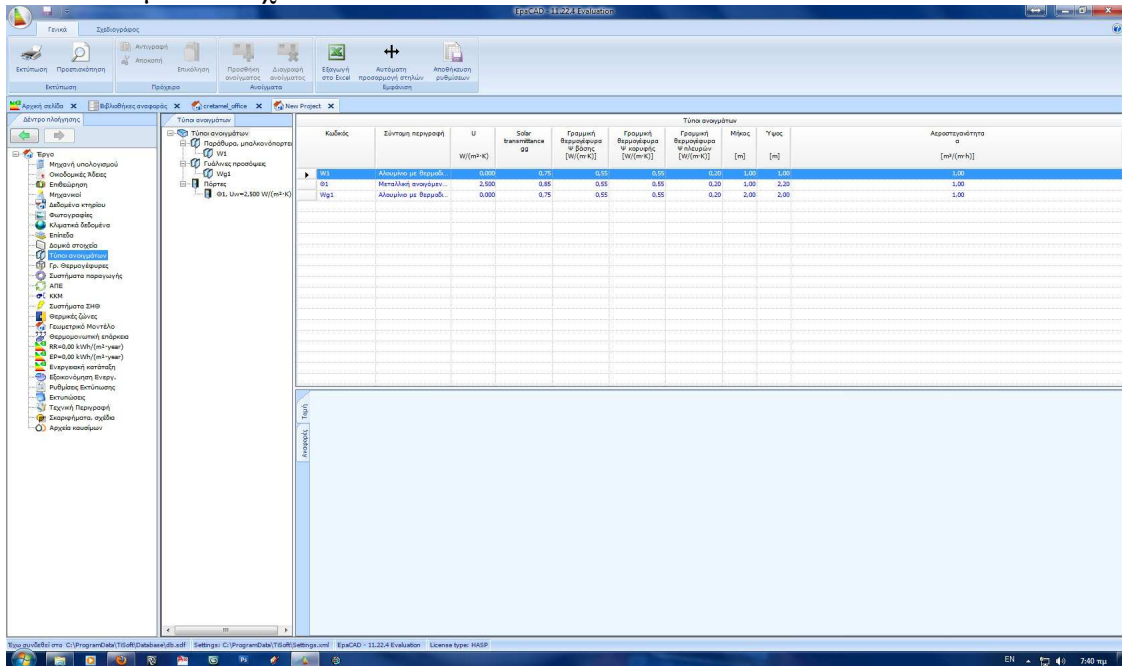
Εικόνα 0-4 - Δομικά Στοιχεία (Ανάλυση)

Ολοκληρώνοντας τη διαμόρφωση του αδιαφανούς στοιχείου περνάμε στην υποκαρτέλα "**Ακτινοβολία**", όπου μπορούμε να δώσουμε τις τιμές για την απορροφητικότητα και την Ικανότητα εκπομπής, συμβουλευόμενοι τους πίνακες της TOTEE που είναι διαθέσιμοι πατώντας πάνω στα κιάλια, καθώς επίσης και την τιμή της Θερμικής αντίστασης του εξωτερικού φιλμ αέρα.



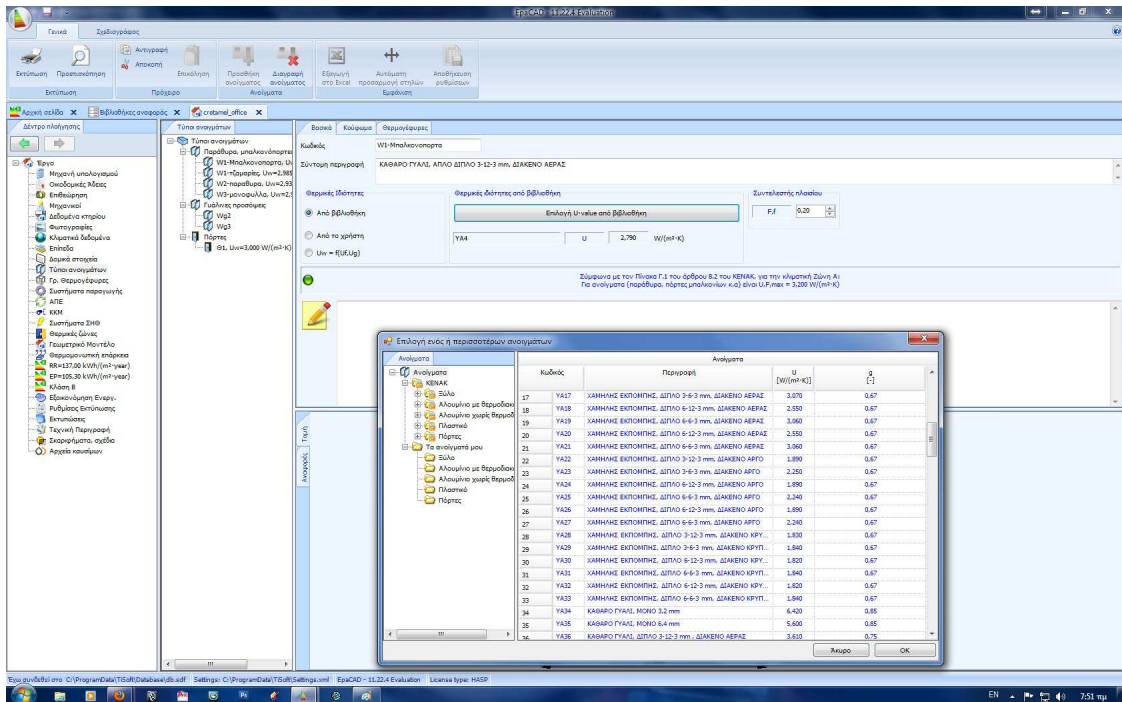
Εικόνα 0-5 - Δομικά Στοιχεία (Ακτινοβολία)

Την ίδια διαδικασία θα την επαναλάβουμε για όλα τα αδιαφανή στοιχεία του κελύφους, ενώ καλό θα ήταν να αποθηκεύουμε δομικά στοιχεία που δημιουργούμε στην βιβλιοθήκη αναφοράς ώστε να είναι εύκολα διαθέσιμα. Ολοκληρώνοντας με τα Δομικά στοιχεία, περνάμε στο επόμενο βήμα που είναι οι **"Τύποι Ανοιγμάτων"**. Και εδώ παρατηρούμε ότι χωρίζονται σε υποκατηγορίες ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται και, φυσικά, μπορούν να προστεθούν και να αφαιρεθούν ανοίγματα, όπως και στα Δομικά στοιχεία.



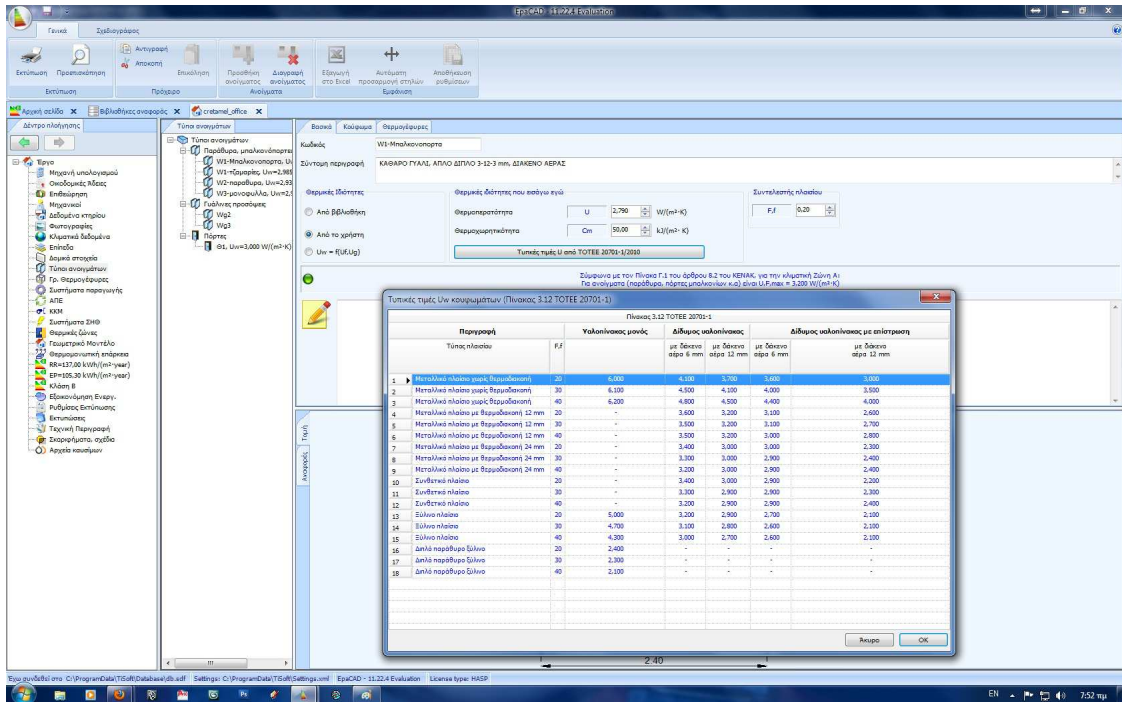
Εικόνα 0-6 - Τύποι Ανοιγμάτων

Όπως και στα Δομικά στοιχεία, έτσι και εδώ έχουμε επιλογές για τον τρόπο υπολογισμού του "U" του ανοίγματος. Βλέπουμε, λοιπόν, ότι οι θερμικές ιδιότητες μπορούν να δοθούν από τη βιβλιοθήκη του προγράμματος, απευθείας από το χρήστη ή από αναλυτικό υπολογισμό των στοιχείων του κουφώματος. Επιλέγοντας την επιλογή "από βιβλιοθήκη" και πατώντας το αντίστοιχο κουμπί, μπορούμε να επιλέξουμε το U του κουφώματος από την βιβλιοθήκη του EraCad.



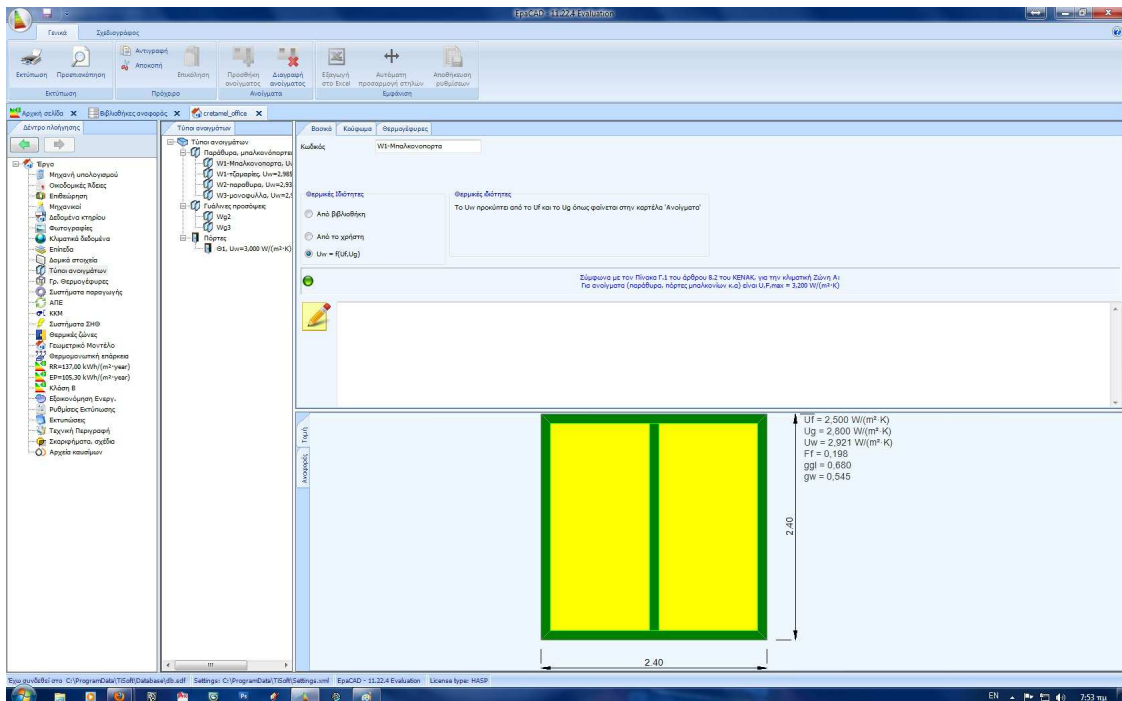
Εικόνα 0-7 - Τύποι Ανοιγμάτων (Επιλογή από Βιβλιοθήκη)

Επιλέγοντας την επιλογή "από το χρήστη" τότε οι θερμικές ιδιότητες του δομικού στοιχείου δίδονται από εμάς στα αντίστοιχα πλαίσια κειμένου. Αν δε γνωρίζετε ή δε μπορείτε να εκτιμήσετε τις θερμικές ιδιότητες του δομικού στοιχείου τότε επιλέξτε τις από τον πίνακα που εμφανίζεται κάνοντας κλικ στο κουμπί **Τυπικές τιμές U από TOTEE 20701-1/2011**



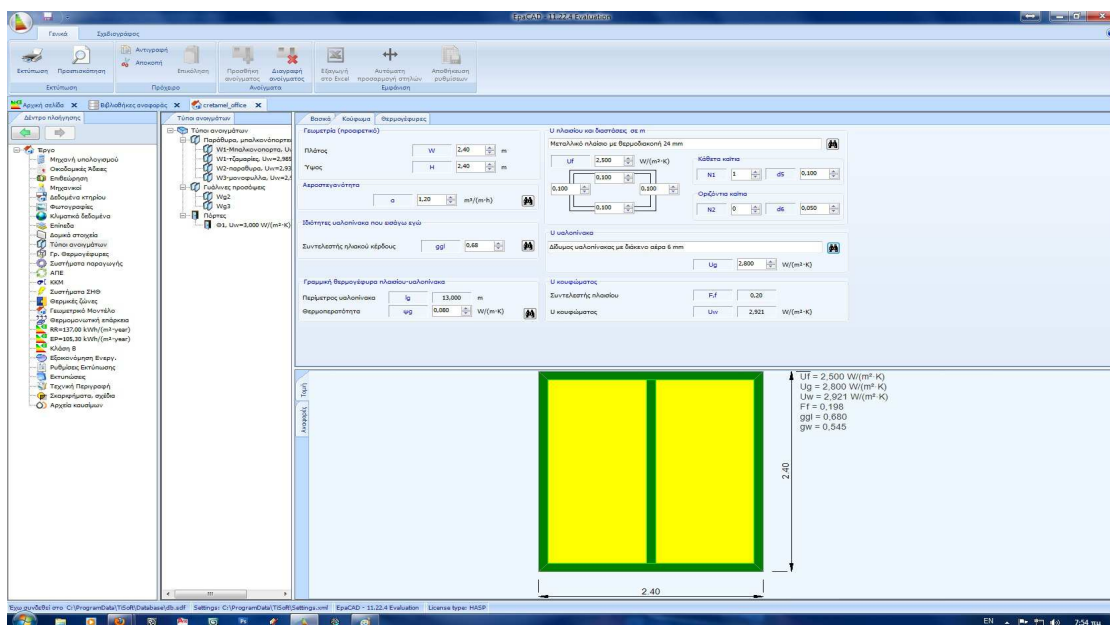
Εικόνα 30 - Τύποι Ανοιγμάτων (ιδιότητες από χρήστη)

Επιλέγοντας την τελευταία επιλογή " $U_w=f(U_f, U_g)$ ", τότε οι θερμικές ιδιότητες προκύπτουν από ανάλυση του κουφώματος στα επιμέρους τμήματά του.



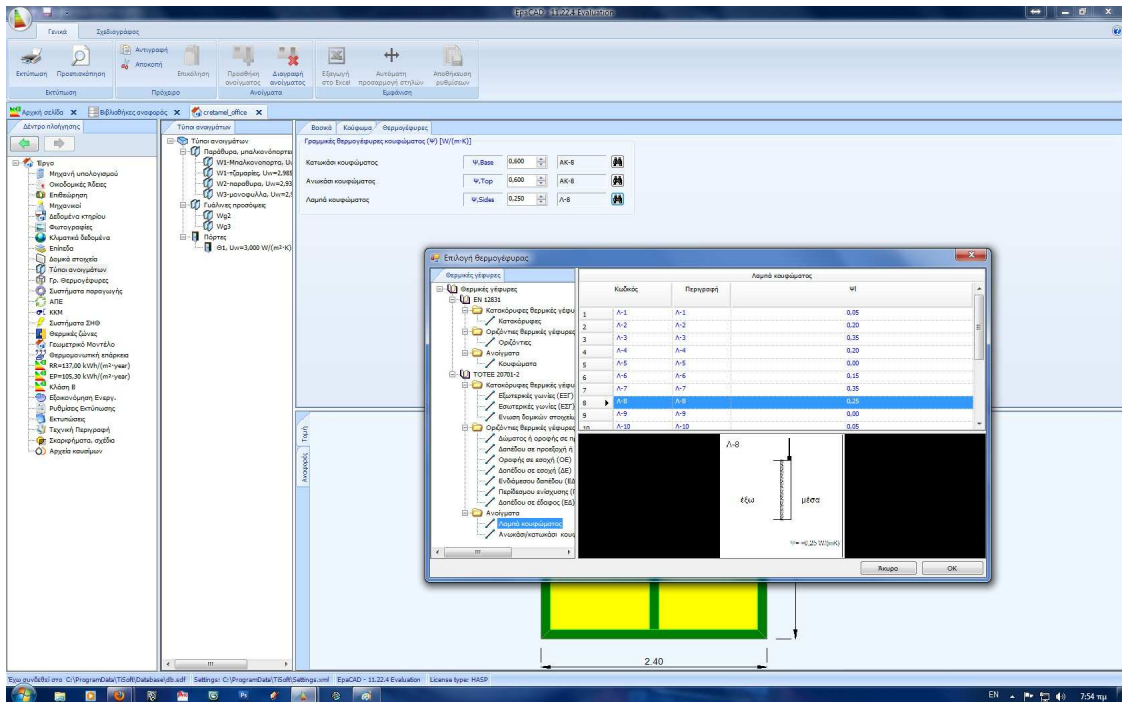
Εικόνα 31 - Τύποι Ανοιγμάτων ($U_w=f(U_f, U_g)$)

Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να πάμε στην υποκαρτέλα "Κούφωμα", ώστε να ορίσουμε όλα τα χαρακτηριστικά του ανοίγματος. Αυτό που θα δούμε πρώτα είναι τα πεδία για τη συμπλήρωση των διαστάσεων του στοιχείου. Μπορούμε αν θέλουμε να τα συμπληρώσουμε για να έχουμε μια εκτίμηση των θερμικών ιδιοτήτων του κουφώματος. Η τελική όμως διαστασιολόγηση θα πρέπει να γίνει κατά την μοντελοποίηση του κελύφους. Συνεπώς Δεν θα πρέπει να εισάγουμε στο πρόγραμμα όλα τα διαφορετικά ανοίγματα του κτιρίου, αλλά μόνο τους διαφορετικούς τύπους αυτών. Ένα άλλο πεδίο είναι αυτό της αεροστεγανότητας "α", που δείχνει πόσα m^3 αέρα μπαίνουν από το άνοιγμα. Θα επιλέξουμε τιμή κάνοντας κλικ στο εικονίδιο με τα κιάλια, που θα μας παραπέμψει στον πίν.3.23 TOTEE 20701-1/2010. Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους συμμετέχει στους υπολογισμούς των θερμικών κερδών του κτηρίου λόγω ηλιακής ακτινοβολίας. Δηλαδή για το χειμώνα υπολογίζουμε τα ποσά θερμότητας που συνεισφέρει ο ήλιος και συνεπώς ελαττώνεται η ανάγκη σε θέρμανση ενώ για το καλοκαίρι τα θερμικά αυτά κέρδη είναι ο βασικός λόγος για τον οποίο πρέπει να κλιματίσουμε το χώρο. Η επιλογή του γίνεται από τον πίνακα 3.16 TOTEE 20701-1/2010, πατώντας στο εικονίδιο με τα κιάλια. Στην υποκαρτέλα αυτή υπολογίζεται επίσης και η γραμμική θερμογέφυρα Πλαισίου-Υαλοπίνακα, επιλέγοντας την τιμή της θερμοπερατότητας από τον πίν. 3.11 TOTEE 20701-1/2010, επίσης με τη βοήθεια του εικονιδίου με τα κιάλια. Στο πάνω δεξί μέρος της οθόνης θα επιλέξουμε το είδος του πλαισίου, τα περιμετρικά πάχη του καθώς και τον αριθμό και το μέγεθος των καιτιών (αν αυτά υφίστανται). Ενώ ακριβώς από κάτω θα επιλέξουμε το είδος του υαλοπίνακα. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι το αριστερό τμήμα της υποκαρτέλας "Κούφωμα" είναι διαθέσιμο και στις άλλες δυο επιλογές υπολογισμού των θερμικών ιδιοτήτων του ανοίγματος.



Εικόνα 0-8 - Τύποι Ανοιγμάτων (Κούφωμα)

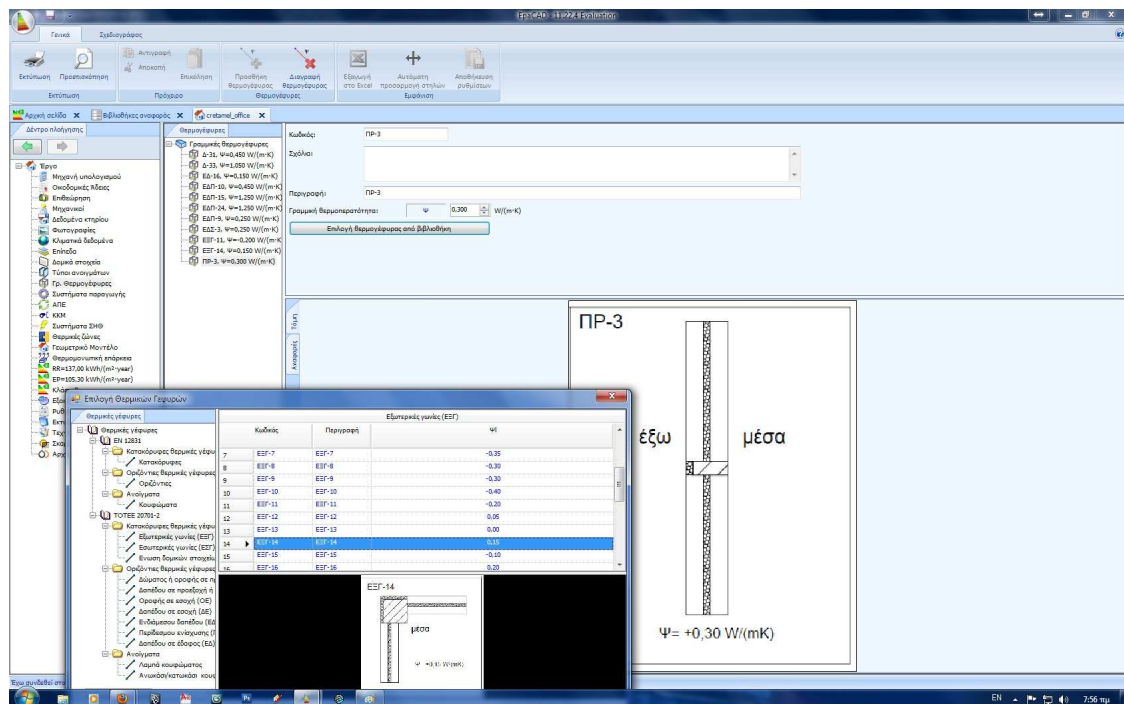
Ολοκληρώνοντας με τους τύπους ανοιγμάτων θα πρέπει να συμπληρώσουμε την υποκαρτέλα "θερμογέφυρες". Εκεί θα επιλέξουμε θερμογέφυρες από την TOTEE για το πάνω, το κάτω και τα πλαϊνά σημεία επαφής του κουφώματος με το κέλυφος. Οι θερμογέφυρες που θα ορίσουμε θα εισάγονται αυτόματα κατά τη μοντελοποίηση του κελύφους, όταν εισάγουμε το συγκεκριμένο είδος κουφώματος.



Εικόνα 0-9 - Τύποι Ανοιγμάτων (Θερμογέφυρες)

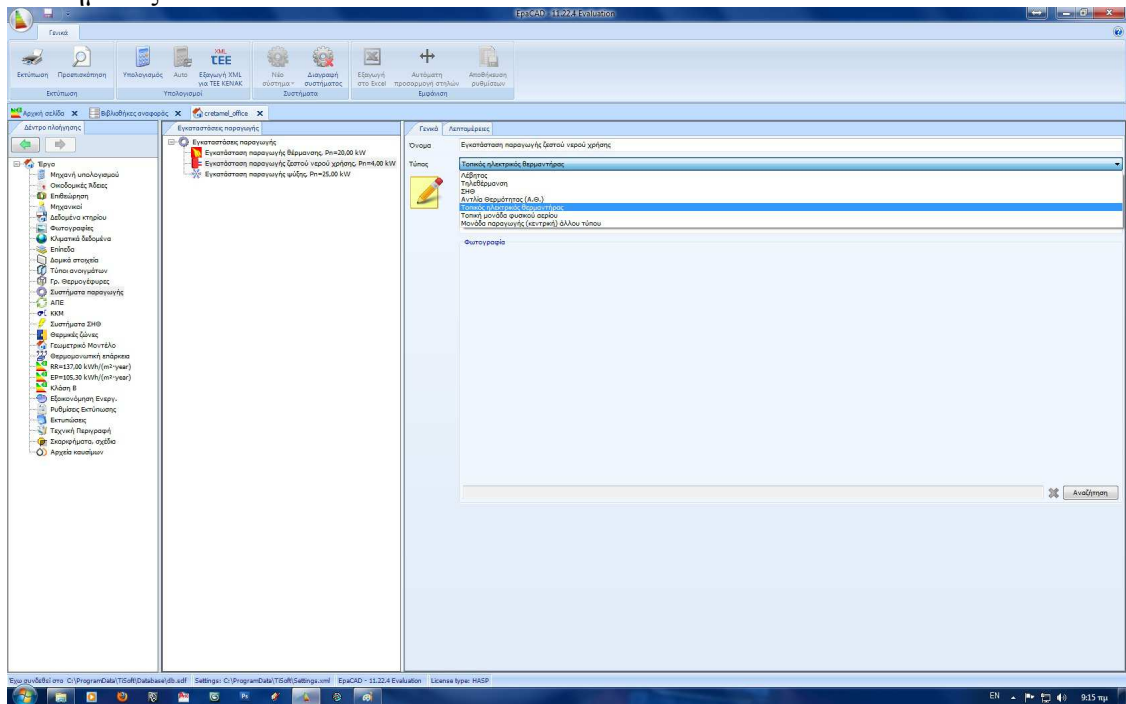
5.Γραμμικές Θερμογέφυρες

Προχωρώντας στην παραμετροποίηση του κτιρίου θα βρούμε την καρτέλα "Γραμμικές Θερμογέφυρες". Εκεί θα επιλέξουμε από τη βιβλιοθήκη τους τύπους εκείνους που πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε κατά τη μοντελοποίηση του κελύφους μας. Φυσικά, οποιαδήποτε παράληψη μπορεί να συμπληρωθεί οποιαδήποτε στιγμή της μελέτης, ακόμα και κατά τη μοντελοποίηση. Απλά επιστρέφοντας στην καρτέλα "θερμογέφυρες". Οι θερμογέφυρες (TOTEE 20701-2) είναι ομαδοποιημένες στη βιβλιοθήκη ανάλογα με το που χρησιμοποιούνται ενώ υπάρχει και το αντίστοιχο σκαρίφημα, ώστε να είναι ευκολότερη η εύρεση της κατάλληλης.



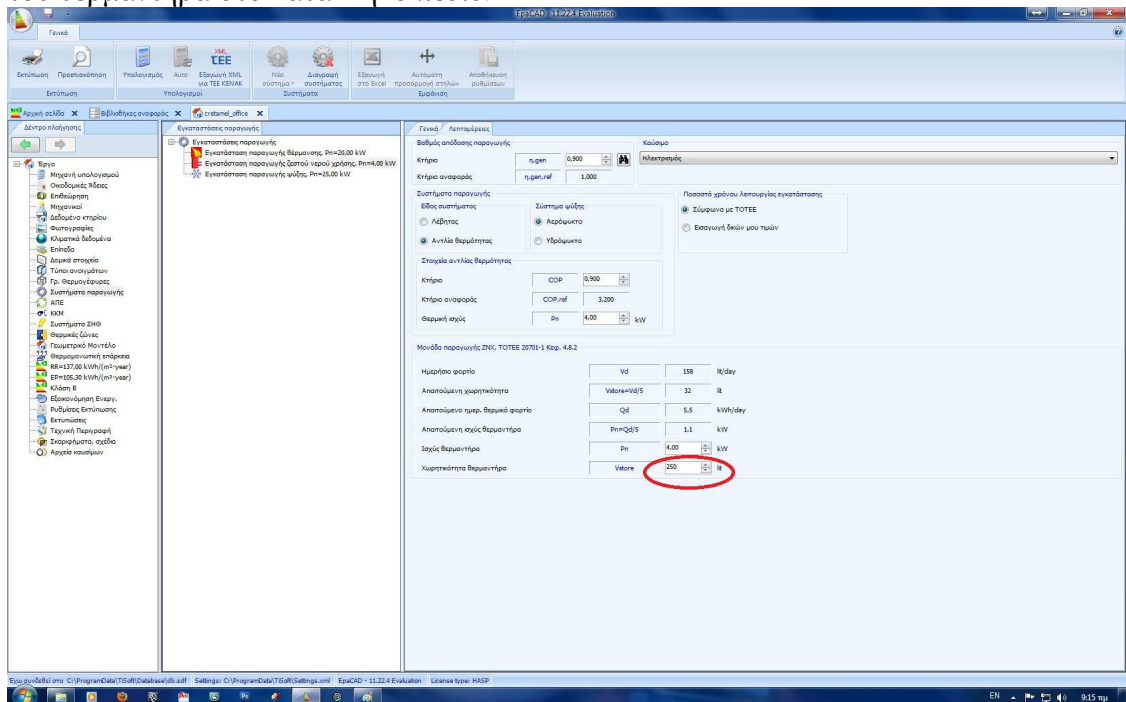
Εικόνα 0-1 - Γραμμικές Θερμογέφυρες

Ανάλογα θα εργαστούμε και για το ZNX , επιλέγοντας αρχικά το είδος του συστήματος.



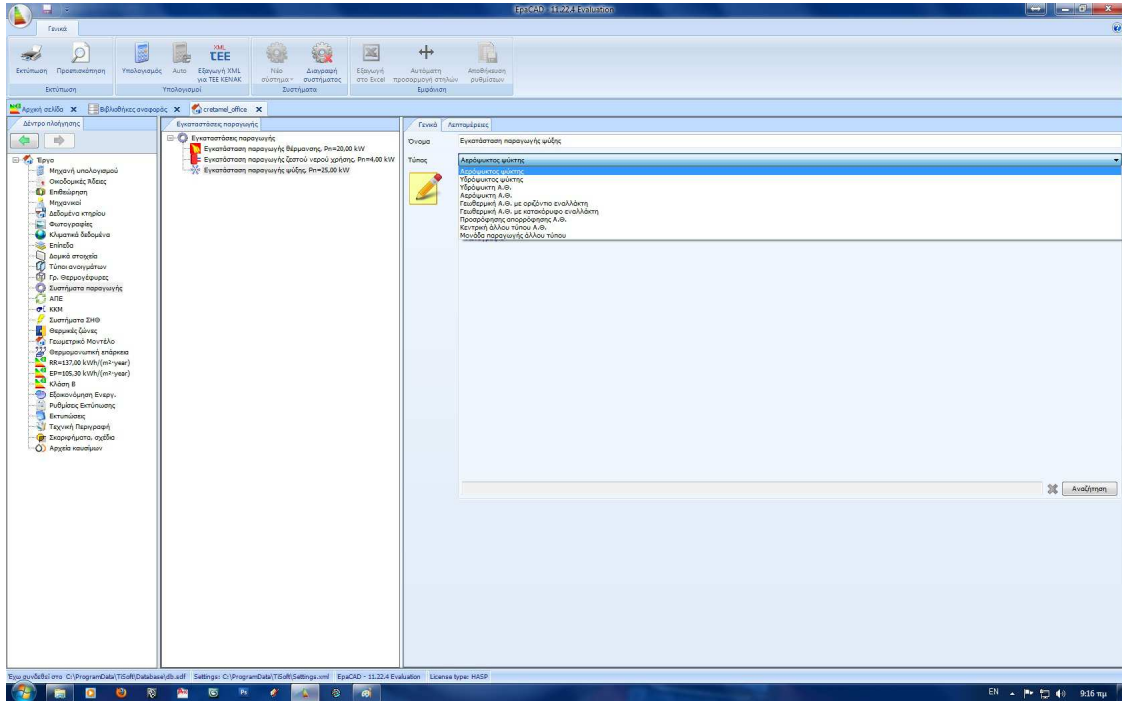
Εικόνα 0-3 - Παραγωγή ZNX (Είδος συστήματος)

Ενώ στις λεπτομέρειες εκτός των υπολοίπων στοιχείων, που είναι ίδια με το σύστημα θέρμανσης, δεν θα πρέπει να παραλείψουμε να εισάγουμε και τη χωρητικότητα του θερμαντήρα στο κατάλληλο πεδίο.



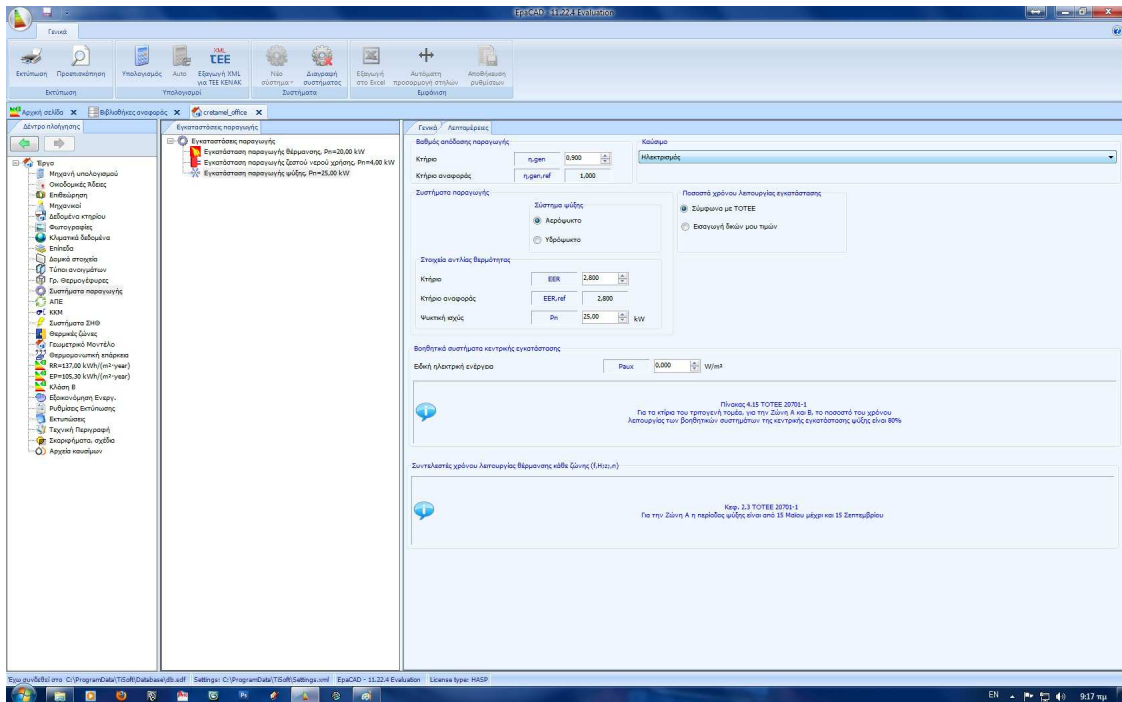
Εικόνα 0-4 - Παραγωγή ZNX (Λεπτομέρειες)

Με όμοιο τρόπο θα εργαστούμε για την εισαγωγή του συστήματος ψύξης. Θα επιλέξουμε αρχικά το είδος του συστήματος.



Εικόνα 0-5 - Σύστημα Ψύξης (Επιλογή Συστήματος)

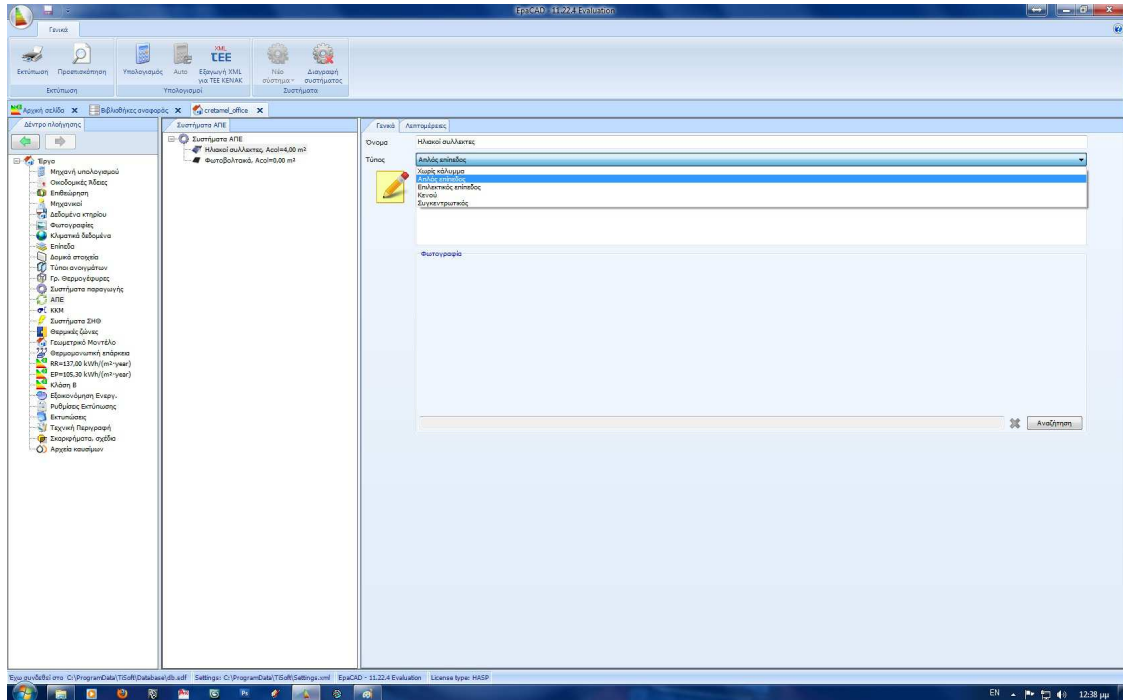
Στις λεπτομέρειες του συστήματος θεωρούμε ότι το σύστημα ψύξης της αντλίας θερμότητας είναι κατά κανόνα αερόψυκτο και μόνο σε περίπτωση γεωθερμίας ή σε ειδικές περιπτώσεις επιλέγουμε το υδρόψυκτο. Μία πολύ σημαντική λεπτομέρεια που πρέπει να προσέξουμε είναι ότι Αν στο προς επιθεώρηση κτίριο / τμήμα κτιρίου δεν υπάρχει σύστημα ψύξης τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να θεωρήσει ότι διαθέτει τοπικές μονάδες άμεσης εξάτμισης δηλαδή αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου (split) με βαθμό απόδοσης $n_{gen} = 1$, $EER = 3.0$.



Εικόνα 40- Παραγωγή Ψύξης (Λεπτομέρειες)

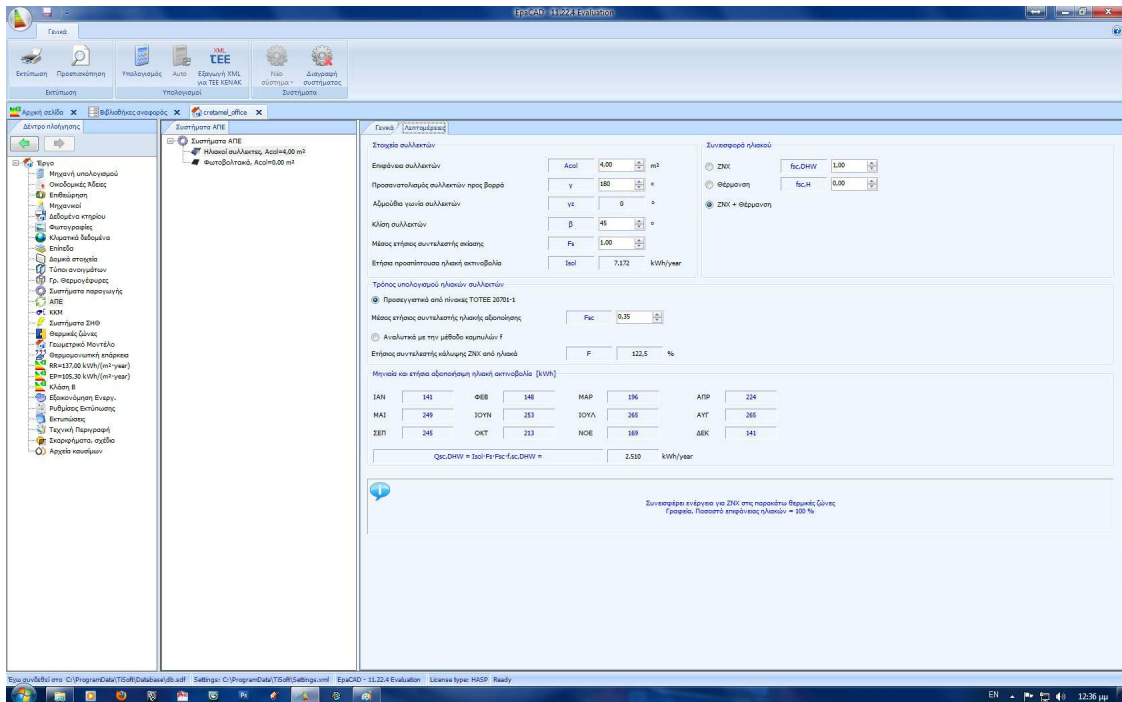
Μία άλλη κατηγορία συστημάτων που απαντώνται όλο και πιο συχνά στα σύγχρονα ελληνικά κτίρια είναι αυτή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Στο EraCAD έχουμε τη δυνατότητα να προσθέσουμε στο υπό μελέτη κτίριο, είτε ένα, ή περισσότερα, συστήματα Ηλιακών συλλεκτών, είτε τα πιο πρόσφατα φωτοβολταϊκά panel για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Για τους Ηλιακούς συλλέκτες, μπορούμε να ορίζουμε τον τύπο του συλλέκτη, ανάμεσα στους πιο διαδεδομένους της αγοράς.



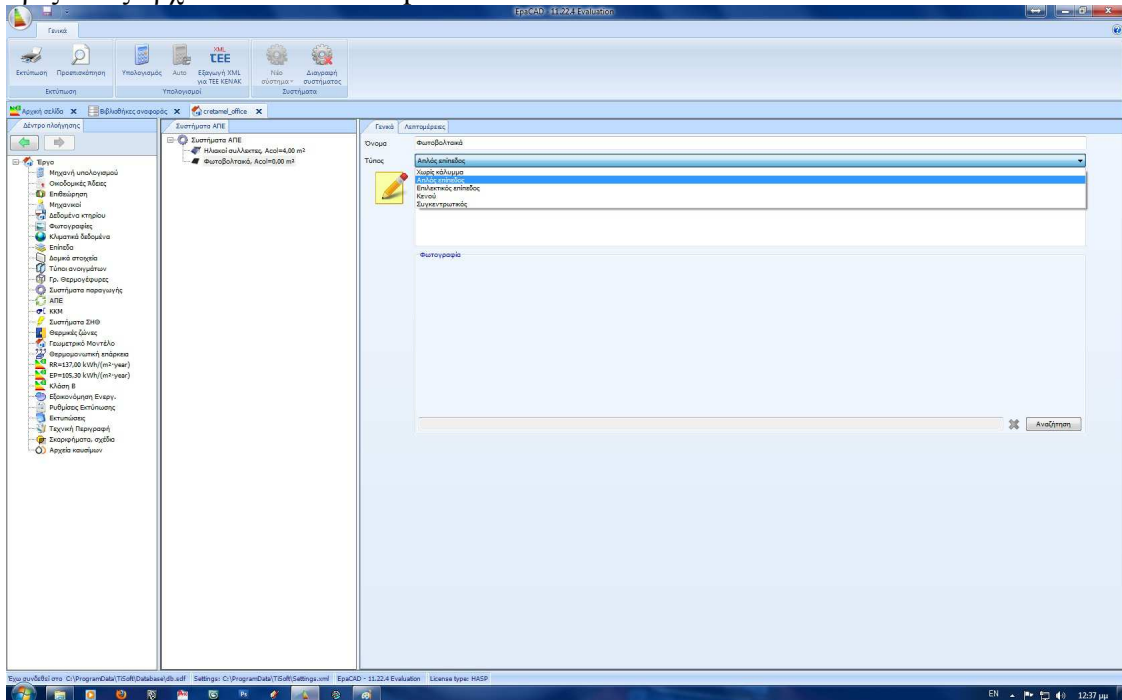
Εικόνα 0-6 - Ηλιακοί Συλλέκτες

Ενώ στην καρτέλα "λεπτομέρειες", έχουμε τη δυνατότητα να ορίσουμε τη χρήση τους, αν δηλδ, προορίζονται για ZNX, για Θέρμανση ή και για τα δυο, ενώ θα πρέπει να συμπληρώσουμε και στοιχεία που αφορούν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, αλλά και τον προσανατολισμό τους.



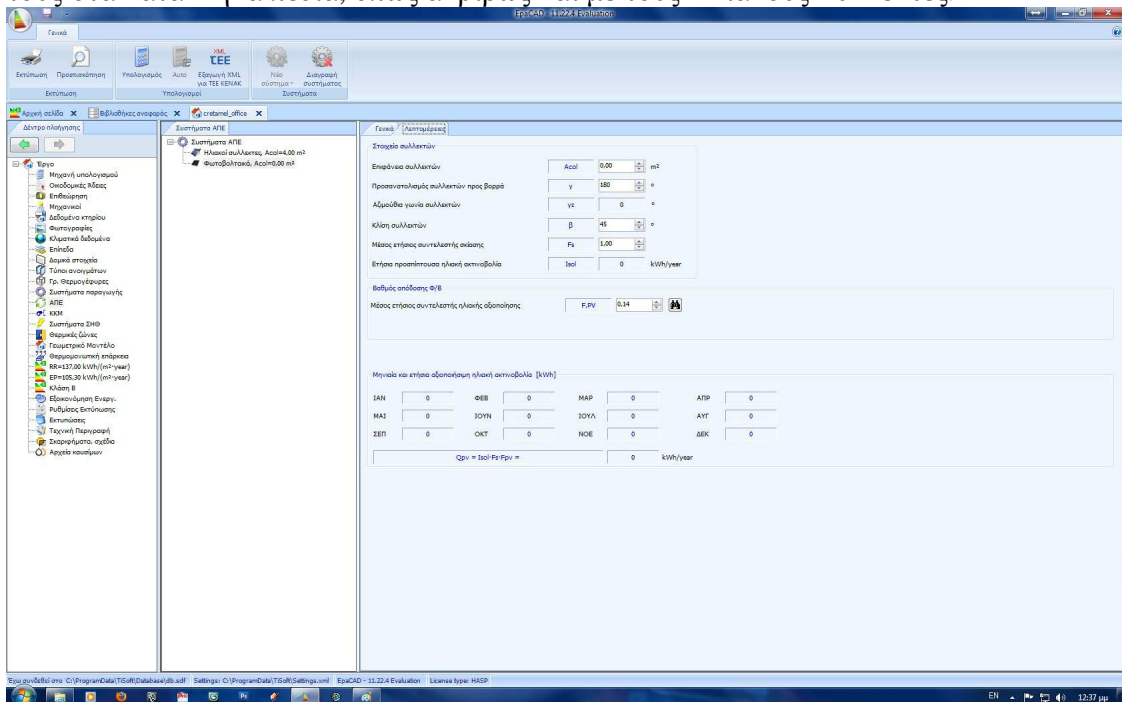
Εικόνα 0-7 - Ηλιακοί Συλλέκτες (Λεπτομέρειες)

Μπορούμε επίσης αν στο κτίριο υπάρχει εγκατεστημένη ή πρόκειται να εγκατασταθεί (σε περίπτωση μελέτης) σύστημα φωτοβολταϊκών να το προσθέσουμε ορίζοντας αρχικά τον τύπο των panel.



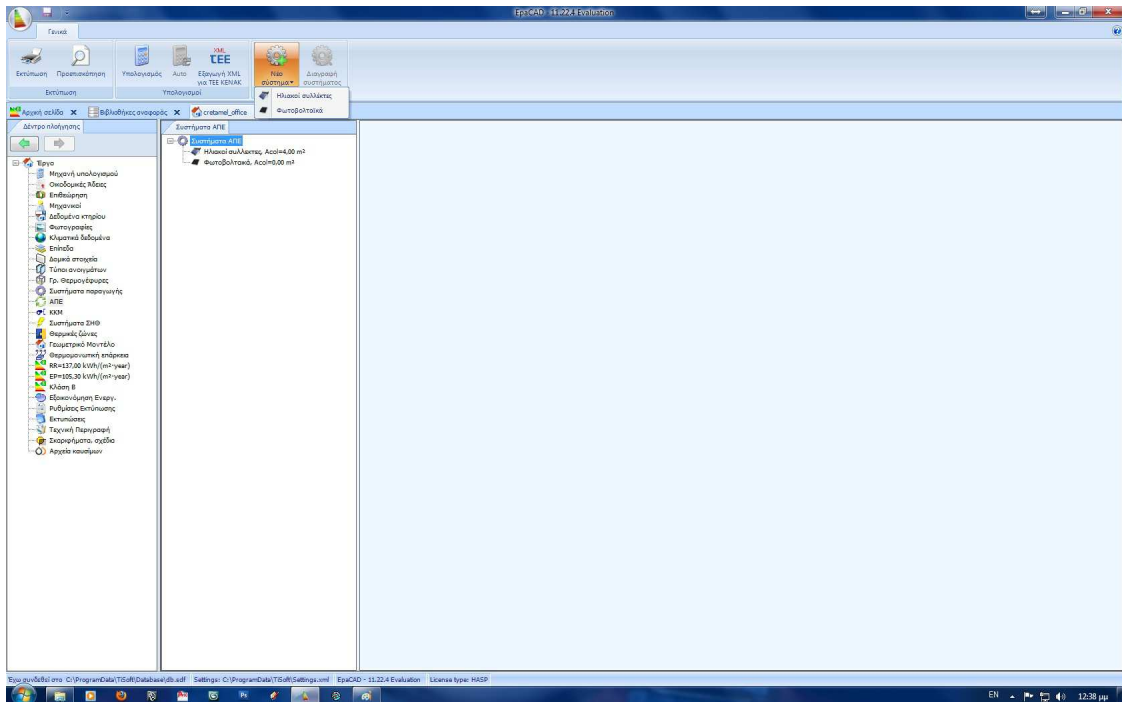
Εικόνα 0-8 - Φωτοβολταϊκά

Ενώ στην καρτέλα "λεπτομέρειες" να συμπληρώσουμε τα γεωμετρικά στοιχεία τους στα κατάλληλα πεδία, όπως ακριβώς και με τους Ηλιακούς Συλλέκτες.



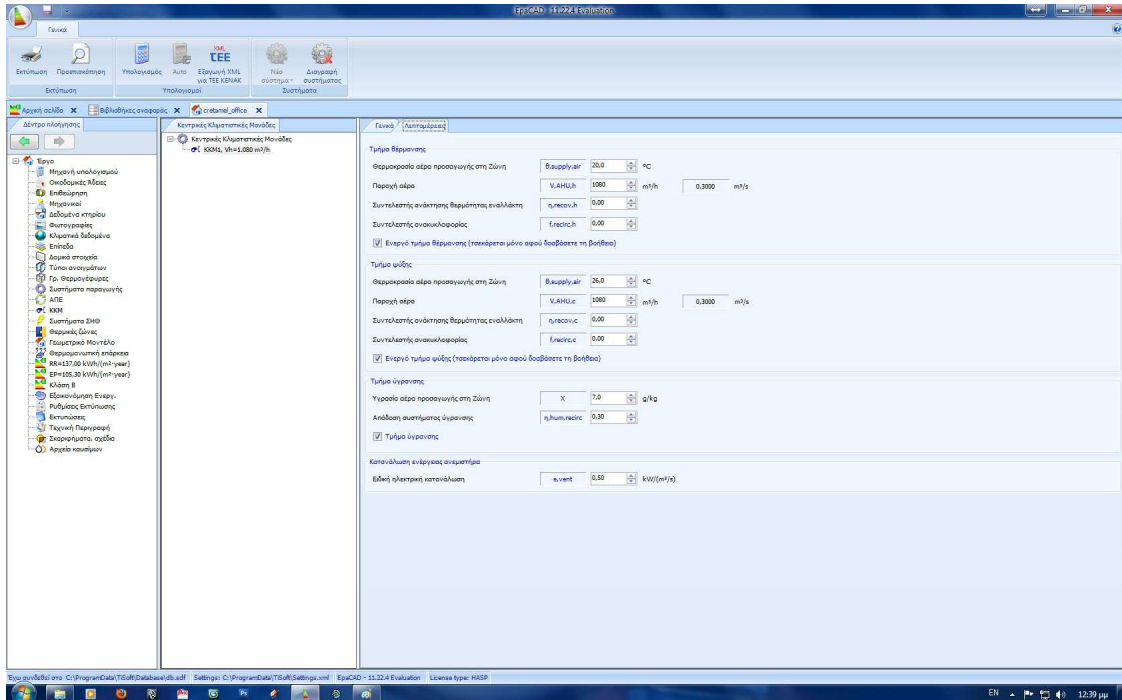
Εικόνα 0-9 - Φωτοβολταϊκά (Λεπτομέρειες)

Φυσικά αν έχουμε παραπάνω συστήματα, μπορούμε να τα προσθέσουμε επιλέγοντας "Νέο Σύστημα" στο πάνω μέρος της οθόνης μας.



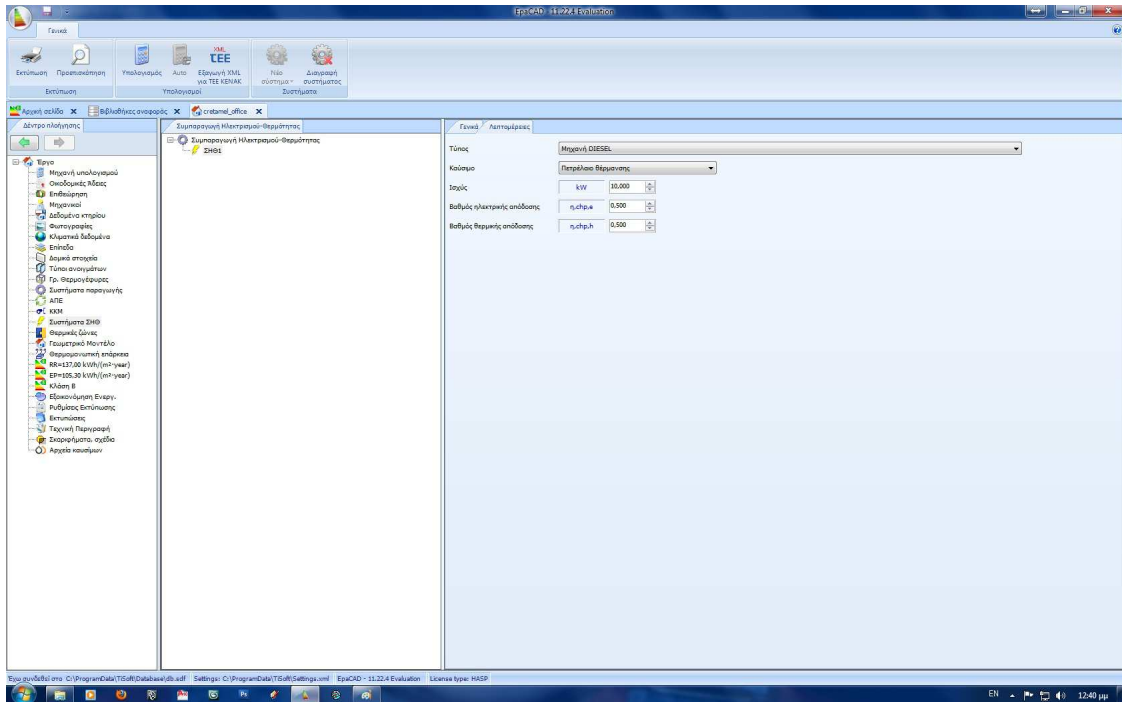
Εικόνα 0-10 - Προσθήκη ΑΠΕ

Στα κτίρια του τριτογενή τομέα είναι υποχρεωτικό ο αερισμός να γίνεται με τη χρήση μηχανικών μέσων. Συνεπώς η χρήση ΚΚΜ (Κεντρικής Κλιματιστικής Μονάδας) είναι μονόδρομος, όχι μόνο εξαιτίας του περιορισμού αυτού, αλλά και του όγκου των κτιρίων αυτών. Σε περίπτωση μη ύπαρξης μηχανικού αερισμού, θεωρείται ότι το υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτίριο του τριτογενούς τομέα διαθέτει σύστημα αερισμού παροχής νωπού αέρα σύμφωνα με τον πίν. 2.3 TOTEE 20701-1-1 2nd, με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου αναφοράς και χωρίς ανάκτηση θερμότητας / ψύξης.



Εικόνα 0-11 - ΚΚΜ

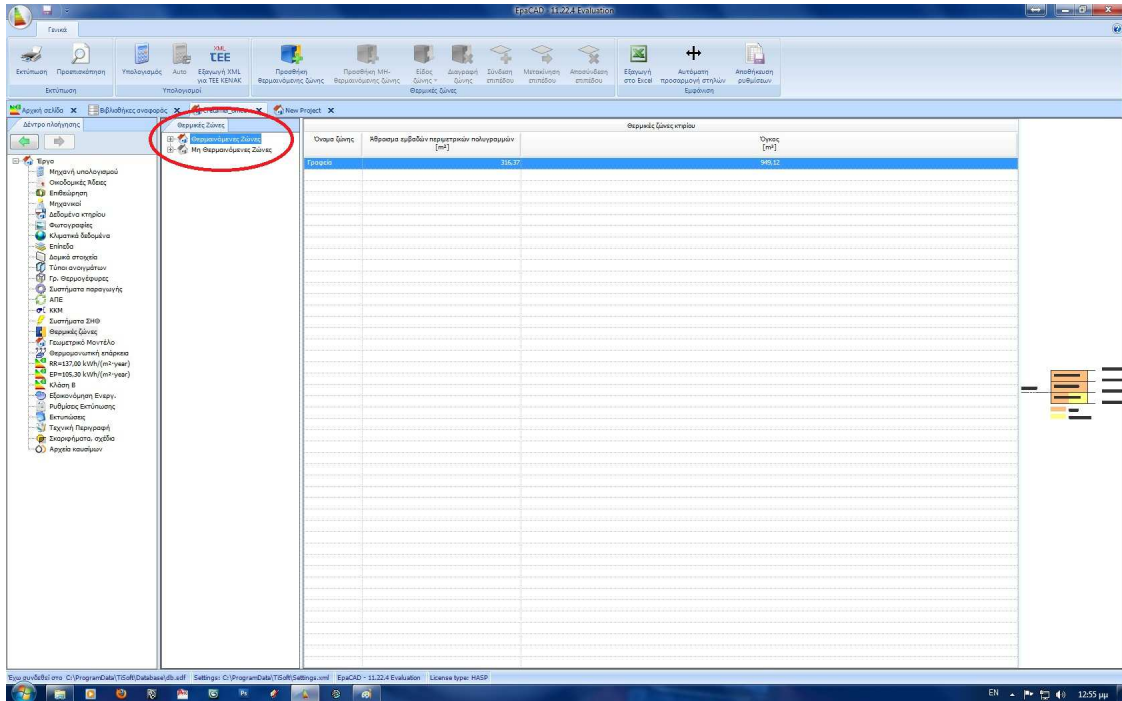
Στην περίπτωση που στο υπό μελέτη κτίριο υπάρχει ή πρόκειται να εγκατασταθεί κάποιο σύστημα συμπαραγωγής ενέργειας, τότε στην αντίστοιχη καρτέλα του προγράμματος θα πρέπει να ορίσουμε τον τύπο και το καύσιμο και την ισχύ του συστήματος καθώς και το βαθμό ηλεκτρικής και θερμικής απόδοσης



Εικόνα 0-12 - Συμπαραγωγή

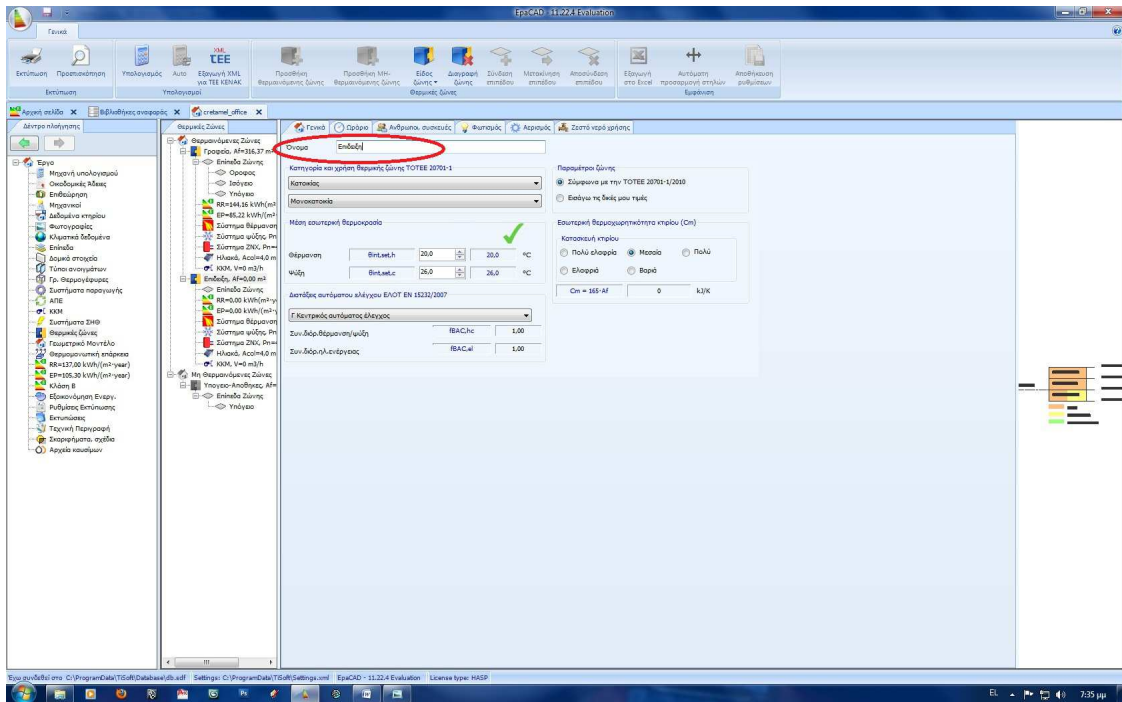
7. Θερμικές Ζώνες

Έχοντας ολοκληρώσει την εισαγωγή όλου του Η/Μ εξοπλισμού θα περάσουμε στη διαμόρφωση των θερμικών ζωνών. Οι "**Θερμικές Ζώνες**" στο EraCAD χωρίζονται, αρχικά, σε θερμαινόμενες και μη θερμαινόμενες.



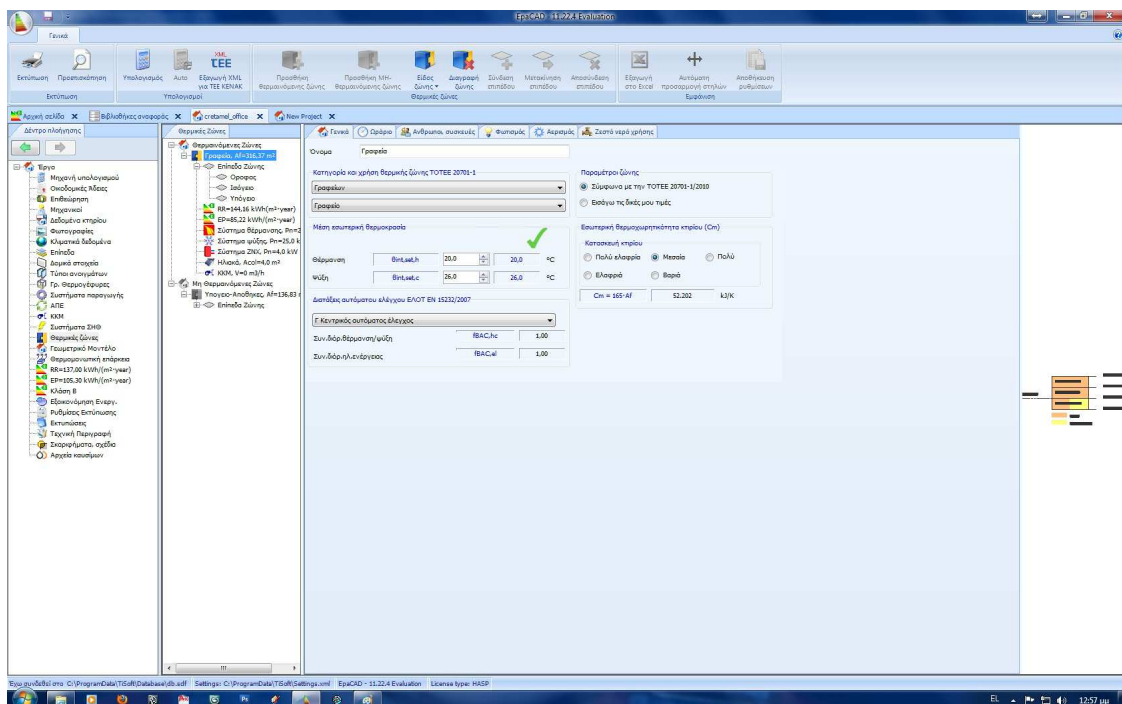
Εικόνα 0-1 - Θερμικές Ζώνες

Το πρόγραμμα θα δημιουργήσει αυτόματα μια θερμαινόμενη θερμική ζώνη, συνδέοντας ότι έχουμε κάνει έως τώρα σε αυτήν. Στην περίπτωση που έχουμε παραπάνω από μια θερμικές ζώνες (θερμαινόμενες), τότε επιλέγοντας στο πάνω μέρος της οθόνης μας το πλήκτρο "Προσθήκη Θερμαινόμενης Ζώνης" θα δημιουργήσουμε μια νέα ζώνη, την οποία μπορούμε να την μετονομάσουμε πατώντας πάνω της και αλλάζοντας το όνομα της στο κατάλληλο πεδίο.



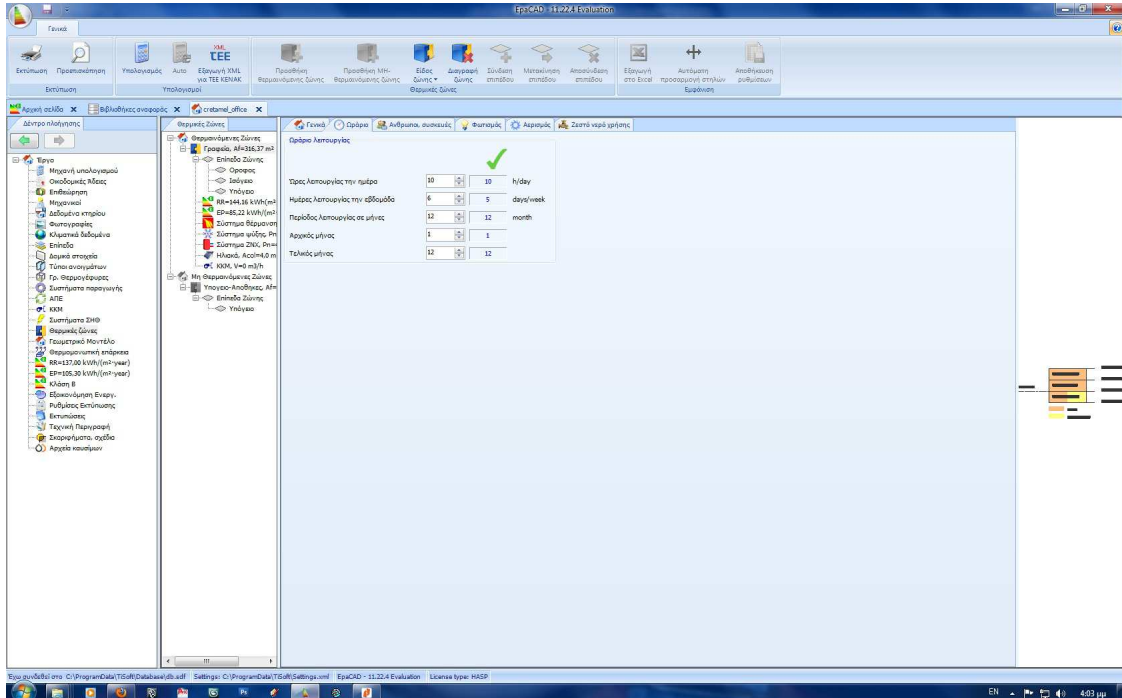
Εικόνα 50 - Δημιουργία Θερμικής Ζώνης

Στην υποκαρτέλα "Γενικά" μπορούμε εκτός από το όνομα να επιλέξουμε το είδος και την χρήση της ζώνης, την μέση εσωτερική θερμοκρασία, τον τρόπο ελέγχου της, το είδος της κατασκευής του κτιρίου καθώς και τον τρόπο εισαγωγής των παραμέτρων της ζώνης, που ουσιαστικά έχουν να κάνουν με τις συνθήκες και το ωράριο λειτουργίας. Επιλέγοντας, σύμφωνα με TOTEE 20701-1/2010, τότε οι τιμές είναι οι προκαθορισμένες της TOTEE. Σε περίπτωση όμως που υπάρχει κάποια ιδιομορφία σχετικά με αυτές, τότε μπορούμε να επιλέξουμε την εισαγωγή δικών μας τιμών. Η επιλογή αυτή επηρεάζει και τις υπόλοιπες υποκαρτέλες και φαίνεται από το πράσινο ν πάνω από τις τιμές.



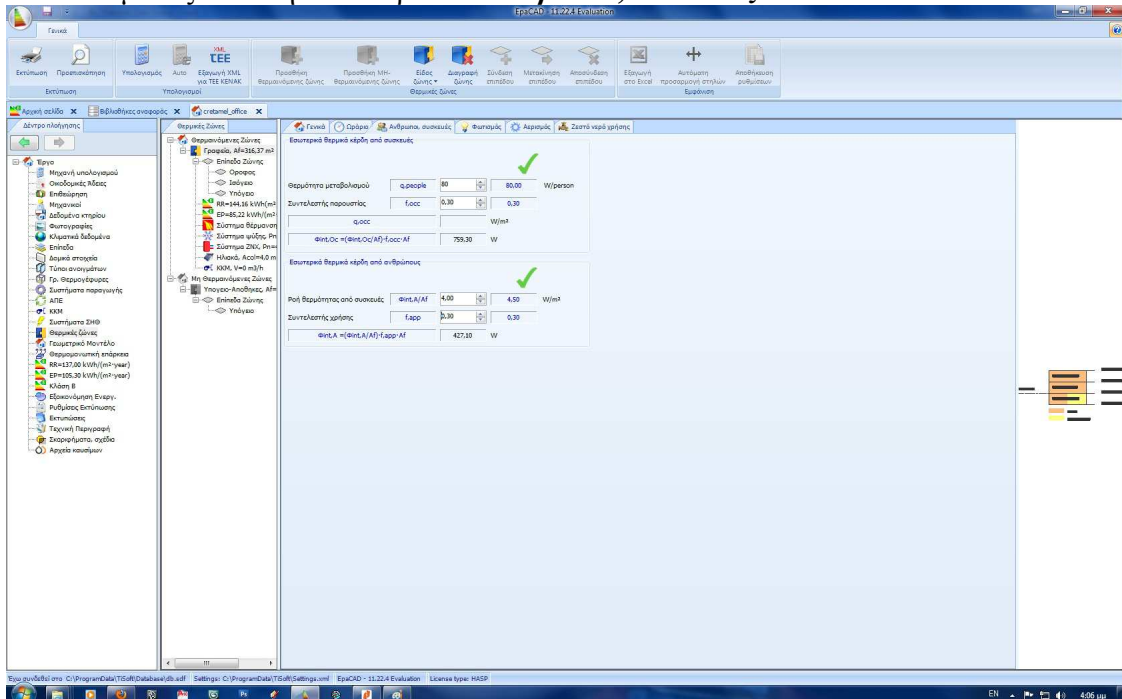
Εικόνα 51 - Θερμική Ζώνη (Γενικά)

Στην υποκαρτέλα "**Ωράριο**" μπορούμε να εισάγουμε το πραγματικό ωράριο της ζώνης διορθώνοντας τα κατάλληλα πεδία.



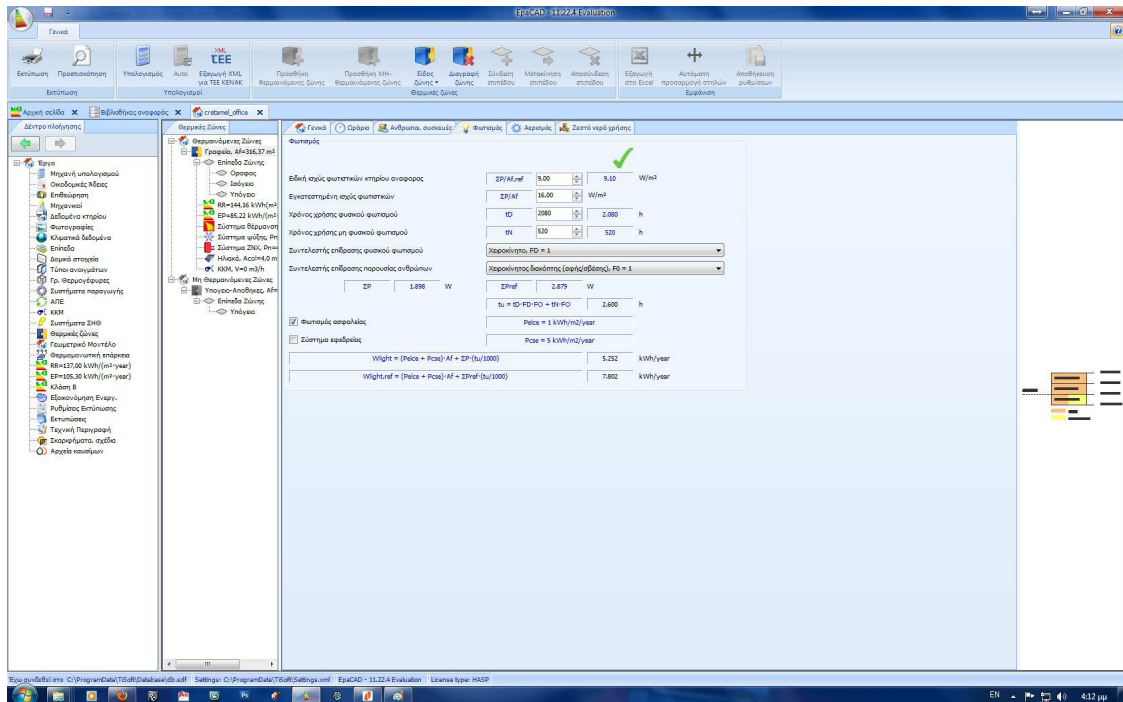
Εικόνα 52 - Θερμικές Ζώνες (Ωράριο)

Ομοίως και στην υποκαρτέλα "**Άνθρωποι, Συσκευές**".



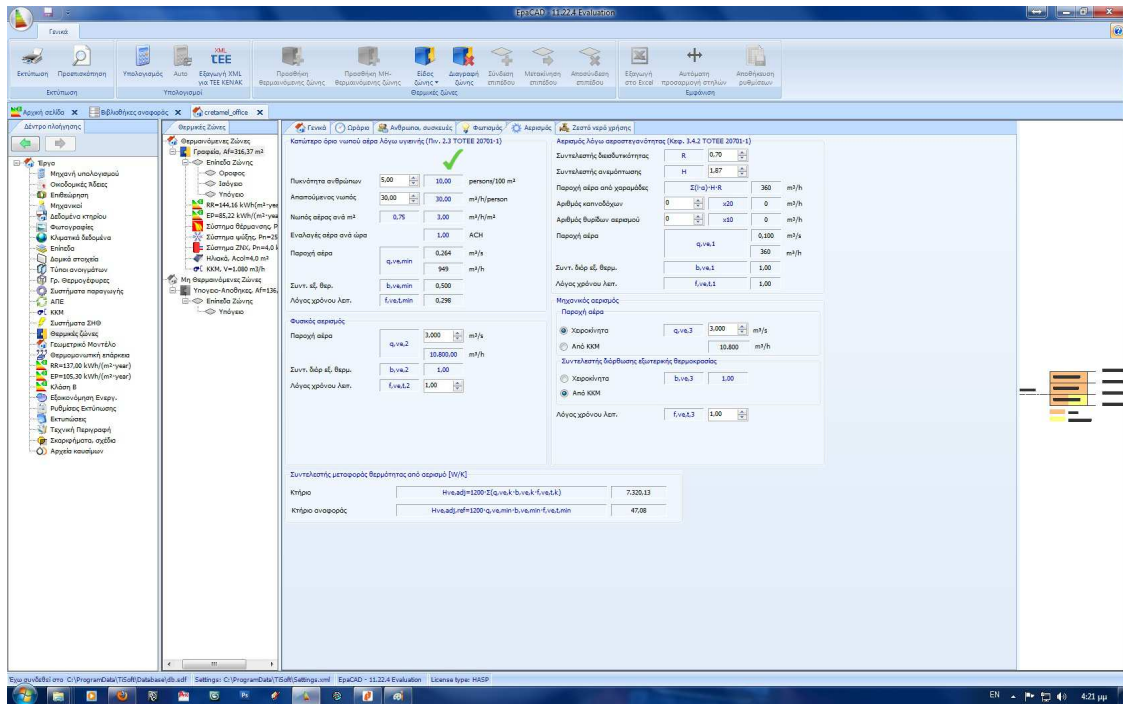
Εικόνα 53 - Θερμικές Ζώνες (Άνθρωποι, Συσκευές)

Στην υποκαρτέλα "**Φωτισμός**", θα πρέπει να συμπληρώσουμε την τιμή της εγκατεστημένης ισχύος των φωτιστικών στο κατάλληλο πεδίο. Επιπρόσθετα θα επιλέξουμε για το είδος των διακοπών (αν είναι απλοί χειροκίνητοι ή αν υπάρχει σύστημα αυτοματισμού), καθώς και για το αν υπάρχει σύστημα αυτοματισμού που τους αντικαθιστά (φωτοκύτταρο). Τέλος, θα ορίσουμε αν υπάρχει σύστημα εφεδρείας και φωτισμός ασφαλείας.



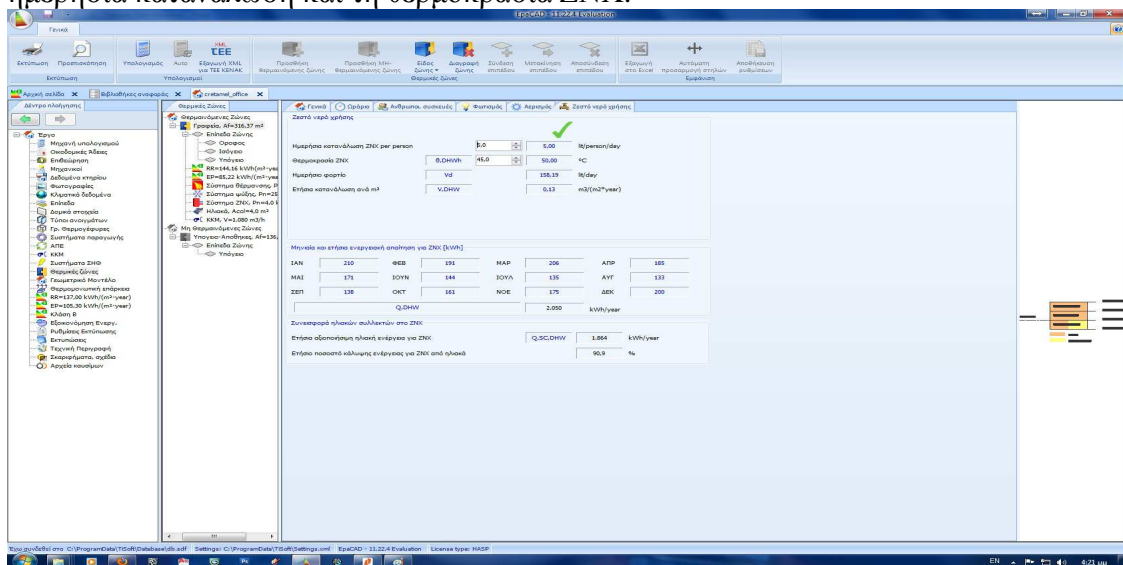
Εικόνα 54 - Θερμικές Ζώνες (Φωτισμός)

Στην υποκαρτέλα "**Αερισμός**" ορίζουμε μια σειρά από παραμέτρους που αναφέρονται στο αερισμό της θερμικής ζώνης. Θα διορθώσουμε, αν απαιτείται, τις τιμές για την πυκνότητα ανθρώπων και τον απαιτούμενο νωπό αέρα ανά άτομο, θα ορίσουμε την παροχή αέρα καθώς και αν αυτή είναι χειροκίνητη ή αυτόματα από την ΚΚΜ, καθώς επίσης και τον συντελεστή ανεμόπτωσης και διεισδυτικότητας. Τέλος αν υπάρχουν καπνοδόχοι ή θυρίδες αερισμού, αυτές θα πρέπει να συμπληρωθούν στα κατάλληλα πεδία.



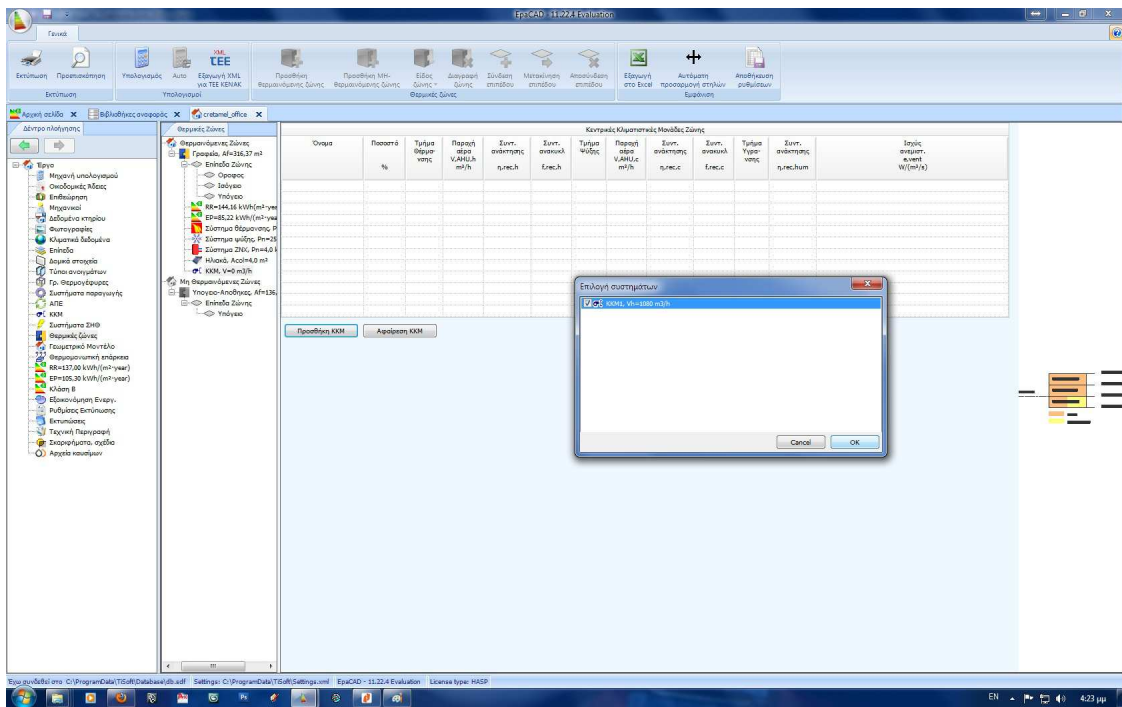
Εικόνα 55 - Θερμικές Ζώνες (Αερισμός)

Τέλος, στην υποκαρτέλα "**Ζεστό Νερό Χρήσης**" χρειάζεται να ελέγξουμε την ημερήσια κατανάλωση και τη θερμοκρασία ΖΝΧ.



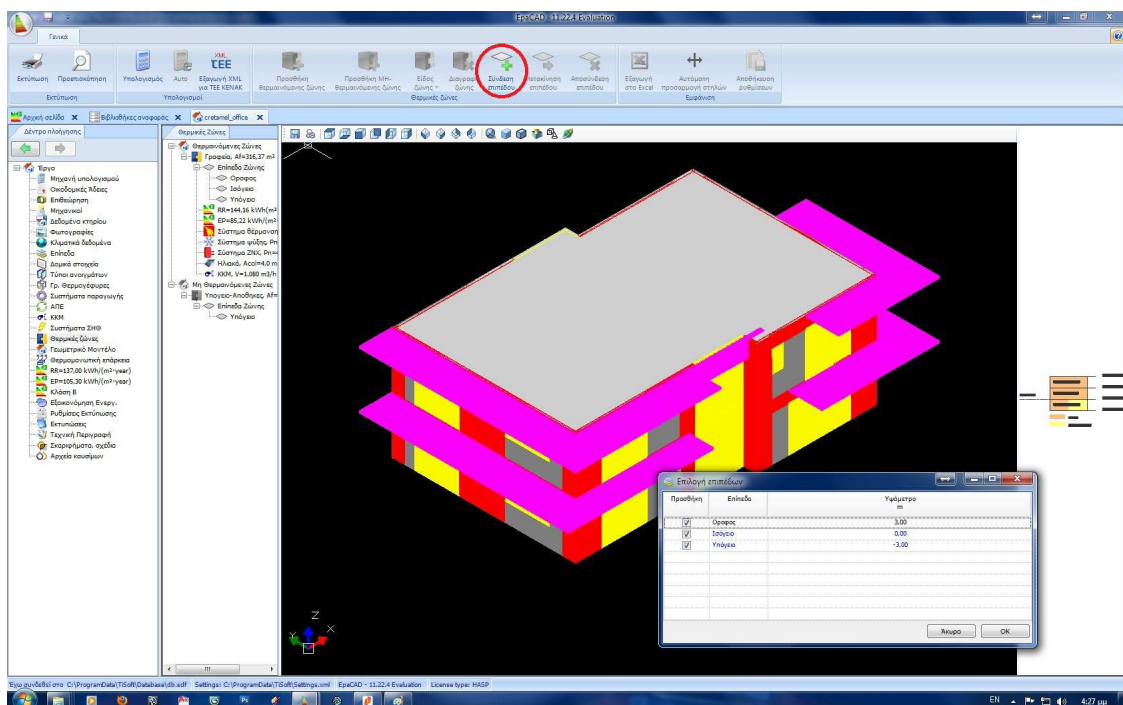
Εικόνα 56 - Θερμικές Ζώνες (ΖΝΧ)

Επόμενο βήμα είναι η αντιστοίχιση των συστημάτων στην εκάστοτε θερμική ζώνη. Πρέπει να ελεγχουμε στις υποκαρτέλες του συστήματος Θέρμανσης, Ψύξης, ZNX, Ηλιακών και ΚΚΜ, υπάρχει το κατάλληλο σύστημα (σε περίπτωση που έχουμε παραπάνω από ένα συστήματα ίδιου τύπου). Κανονικά το πρόγραμμα για περιπτώσεις ενός τύπου συστήματος με μια θερμική ζώνη κάνει μόνο του την αντιστοίχιση. Σε περίπτωση που αυτό δεν συμβεί ή έχουμε διαφορετικά συστήματα για διαφορετικές Θερμικές ζώνες τότε θα το συσχετίσουμε μόνοι μας. Η διαδικασία είναι πολύ απλή, απλά πηγαίνουμε στην υποκαρτέλα του συστήματος , πχ ΚΚΜ, πατάμε προσθήκη "συστήματος" (ΚΚΜ) και επιλέγουμε το σύστημα που θέλουμε.



Εικόνα 57 - Θερμικές Ζώνες (Αντιστοίχιση Συστήματος)

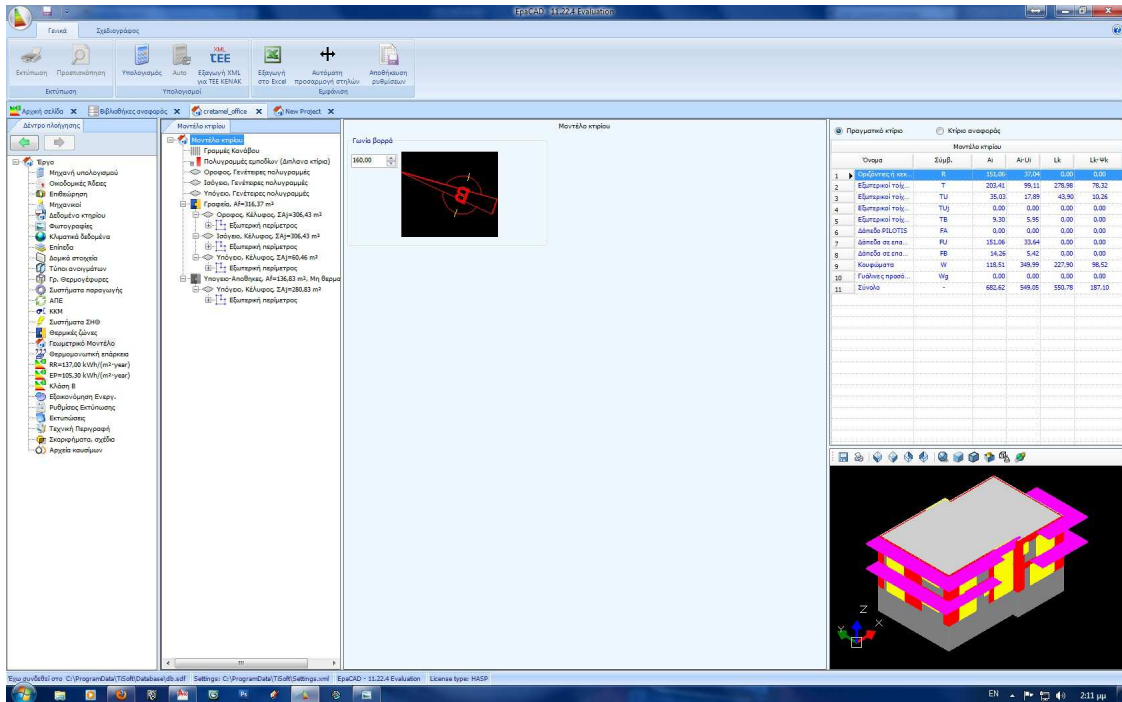
Τελειώνοντας με τις Θερμικές Ζώνες θα πρέπει να κάνουμε αντιστοίχιση των επιπέδων του κτιρίου. Η συγκεκριμένη διαδικασία μπορεί να γίνει και μετά την μοντελοποίηση του κτιρίου, αλλά είναι προτιμότερο να δειχθεί σε αυτό το σημείο, ώστε όλες οι διαδικασίες που απαιτούνται για τη συμπλήρωση των Θερμικών Ζωνών να είναι συγκεντρωμένες. Η διαδικασία και εδώ είναι πολύ απλή. Πατώντας αρχικά πάνω στο δέντρο πλοήγησης στο "**Επίπεδα Ζώνης**", θα επιλέξουμε από το πάνω μέρος της οθόνης μας το πλήκτρο "**Σύνδεση Επιπέδου**", αυτόματα θα ανοίξει ένα παράθυρο με όλα τα επίπεδα τα οποία έχουμε ορίσει στην καρτέλα "Επίπεδα", θα επιλέξουμε αυτό ή αυτά που θέλουμε και θα πατήσουμε OK. Τα επίπεδα έχουν πλέον συνδεθεί στην Θερμική Ζώνη. Με παρόμοιο τρόπο θα εργαστούμε και για τις μη θερμαινόμενες ζώνες, με τη διαφορά ότι εδώ εκτός από την αντιστοίχιση του επιπέδου δεν χρειάζεται να κάνουμε οποιαδήποτε άλλη ενέργεια.



Εικόνα 58 - Θερμικές Ζώνες (Σύνδεση Επιπέδου)

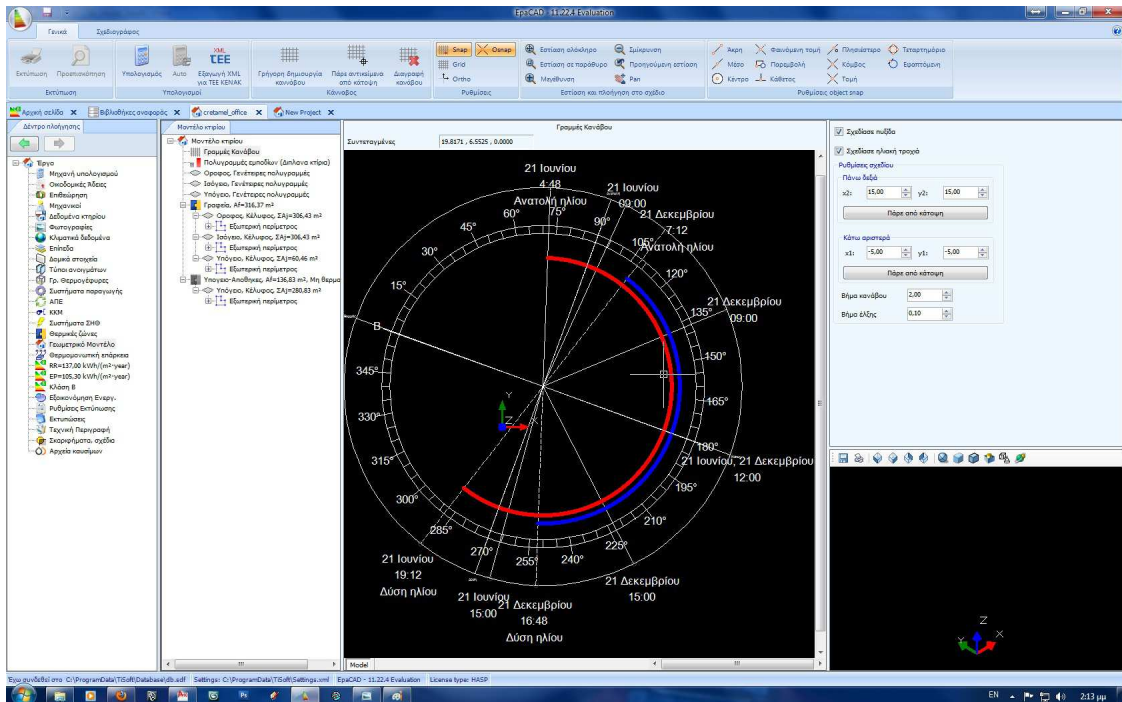
8. Μοντελοποίηση Κτιρίου

Επόμενο στάδιο, ίσως και το βασικότερο όλων στη μελέτη μας, είναι η μοντελοποίηση του κτιρίου. Έχοντας ήδη τις κατόψεις στα επίπεδα που αντιστοιχούν, θα βοηθούμε αρκετά. Αρχικά θα ορίζουμε τη γωνία του Βορρά ανάλογα με τον προσανατολισμό του κτιρίου μας.



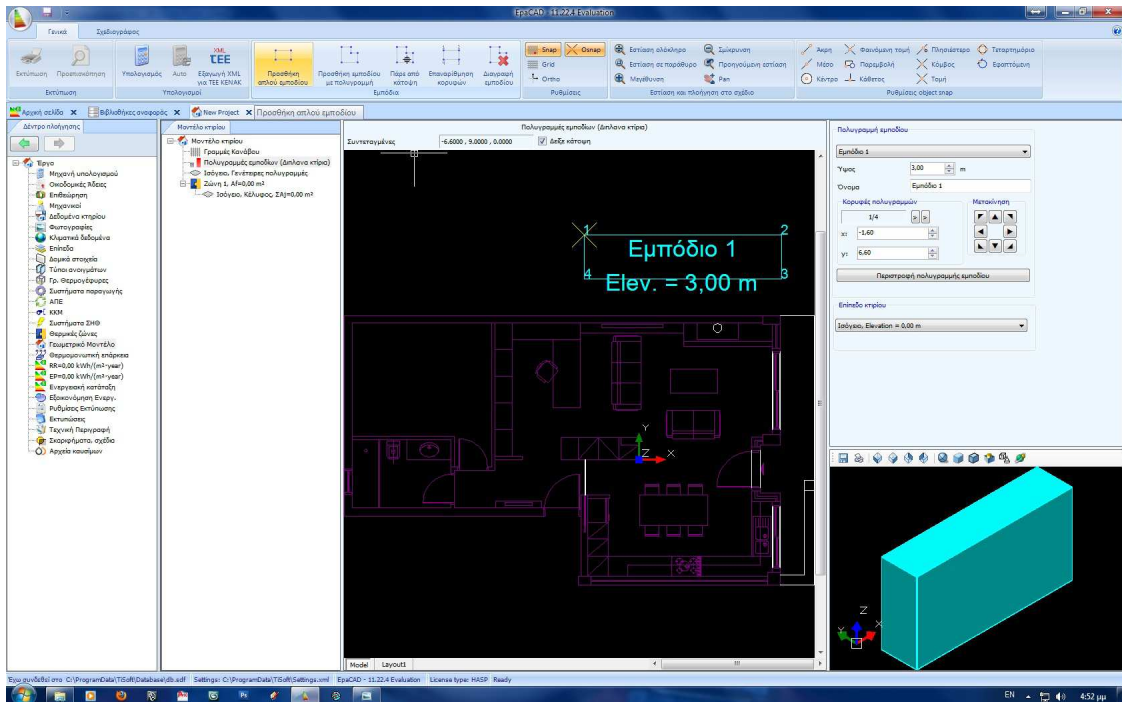
Εικόνα 59 - Μοντελοποίηση (Προσανατολισμός)

Στην υποκαρτέλα "**Γραμμές Κανάβου**", μπορούμε να δούμε και γραφικά τι σημαίνει για την Ηλιακή τροχιά ο προσανατολισμός του κτιρίου, ενώ μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα σχεδιαστικές Γραμμές (Κάναβος) στην περίπτωση που πρόκειται να σχεδιάσουμε το κτίριο μας χωρίς τις κατόψεις του. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν θα μας χρειαστεί. Σημαντικό επίσης είναι να δοθούν τα όρια του σχεδίου, ώστε τα σχέδια που θα παράγει το πρόγραμμα να είναι σωστότερα.



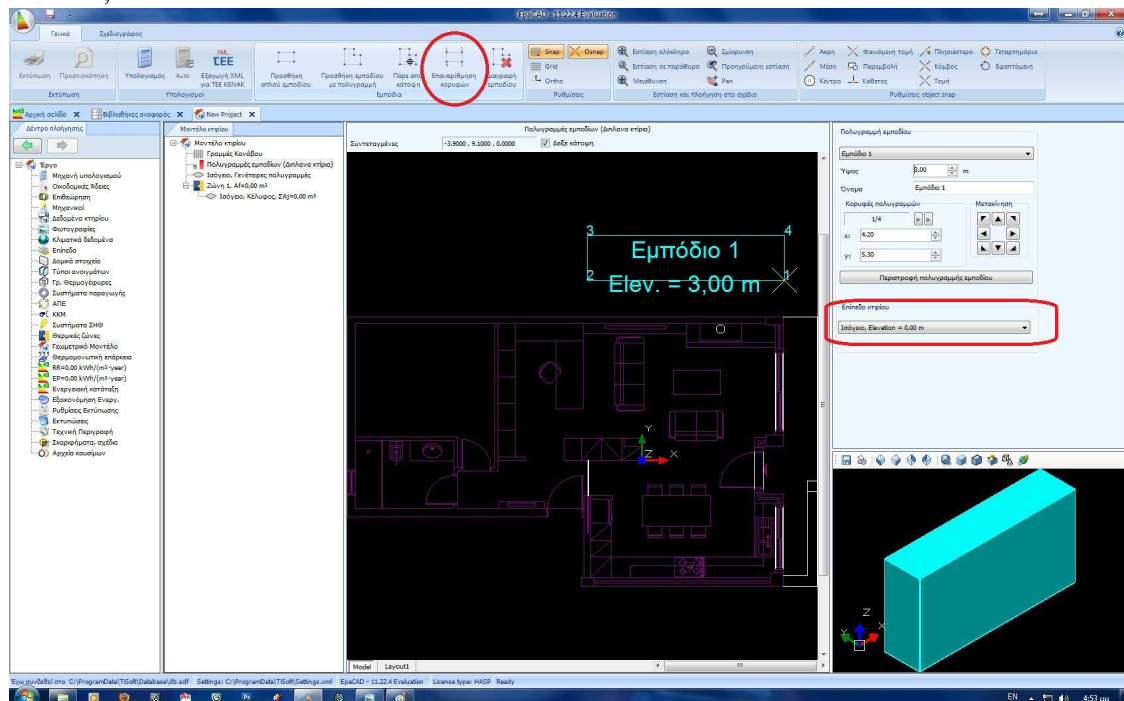
Εικόνα 60 - Μοντελοποίηση (Κάναβος)

Στην υποκαρτέλα **"Πολυγραμμές εμποδίων"** μπορούμε αν υπάρχουν να σχεδιάσουμε διπλανά εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης του κτιρίου. Μπορούμε να επιλέξουμε την επιλογή **"Προσθήκη απλού εμποδίου"** για να δημιουργήσουμε ένα απλό ορθογώνιο εμπόδιο, ή την επιλογή **"Προσθήκη εμποδίου με πολυγραμμή"** για να σχεδιάσουμε ένα ποιο σύνθετο εμπόδιο.



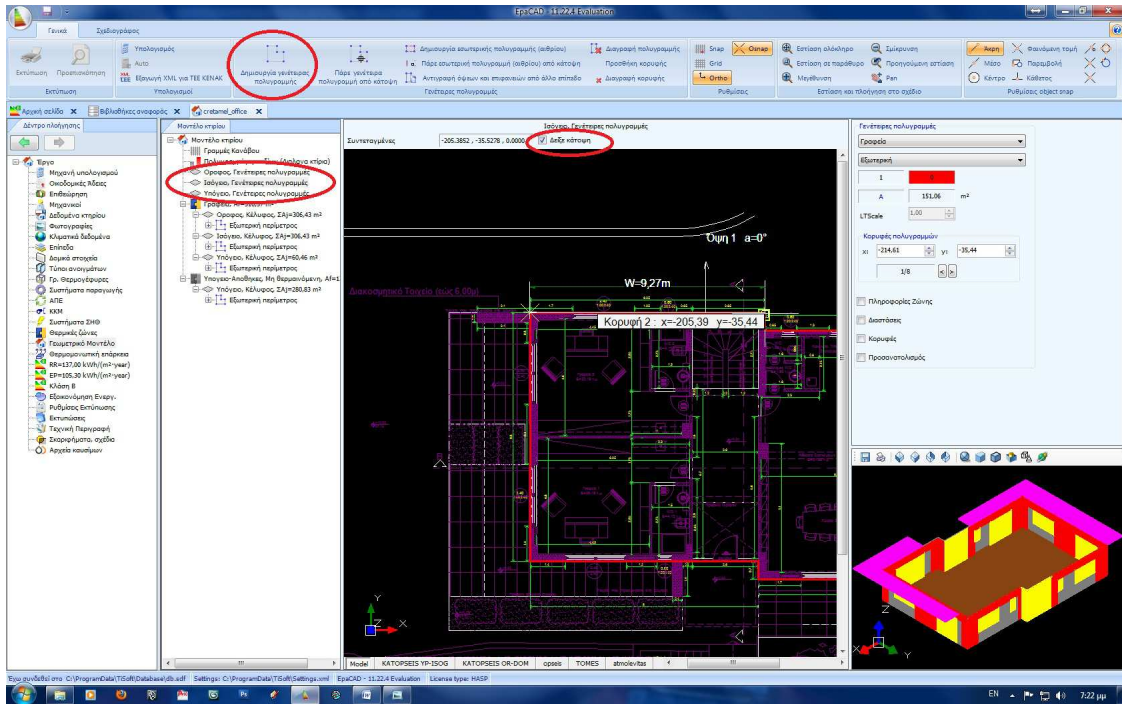
Εικόνα 61 - Μοντελοποίηση (Προσθήκη εμποδίου)

Πρέπει να προσέξουμε την αρίθμηση των κορυφών του εμποδίου, αφού από όλες τις κορυφές μίας πολυγραμμής εμποδίου, το πρόγραμμα χρησιμοποιεί στους υπολογισμούς της σκίασης από οριζόντια ΜΟΝΟ την πλευρά 1-2 της πολυγραμμής του εμποδίου. Με απλά λόγια η πλευρά 1-2 πρέπει να βλέπει το κτίριο που μελετάμε. Αν η πλευρά 1-2 δεν βλέπει το υπό μελέτη κτίριο τότε πατάμε την επιλογή "Επαναρίθμηση κορυφών". Στο δεξί τμήμα της οθόνης μπορούμε να αλλάξουμε το όνομα, το ύψος και τη θέση του εμποδίου, καθώς και σε πιο επίπεδο του κτιρίου αντιστοιχεί.



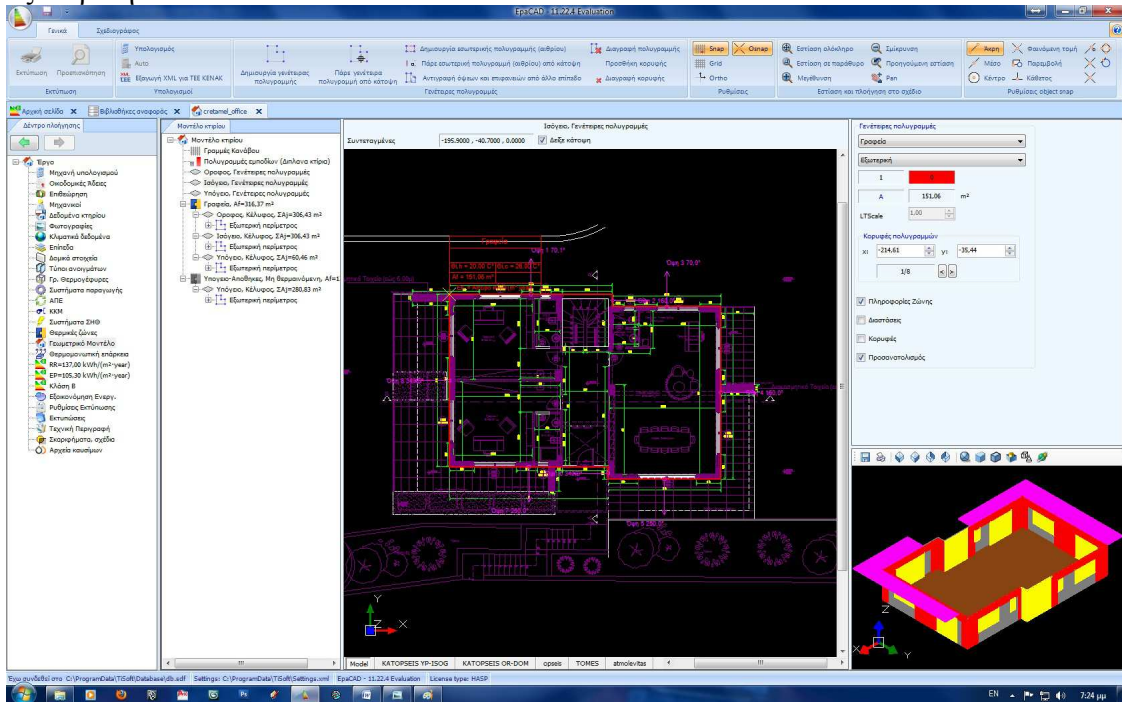
Εικόνα 62 - Μοντελοποίηση (Επαναρίθμηση Κορυφών)

Επόμενο βήμα είναι να αρχίσουμε να σχεδιάζουμε την πολυγραμμή του κάθε επιπέδου (περίγραμμα). Τα επίπεδα που έχουμε ορίσει φαίνονται στο δέντρο αριστερά κάτω ακριβώς από τις "Πολυγραμμές αμποδίων". Θα επιλέξουμε λοιπόν με ποιο επίπεδο θέλουμε να ξεκινήσουμε, θα επιλέξουμε το "Δείξε Κάτωψη" στο πάνω μέρος του σχεδιογράφου, θα ενεργοποιήσουμε το "Osnap" επιλέγοντας παράλληλα και σε ποια σημεία θέλουμε να κάνει "snap", συνήθως επιλέγοντας μόνο το "άκρη" μας αρκεί, και επιλέγοντας την επιλογή "**Δημιουργία γενέτειρας Πολυγραμμής**" θα ξεκινήσουμε να φτιάχνουμε το περίγραμμα του κτιρίου μας.



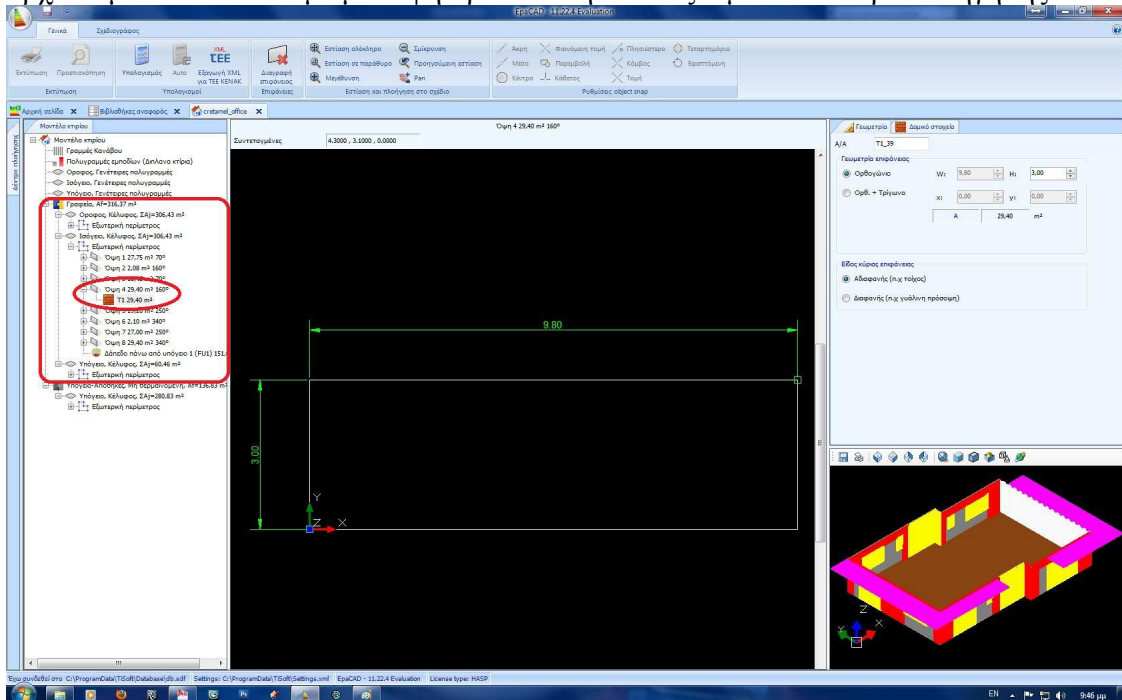
Εικόνα 63 - Μοντελοποίηση (Δημιουργία Πολυγραμμής)

Έχοντας ολοκληρώσει τη σχεδίαση της πολυγραμμής θα μας ζητηθεί αν θέλουμε να δημιουργηθούν οι όψεις, που θα επιλέξουμε "Ναι". Παράλληλα, μπορούμε να ενεργοποιήσουμε να βλέπουμε κάποια στοιχεία για το περίγραμμα, ενώ θα πρέπει να επιλέξουμε τη ζώνη στην οποία αντιστοιχεί καθώς και το αν είναι εσωτερική (αίθριο) ή εξωτερική.



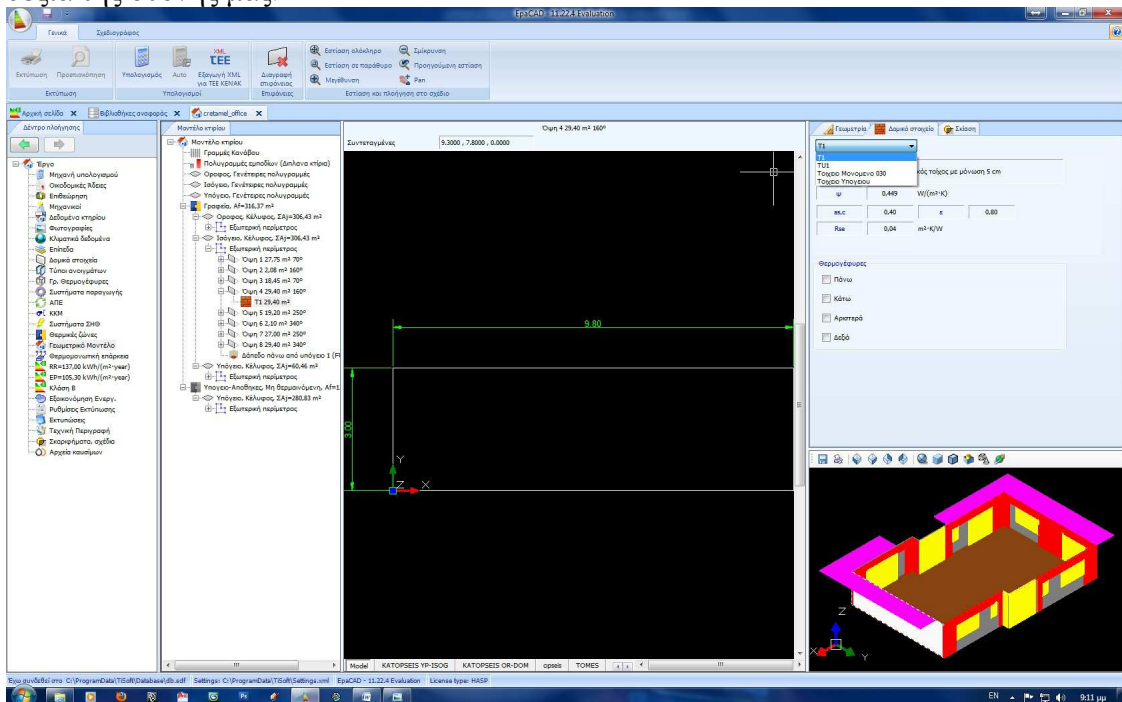
Εικόνα 64 - Μοντελοποίηση (Ολοκλήρωση Πολυγραμμής)

Μπορούμε να δούμε πλέον το μοντέλο του κτιρίου σε τρεις διαστάσεις στο κάτω δεξί μέρος της οθόνης μας και να αρχίσουμε να επεξεργαζόμαστε τις όψεις του. Για να αρχίσουμε να δουλεύουμε μια όψη αρκεί να την επιλέξουμε στο δέντρο πλοήγησης.



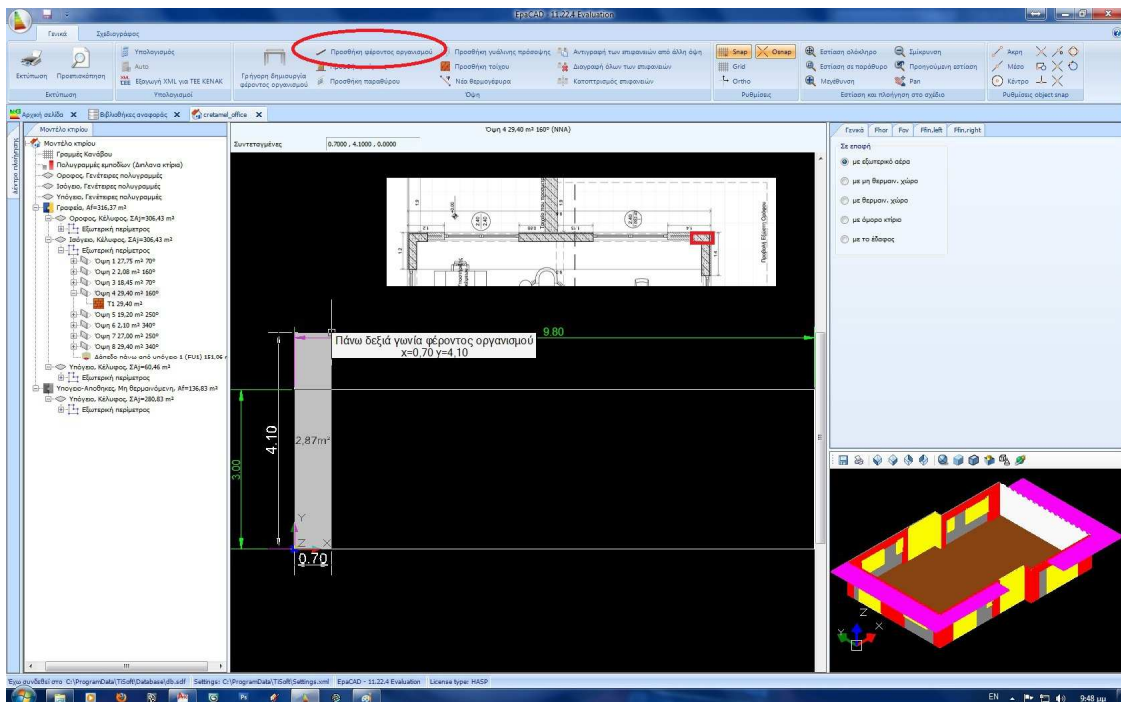
Εικόνα 65 - Μοντελοποίηση (Όψεις)

Ξεκινώντας βλέπουμε ότι αρχικά η όψη μας αποτελείται από μια επιφάνεια, το είδος της οποίας μπορούμε να το αλλάξουμε στην υποκαρτέλα "Δομικό Στοιχείο" στα δεξιά της οθόνης μας.



Εικόνα 66 - Μοντελοποίηση (Δομικό Στοιχείο Όψης)

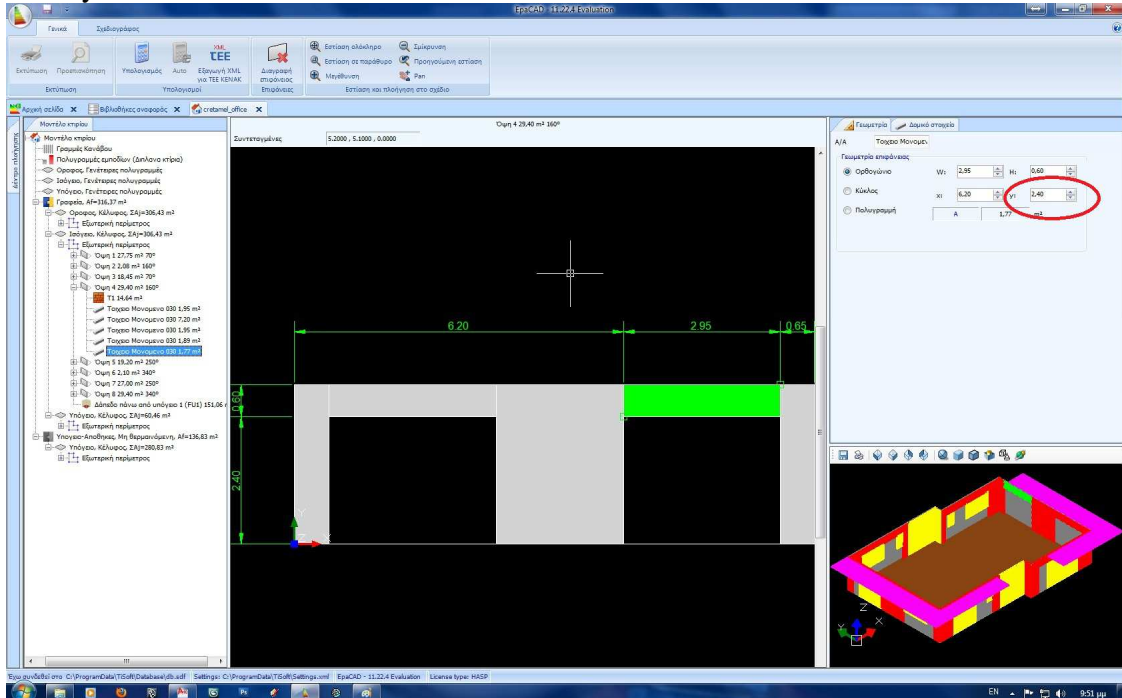
Έχοντας τώρα επιλεγμένη την όψη (και όχι το βασικό της στοιχείο) στο δέντρο πλοήγησης, μπορούμε να αρχίσουμε να εισάγουμε τα στατικά στοιχεία, τα ανοίγματα και τις θερμογέφυρες. Για να εισάγουμε το σκελετό του κτιρίου, αρκεί να επιλέξουμε "Προσθήκη Φέροντος Οργανισμού" και να σχεδιάσουμε με το ποντίκι ένα ορθογώνιο που θα πλησιάζει τις διαστάσεις και τη θέση του υποστυλώματος που θέλουμε να φτιάξουμε, το οποίο στη συγκεκριμένη περίπτωση φαίνεται στην εικόνα 62. Δεν είναι απαραίτητο να το σχεδιάσουμε ακριβώς, αφού έχουμε τη δυνατότητα να το τελειοποιήσουμε αμέσως μετά, πολύ πιο εύκολα. Παράλληλα στο δεξί μέρος της οθόνης μας μπορούμε να επιλέξουμε σε αυτή τη φάση με τι έρχεται σε επαφή η όψη μας (εξωτερικό αέρα, έδαφος, όμορο κτίριο κλπ)



Εικόνα 67 - Μοντελοποίηση (Προσθήκη Φέροντος Οργανισμού)

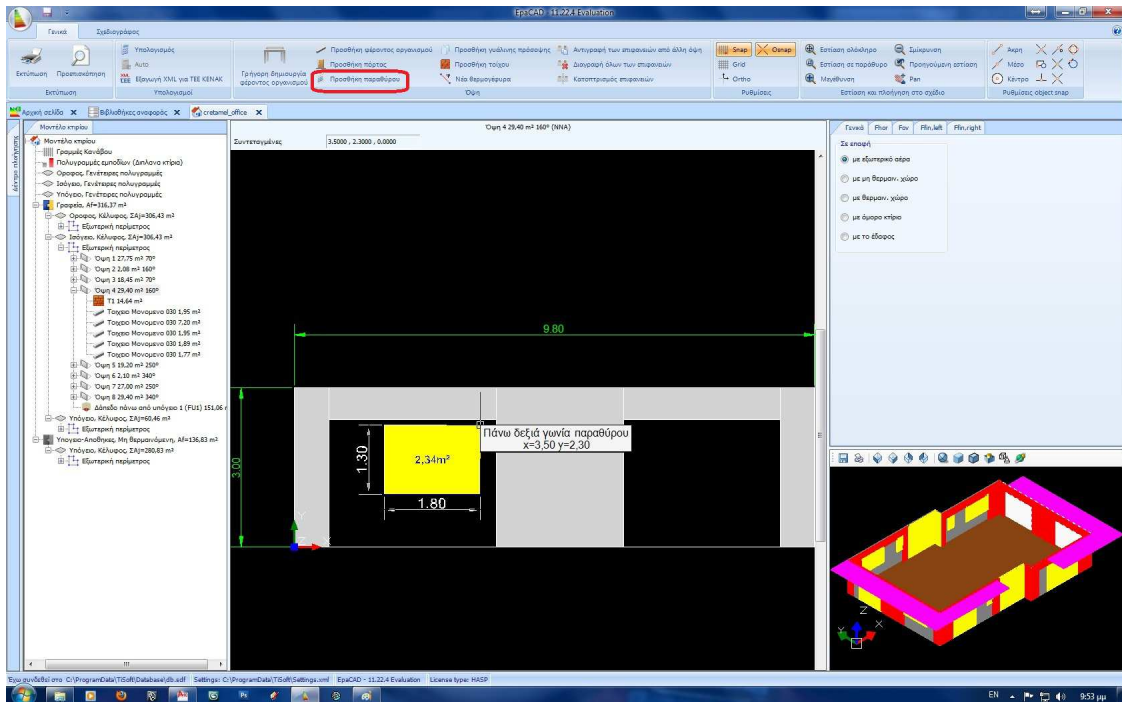
Πατώντας τώρα πάνω στο στοιχείο που δημιουργήσαμε στο δέντρο πλοήγησης, έχουμε τη δυνατότητα να αλλάξουμε τις διαστάσεις του και τη θέση του ώστε να συμπίπτει με τα νούμερα της κάτοησης. Στη συγκεκριμένη περίπτωση πλάτος 0,65 και ύψος 3,00μ. Ενώ απέχει 0,00μ από το σημείο 0 του x και 0,00μ από το σημείο μηδέν του y. Το σημείο 0 του x και του y συμβολίζεται με τα βελάκια στην κάτω αριστερά γωνία της όψης μας.

Με τον ίδιο τρόπο θα προσθέσουμε και τα υπόλοιπα υποστυλώματα, αλλά και τους δοκούς προσέχοντας όμως στην περίπτωση των δοκών την απόσταση από το σημείο 0 του y .



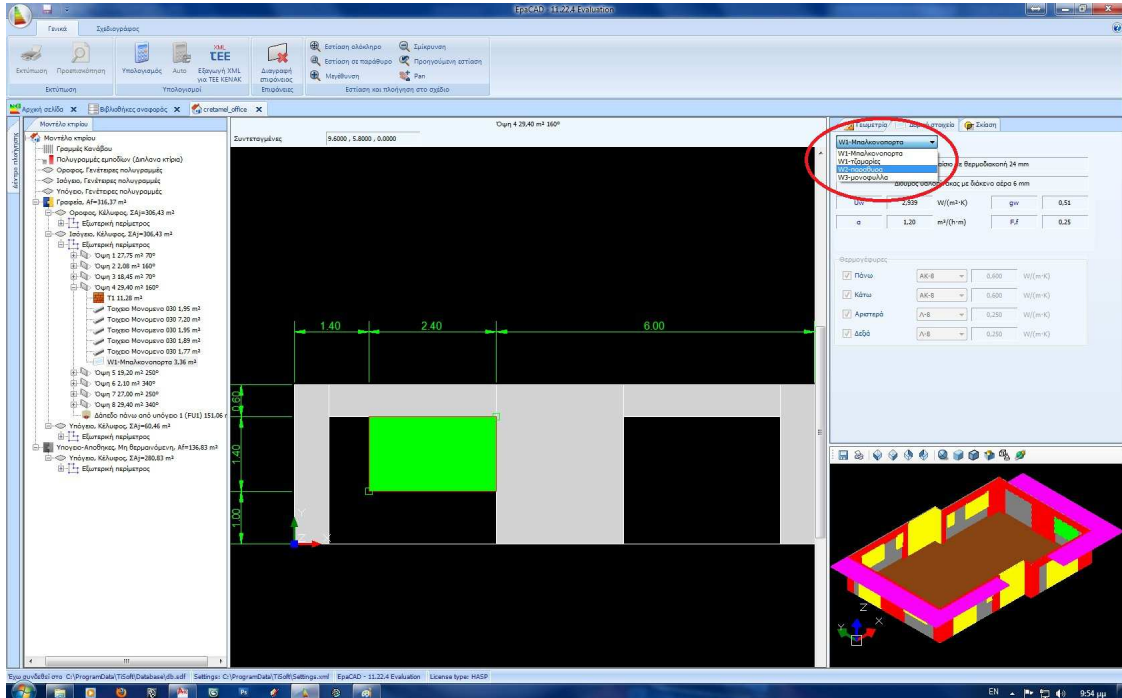
Εικόνα 70 - Μοντελοποίηση (Δοκοί)

Ολοκληρώνοντας με το φέρον οργανισμό θα προσθέσουμε τα ανοίγματα, επιλέγοντας "**Προσθήκη Παράθυρου**" και σχεδιάζοντας στο περίπου το κούφωμά μας αφού θα τελειοποιήσουμε διαστάσεις και θέση αμέσως μετά όπως ακριβώς και με τα υποστρώματα. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι πρέπει να επιλέξουμε την ανάλογη επιλογή για πόρτες ή γυάλινες προσόψεις.



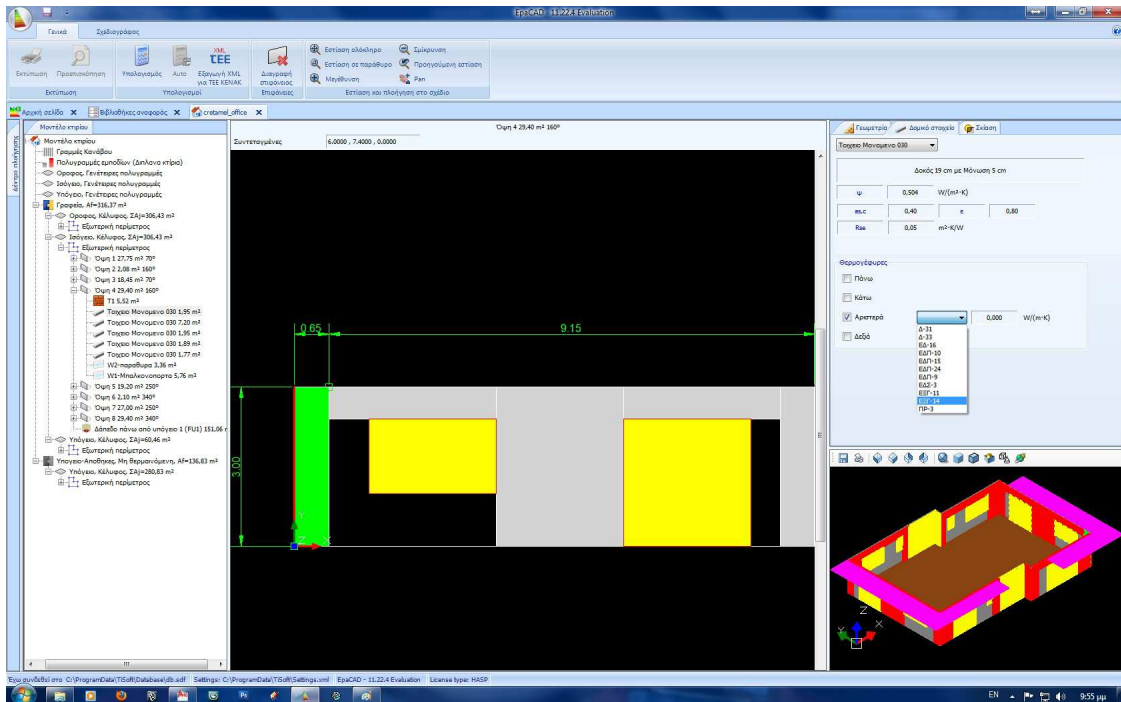
Εικόνα 71 - Μοντελοποίηση (Προσθήκη Ανοιγμάτων)

Περνώντας μετά στην υποκαρτέλα "Δομικά Στοιχεία" θα ορίσουμε το είδος του ανοίγματος επιλέγοντας από αυτά που έχουμε ήδη δημιουργήσει.



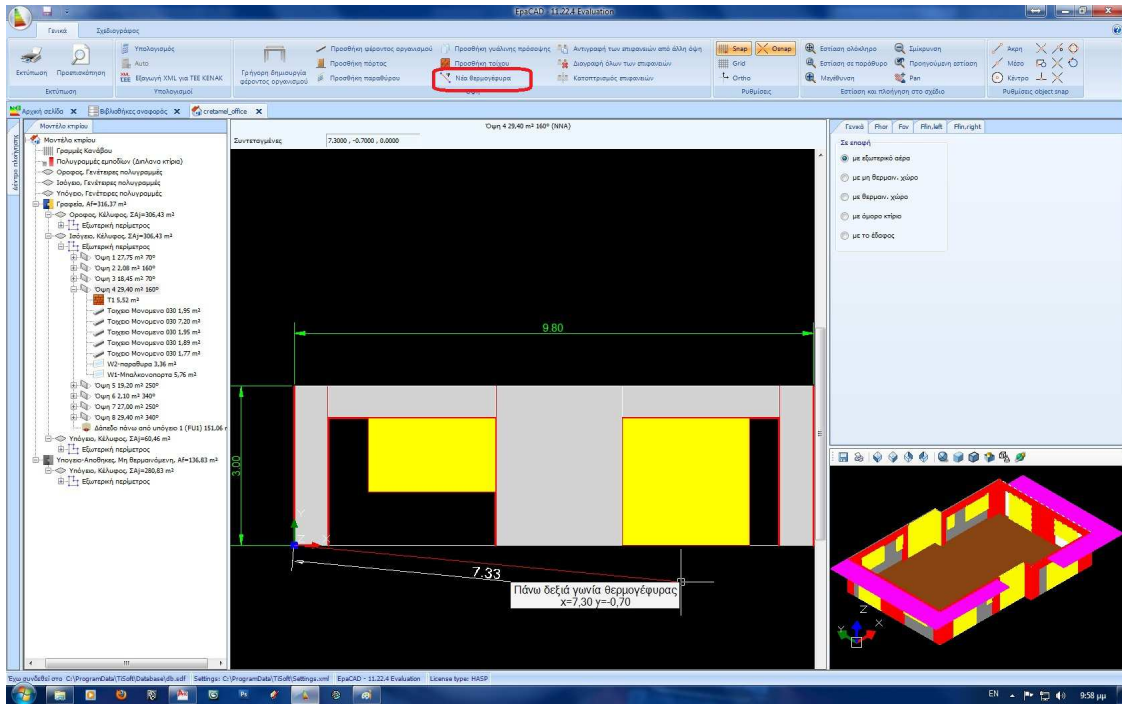
Εικόνα 72 - Μοντελοποίηση (Είδος Κουφώματος)

Αυτό που μένει πλέον είναι να ολοκληρώσουμε την όψη προσθέτοντας τις θερμογέφυρες. Για την εισαγωγή τους υπάρχουν δύο τρόποι. Ο πρώτος είναι επιλέγοντας το δομικό στοιχείο, στην υποκαρτέλα του "Δομικό Στοιχείο", μπορούμε να κλικάρουμε την πλευρά στην οποία θέλουμε να προσθέσουμε μια θερμογέφυρα και μετά να επιλέξουμε τον τύπο της από τη λίστα που έχουμε ήδη δημιουργήσει.



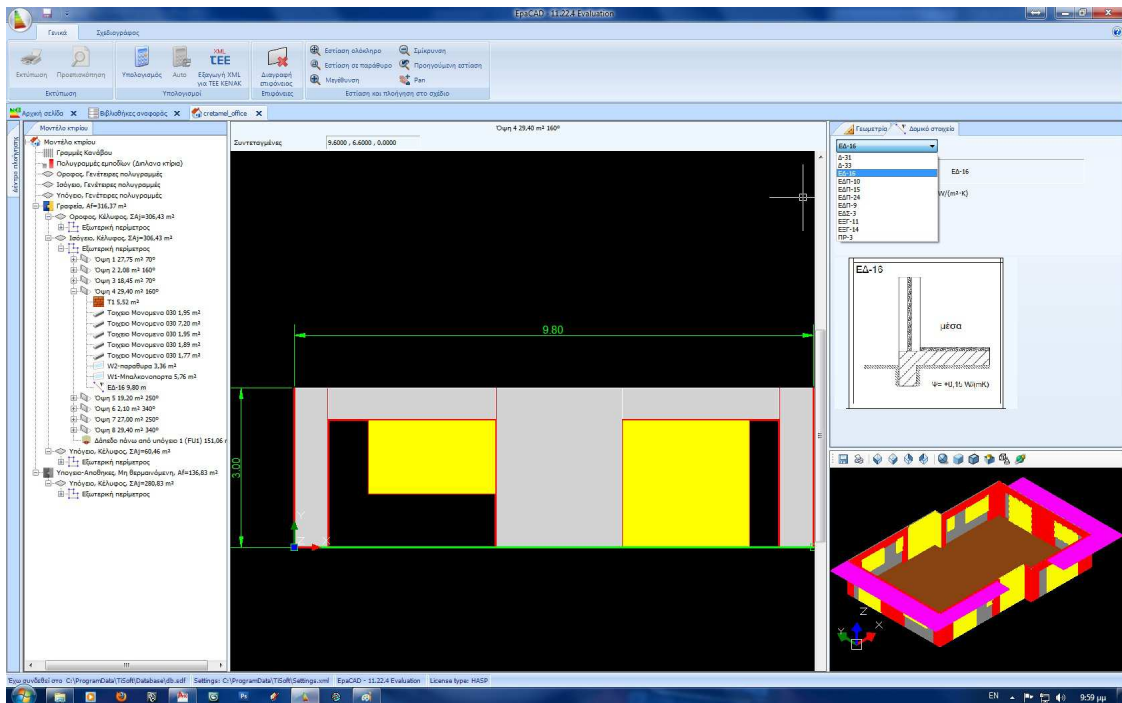
Εικόνα 73 - Μοντελοποίηση (Εισαγωγή Θερμογέφυρας)

Υπάρχουν όμως θερμογέφυρες που βρίσκονται στο βασικό στοιχείο της όψης (σενάζια) ή στις ενώσεις πλάκας - βασικού στοιχείου. Σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε τον δεύτερο τρόπο επιλέγοντας από το πάνω μέρος της οθόνης μας "Νέα Θερμογέφυρα" και σχεδιάζοντας μια γραμμή, στο σημείο που θέλουμε. Ομοίως τις ακριβείς διαστάσεις και τη θέση μπορούμε να τη δώσουμε στο τέλος.



Εικόνα 74 - Μοντελοποίηση (Εσαγωγή Θερμογέφυρας)

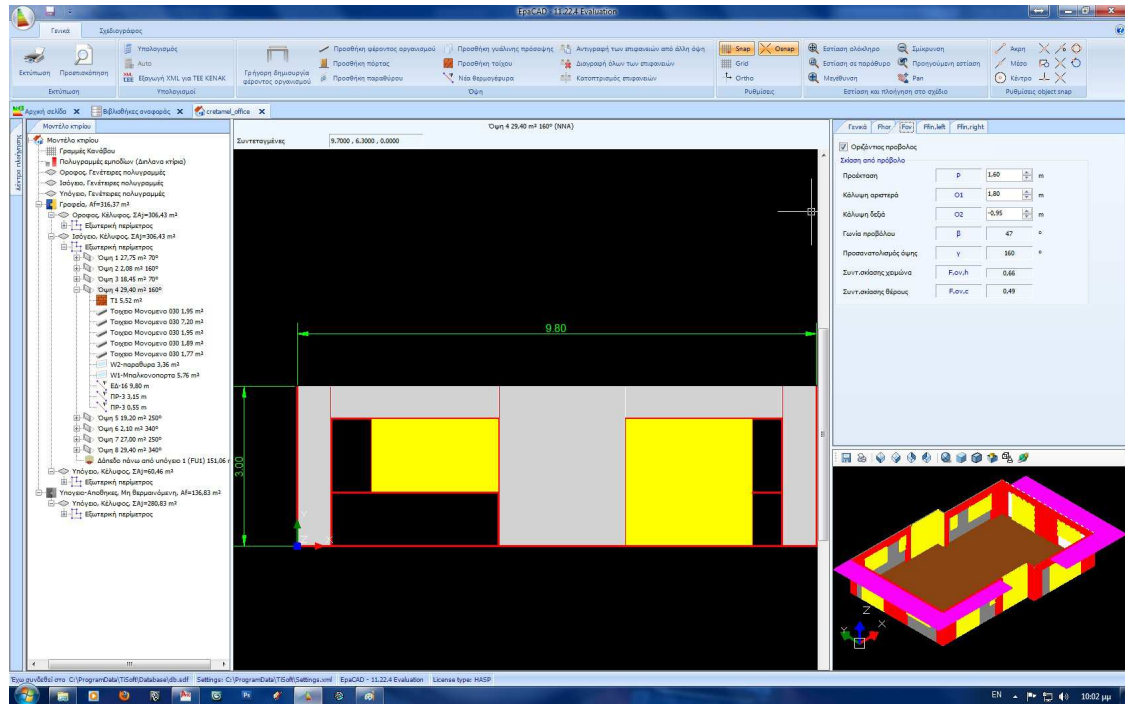
Και πάλι στην υποκαρτέλα "Δομικό Στοιχείο" θα πρέπει να ορίσουμε τον τύπο της.



Εικόνα 75 - Μοντελοποίηση (Τύπος Θερμογέφυρας)

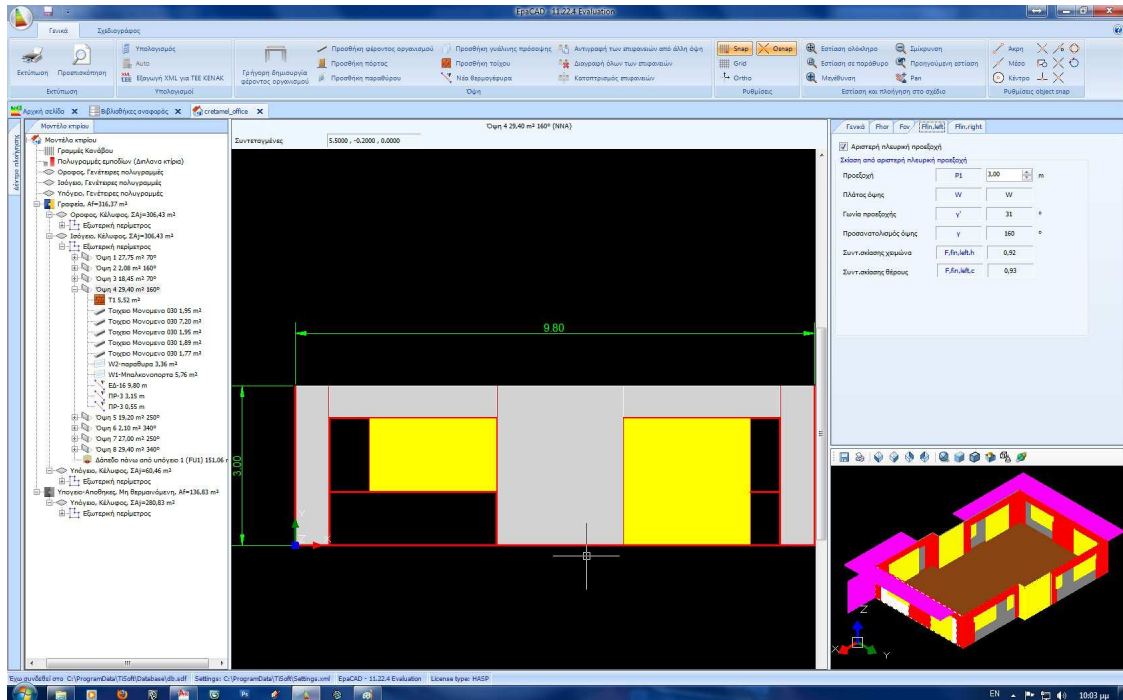
Στην όψη μας βλέπουμε πλέον με κόκκινο χρώμα όλες τις θερμογέφυρες. Παρατηρούμε ότι υπάρχουν και περιμετρικά των ανοιγμάτων, αυτό είναι λογικό αν θυμηθούμε ότι τις ορίσαμε στην ενότητα των κουφωμάτων.

Ένα άλλο στοιχείο, το οποίο όμως δεν είναι ορατό στην όψη, είναι οι πρόβολοι. Για να εισάγουμε ένα ν οριζόντιο πρόβολο (Εξώστη), αρκεί να επιλέξουμε την όψη και να πάμε στην υποκαρτέλα "Φον", όπου θα δώσουμε την προέκταση του, καθώς και την κάλυψη αριστερά και δεξιά. Αν στην περίπτωση ο πρόβολος είναι πιο μέσα από την άκρη της όψης, τότε η κάλυψη σε αυτή την πλευρά θα είναι αρνητική.



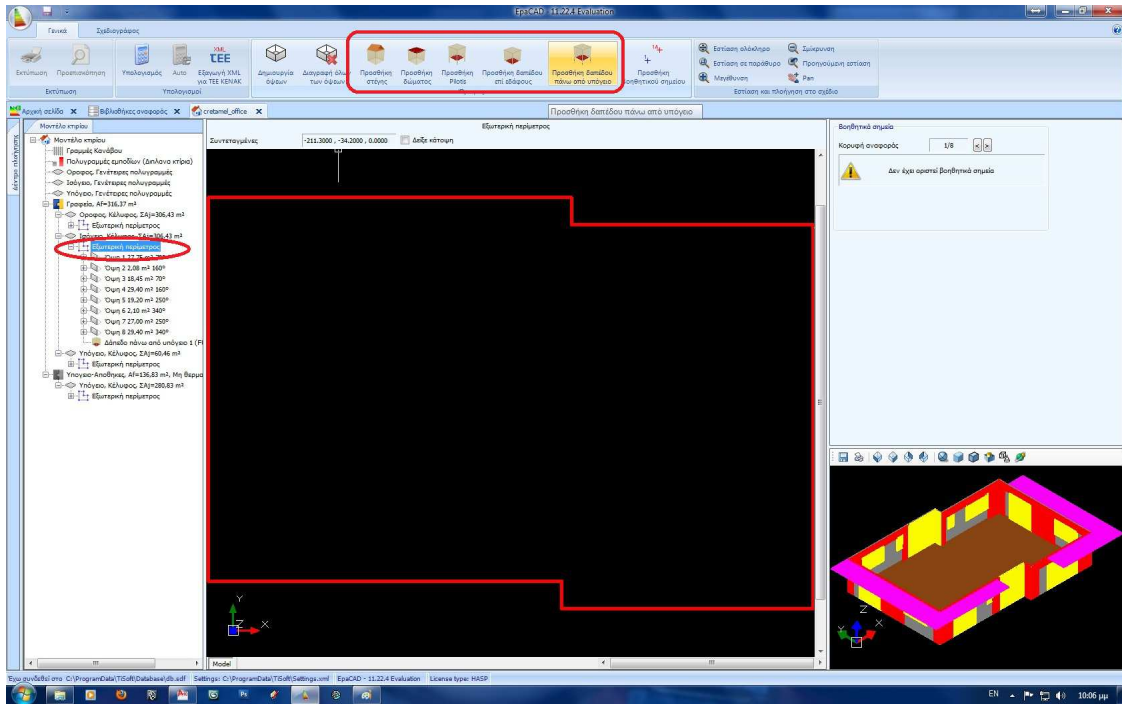
Εικόνα 76 - Μοντελοποίηση (Εισαγωγή οριζόντιου Προβόλου)

Μπορούμε να προσθέσουμε και κάθετους προβόλους (προεξοχές) στην υποκαρτέλα "Ffin,left & Ffin,right" για δεξιά και αριστερά.



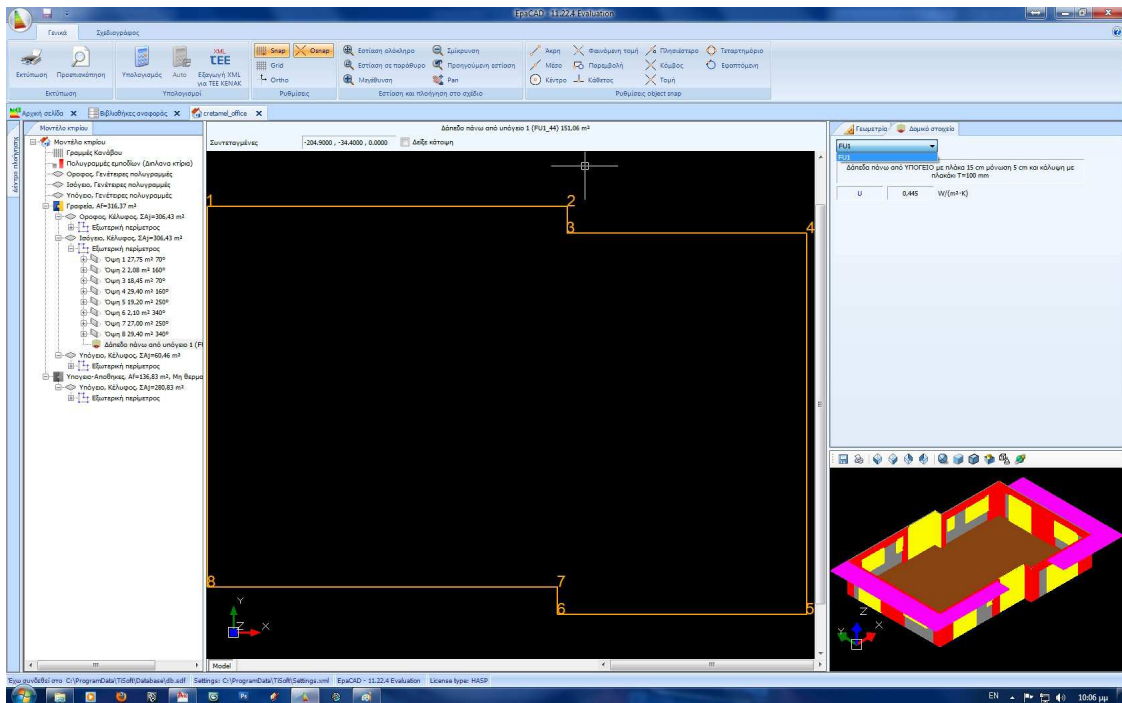
Εικόνα 77 - Μοντελοποίηση (Πλευρική Προεξοχή)

Για να "κλείσουμε" το επίπεδο θα πρέπει να προσθέσουμε πλάκες ανάμεσα στις θερμαινόμενες και μη θερμαινόμενες ζώνες (Οροφή Υπογείου), καθώς και πλάκες όπου υπάρχει επαφή με το περιβάλλον (Pilotis, Οροφή). Ανάλογα έτσι με το επίπεδο το οποίο δουλεύουμε θα επιλέξουμε μία από τις επιλογές προσθήκης πλάκας στο πάνω μέρος της οθόνης, έχοντας επιλέξει πρώτα την "Εξωτερική περίμετρο" στο δέντρο πλοήγησης.



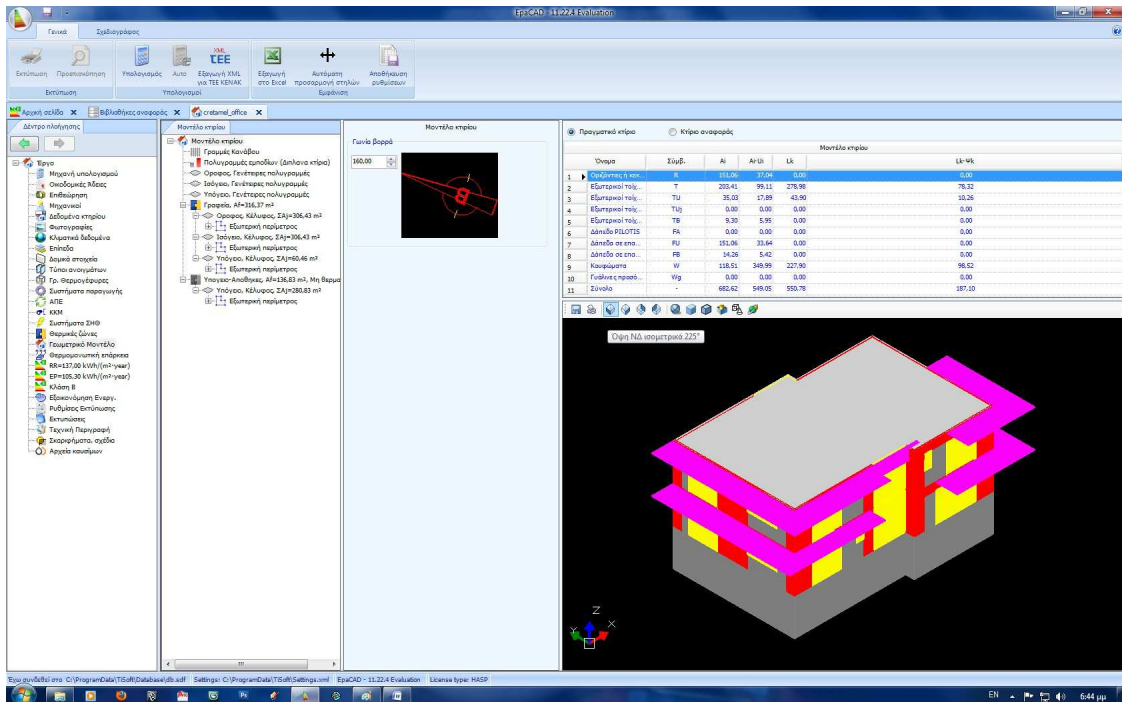
Εικόνα 78 - Μοντελοποίηση (Προσθήκη Πλάκας)

Τον τύπο της πλάκα μπορούμε να τον αλλάξουμε στην υποκαρτέλα "Δομικό Στοιχείο" με ένα από αυτούς που έχουμε ήδη δημιουργήσει.



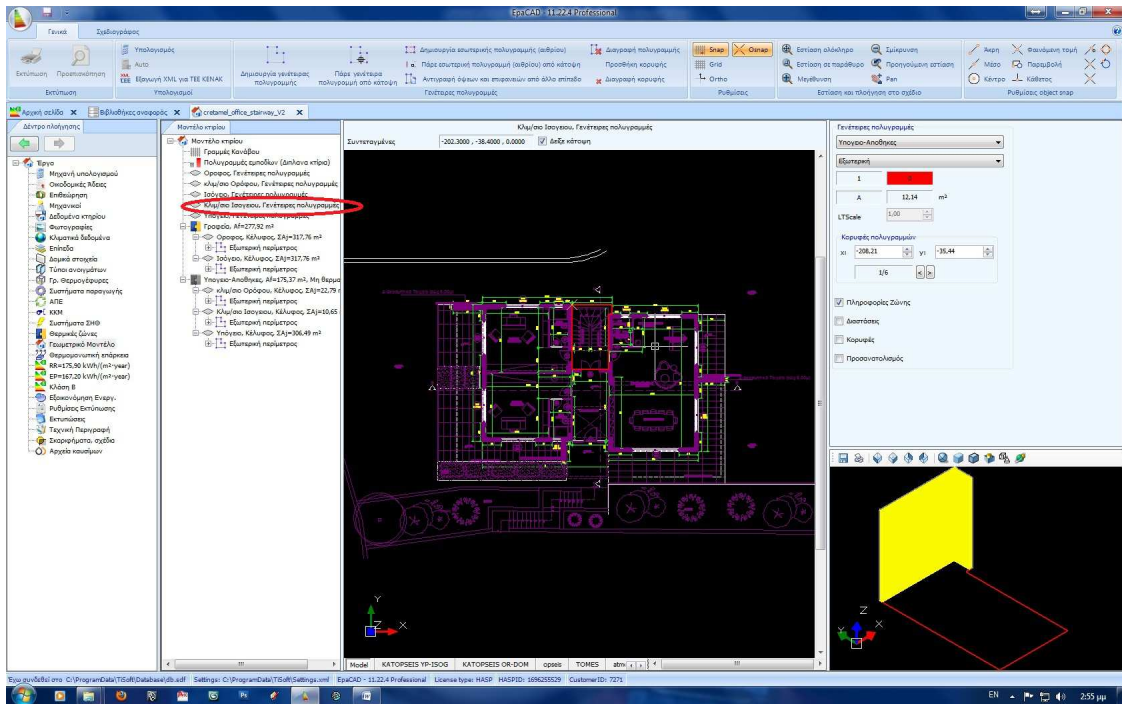
Εικόνα 79 - Μοντελοποίηση (Τύπος Πλάκας)

Η ίδια διαδικασία θα πρέπει να επαναληφθεί για όλες τις όψεις όλων των επιπέδων, αλλάζοντας κάθε φορά το είδος της πλάκας, ανάλογα με το επίπεδο, καθώς και τα δομικά στοιχεία ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις. Όταν ολοκληρώσουμε ολόκληρο το μοντέλο θα έχουμε ένα αποτέλεσμα σαν και αυτό που βλέπουμε στην εικόνα 75 και ουσιαστικά θα έχει τελειώσει η μελέτη μας.



Εικόνα 80 - Τελικό Μοντέλο

Στην περίπτωση που έχουμε παραπάνω από μια θερμικές ζώνες στο ίδιο επίπεδο ή συνδυασμό θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων στο ίδιο επίπεδο θα πρέπει να εισάγουμε ξανά το επίπεδο ή το τμήμα του, αρχικά στην καρτέλα "επίπεδα" (εικόνες 14-15 και 16) και μετά να ξανακάνουμε σύνδεση των επιπέδων με τις θερμικές ζώνες (εικόνα 53), ώστε να μπορέσουμε να δημιουργήσουμε μια νέα πολυγραμμή για την νέα θερμική ζώνη ή τον μη θερμαινόμενο χώρο.

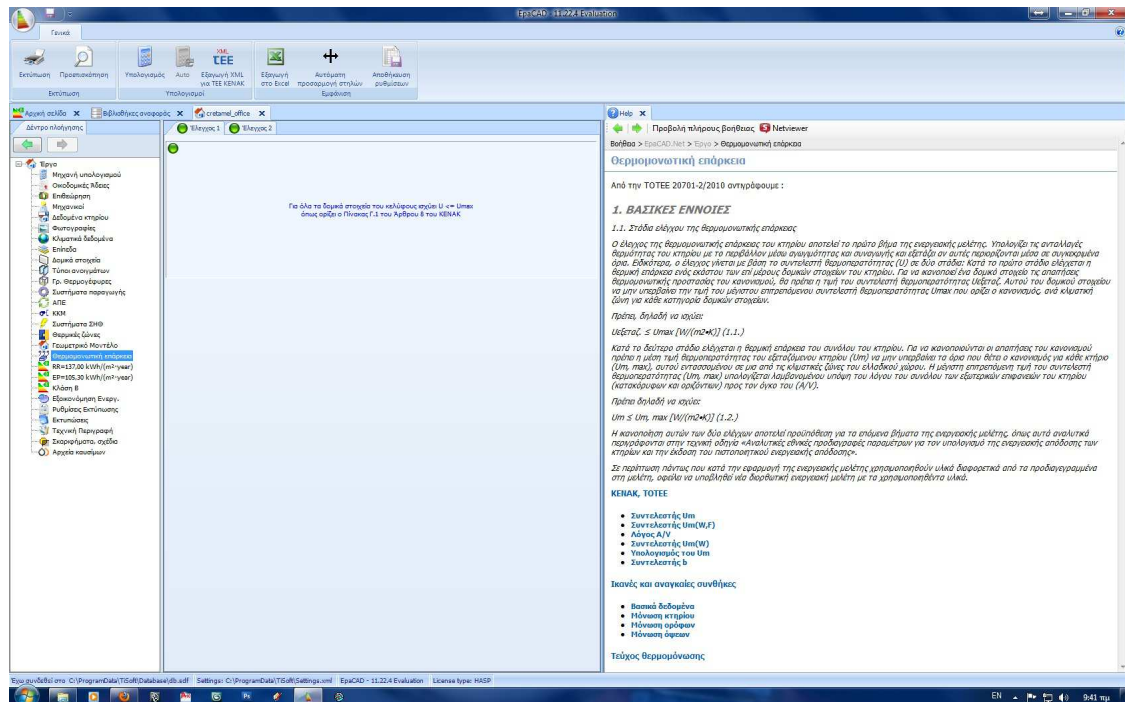


Εικόνα 81 - Παραπάνω της μιας θερμικής ζώνης ανά επίπεδο.

9. Θερμομονωτική Επάρκεια - Ενεργειακή Κατάταξη

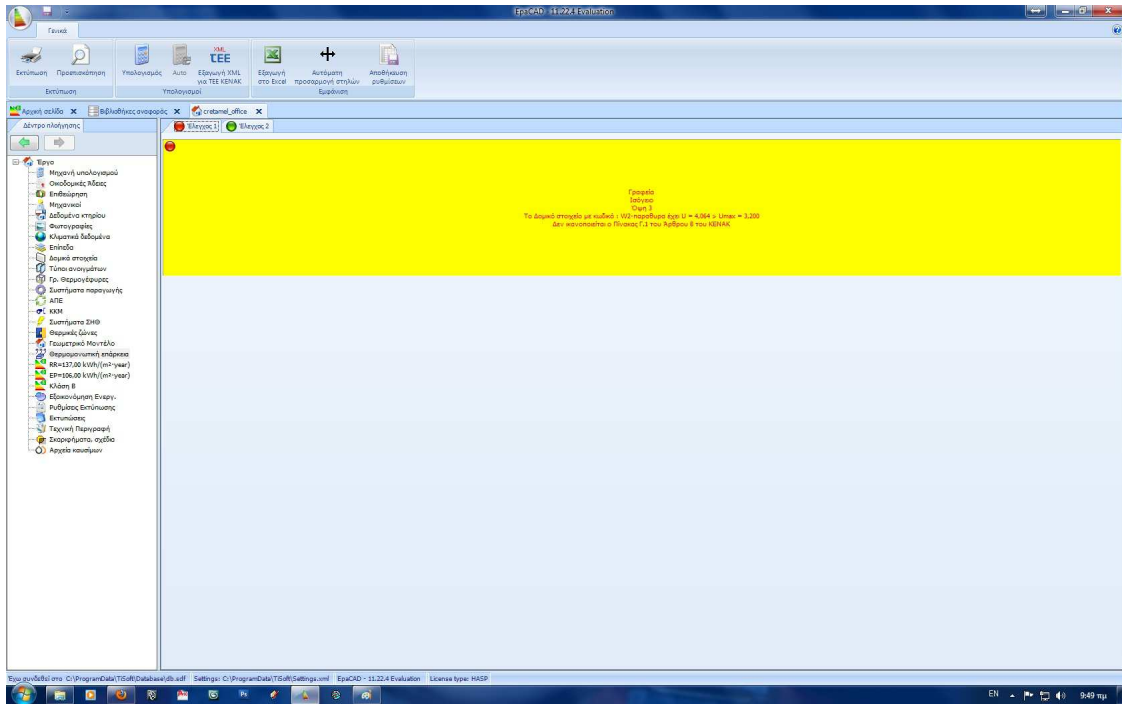
Θα πρέπει ωστόσο να ελέγξουμε τα αποτελέσματα, καθώς και την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου μας, κάνοντας αν χρειαστεί αλλαγές στο κέλυφος, στα δομικά στοιχεία ή στον Η/Μ Εξοπλισμό.

Στην καρτέλα "**Θερμομονωτική Επάρκεια**", στον "έλεγχο 1" μπορούμε να δούμε αν τα στοιχεία του κτιρίου καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.



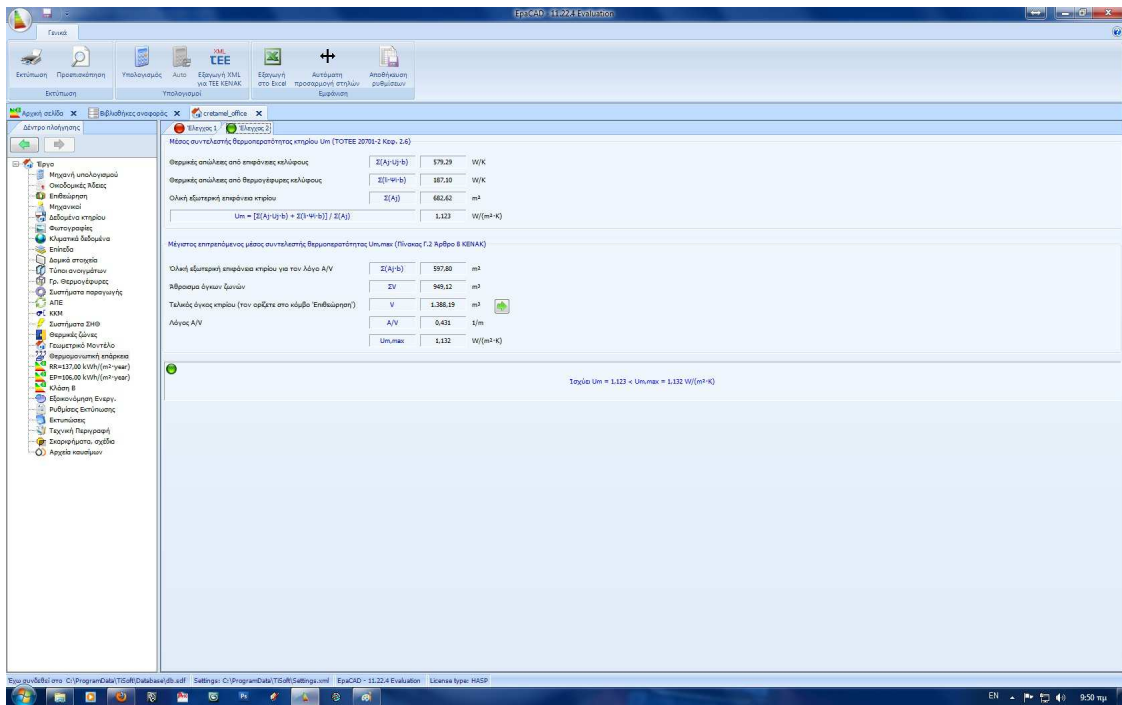
Εικόνα 82 - Θερμομονωτική Επάρκεια (Έλεγχος 1)

Αν για παράδειγμα κάποιο δομικό στοιχείο ή κάποιο κούφωμα δεν πληρεί τις παραπάνω προϋποθέσεις τότε θα δούμε μία καρτέλα σαν και την παρακάτω που θα μας ενημερώνει για το πιο στοιχείο είναι το προβληματικό. Υπάρχει περίπτωση πολλά στοιχεία να έχουν πρόβλημα, στην περίπτωση αυτή διορθώνοντας αυτό που βλέπουμε στην καρτέλα, θα πρέπει να ελέγξουμε ξανά αν προκύπτει πρόβλημα και με κάποιο άλλο, καθώς ενημερωνόμαστε για ένα στοιχείο τη φορά.



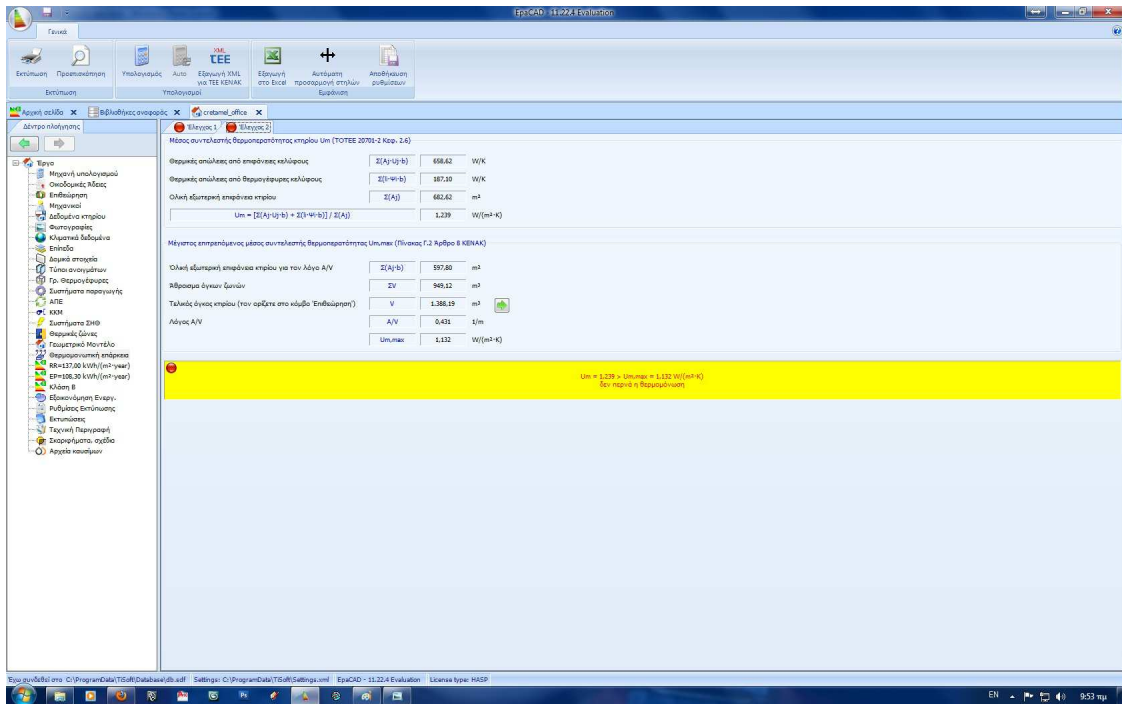
Εικόνα 83 - Θερμομονωτική Επάρκεια (Έλεγχος 1)

Στον "έλεγχος 2" μπορούμε να δούμε τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου U_m και τον μέγιστο επιτρεπόμενο μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{m,max}$, ώστε να ισχύει η σχέση $U_m < U_{m,max}$.



Εικόνα 0-1 - Θερμομονωτική Επάρκεια (Έλεγχος 2)

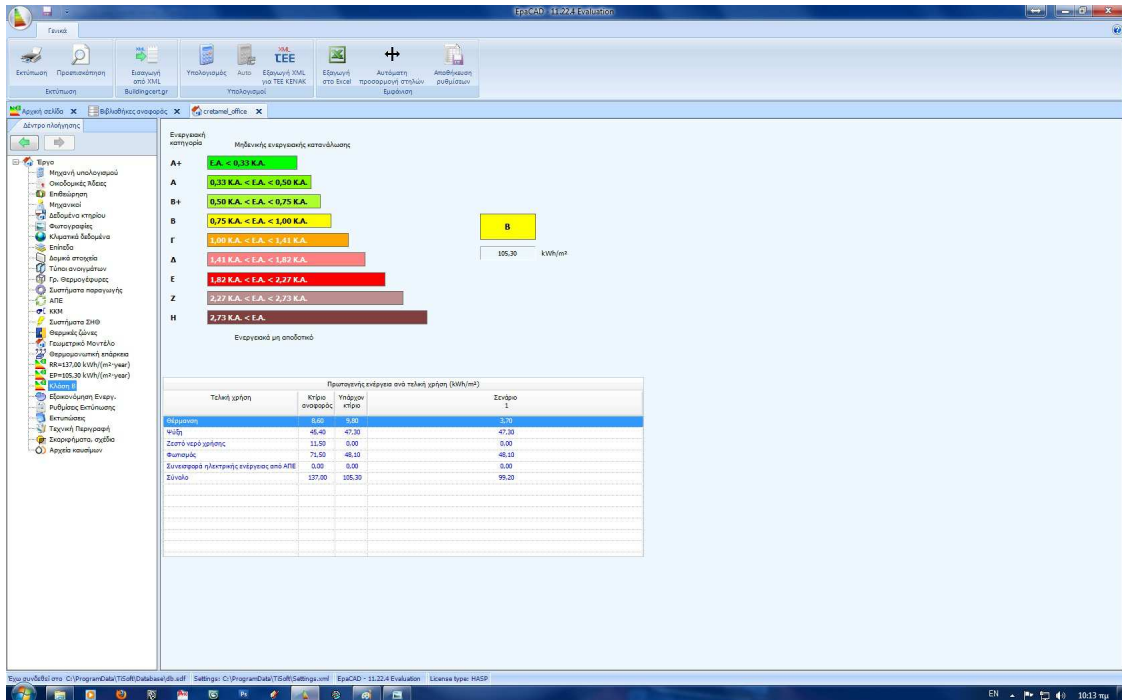
Στην περίπτωση που το κέλυφος του κτιρίου δεν καλύπτει την παραπάνω σχέση τότε θα δούμε ένα τέτοιο αποτέλεσμα, και θα πρέπει να κάνουμε βελτιώσεις σε στοιχεία του κτιρίου ή ακόμα και να μικρύνουμε ανοίγματα.



Εικόνα 85 - Θερμομονωτική Επάρκεια (Έλεγχος 2)

Όταν και οι δύο έλεγχοι καλύπτουν τις απαιτήσεις της νομοθεσίας, τότε έχουμε τελειώσει και μένει ουσιαστικά να δούμε τα αποτελέσματα, καθώς και να ορίσουμε τις εκτυπώσεις.

Ενώ στην καρτέλα "*Ενεργειακή Κατάταξη*" παρουσιάζεται η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου βάση του πίν Ε.1 του Κ.Εν.Α.Κ

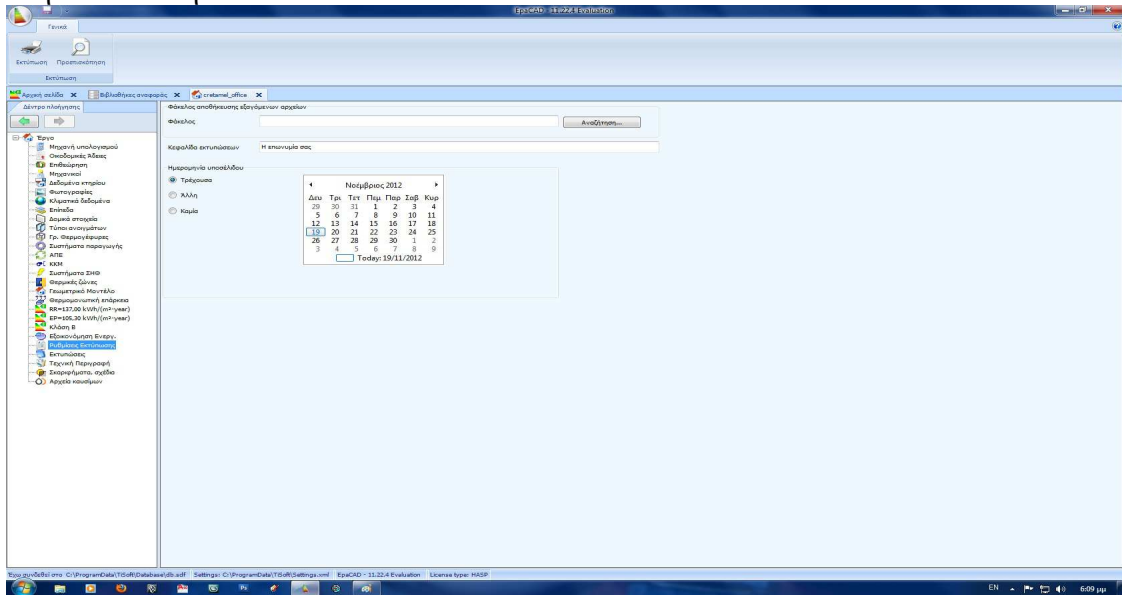


Εικόνα 88 - Ενεργειακή Κατάταξη Κτηρίου

Πίνακας 3 - πιν Ε1 κατάταξης κτηρίου

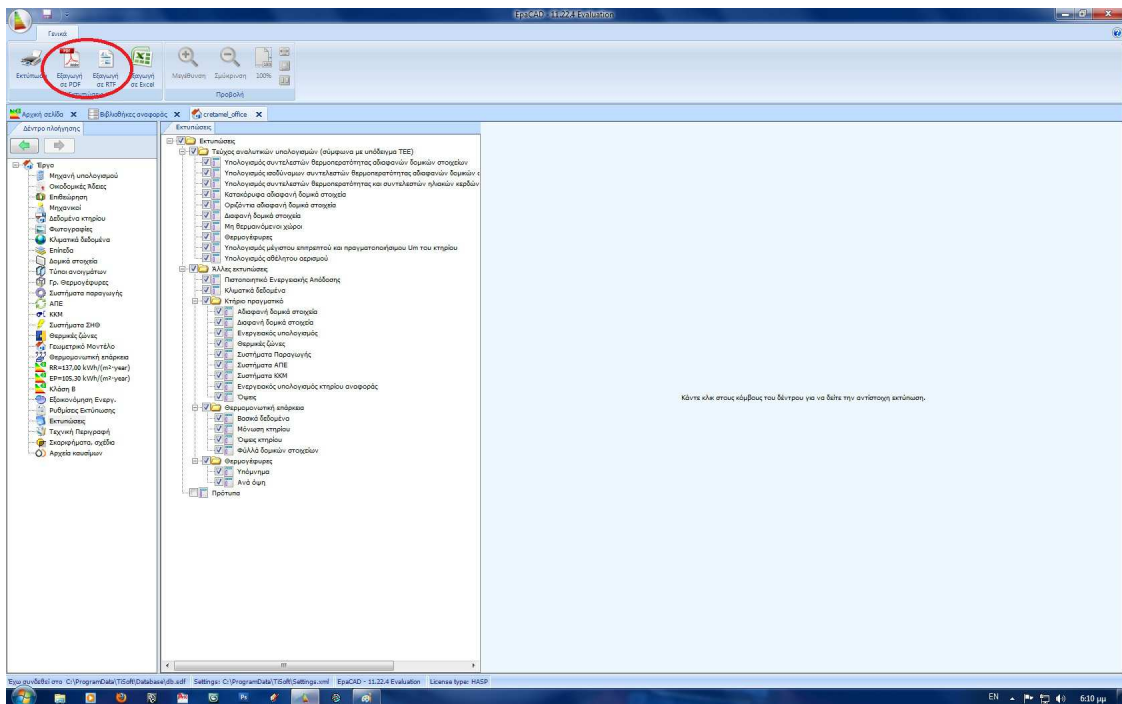
Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq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

Ακολουθεί η καρτέλα **"Ρυθμίσεις εκτύπωσης"** στην οποία μπορούμε να γράψουμε την επωνυμία μας, καθώς και την ημ/νια την οποία θέλουμε να εμφανίζεται στην εκτύπωση.



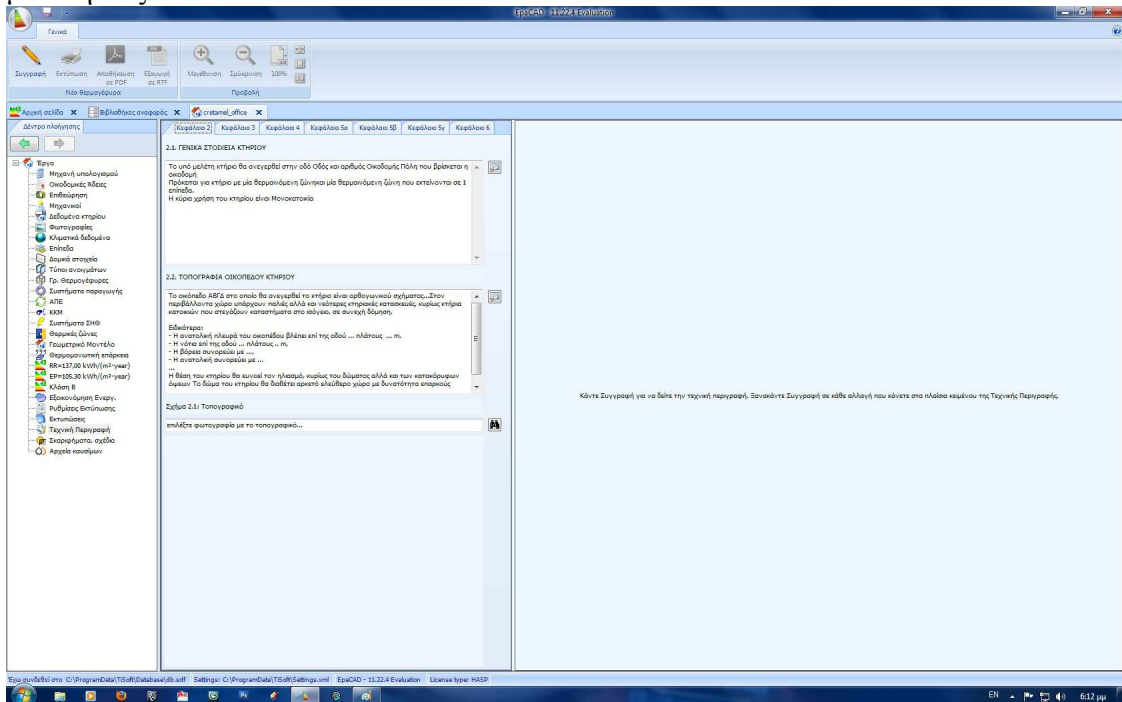
Εικόνα 90 - Ρυθμίσεις Εκτύπωσης

Ενώ στην καρτέλα **"Εκτυπώσεις"** μπορούμε να ορίσουμε ποια τμήματα της μελέτης θέλουμε να εκτυπωθούν (εκτός της τεχνικής περιγραφής και των σχεδίων - σκαριφημάτων). Παράλληλα έχουμε τη δυνατότητα εξαγωγής των αρχείων σε μορφή PDF ή RTF.



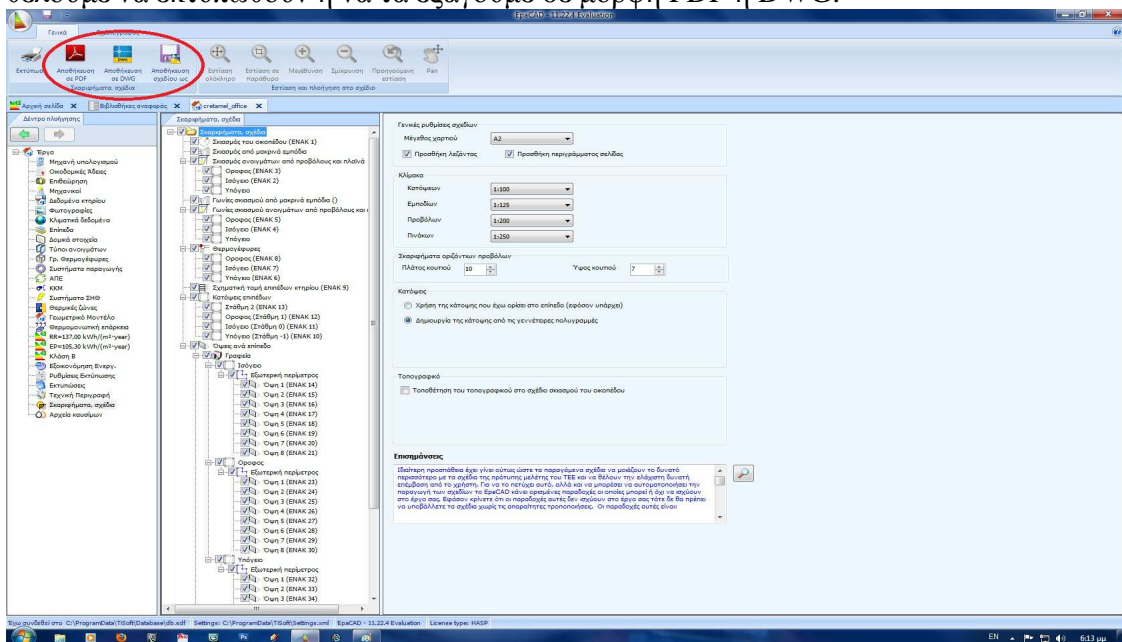
Εικόνα 91 - Εκτυπώσεις

Στην καρτέλα **"Τεχνική Περιγραφή"** όπου θα ολοκληρώσουμε την συγγραφή της τεχνικής περιγραφής. Η τεχνική περιγραφή συμπληρώνεται αυτόματα από το πρόγραμμα όπου αυτό είναι δυνατό βάσει των στοιχείων που έχετε εσείς πρωτύτερα δώσει. Στα σημεία όπου απαιτείται η εισαγωγή κειμένου και άλλων στοιχείων θα πρέπει εσείς να πληκτρολογήσετε το κείμενο ή να το αντιγράψετε από μια υπάρχουσα παλαιότερη μελέτη σας.



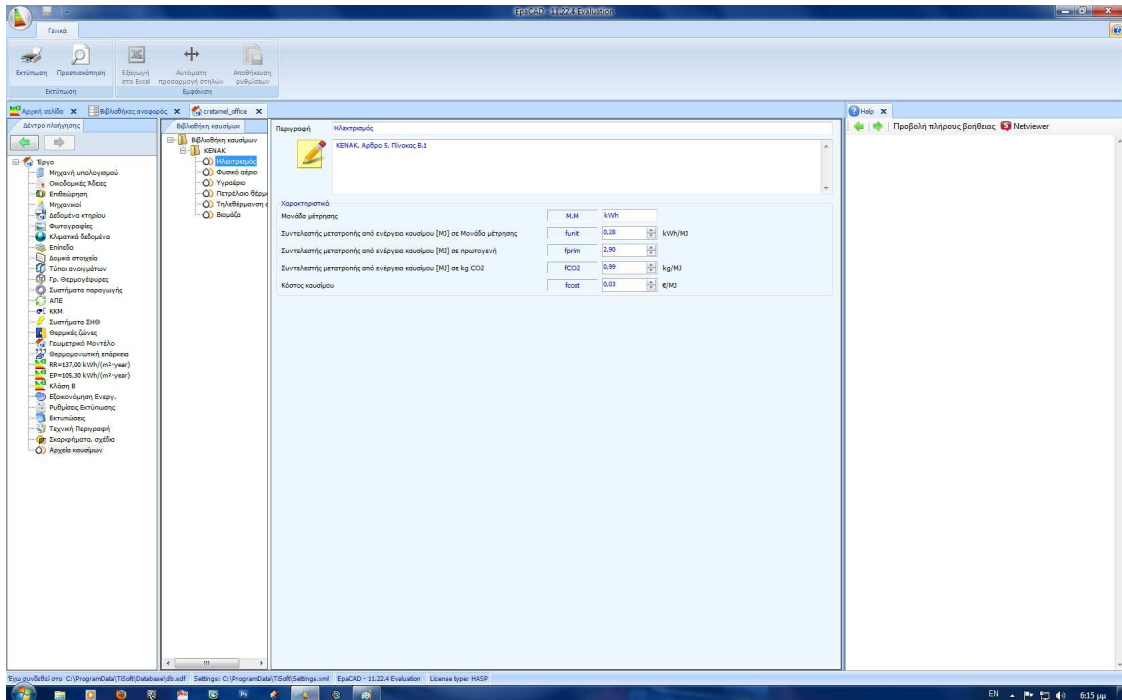
Εικόνα 92 - Τεχνική Περιγραφή

Στην καρτέλα **"Σκαριφήματα, Σχέδια"** μπορούμε να ορίσουμε ποια σχέδια θέλουμε να εκτυπωθούν ή να τα εξάγουμε σε μορφή PDF ή DWG.



Εικόνα 93 - Σχέδια & Σκαριφήματα

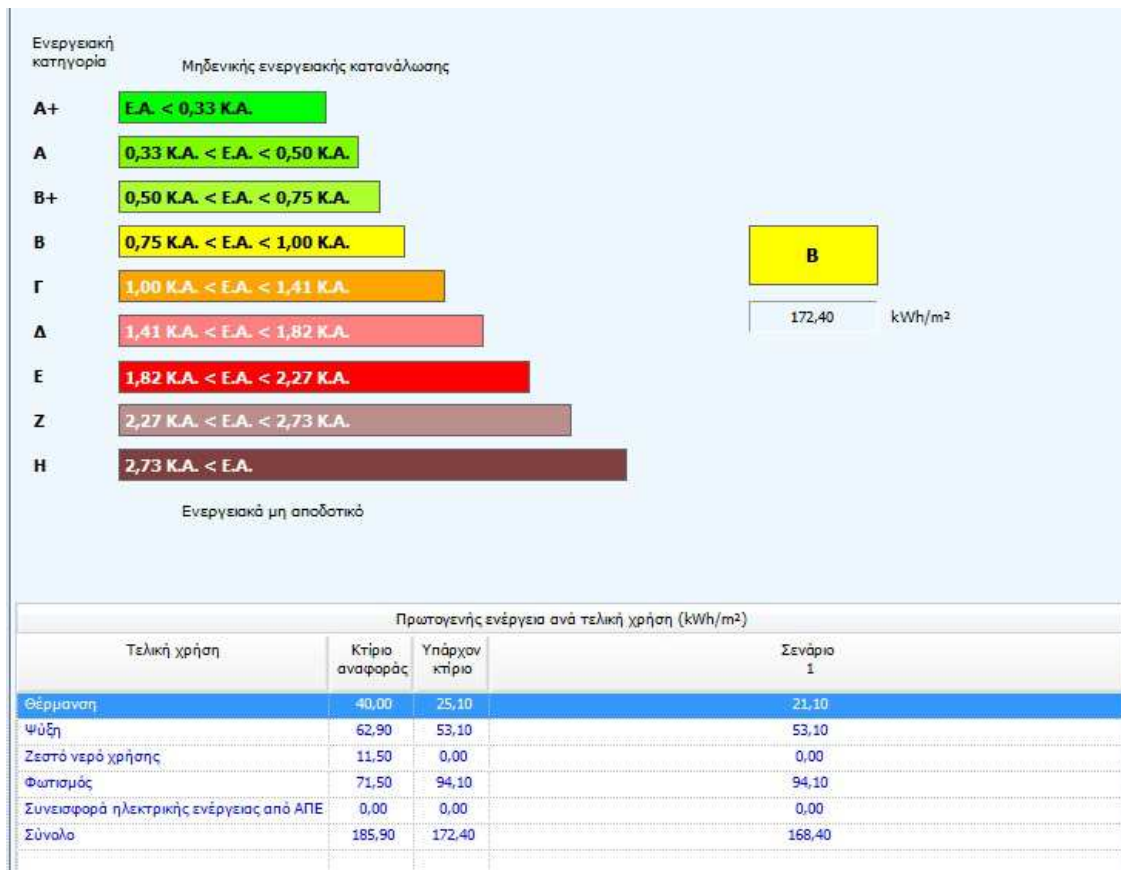
Τέλος, στην καρτέλα "*Αρχείο καυσίμων*" μπορούμε να δούμε τα στοιχεία για κάθε είδος καυσίμου.



Εικόνα 94 - Αρχείο Καυσίμων

Ενεργειακή Κατάταξη

Κάνοντας όλα τα παραπάνω για το κτίριο που εξετάζουμε καταλήγουμε στο γεγονός ότι το κτίριο θα είναι ενεργειακής **κατηγορίας Β** όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Κάτι που είναι το ελάχιστο απαιτούμενο από τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.



Εικόνα 96 - Ενεργειακή κατάταξη με χρήση προγράμματος EpaCad

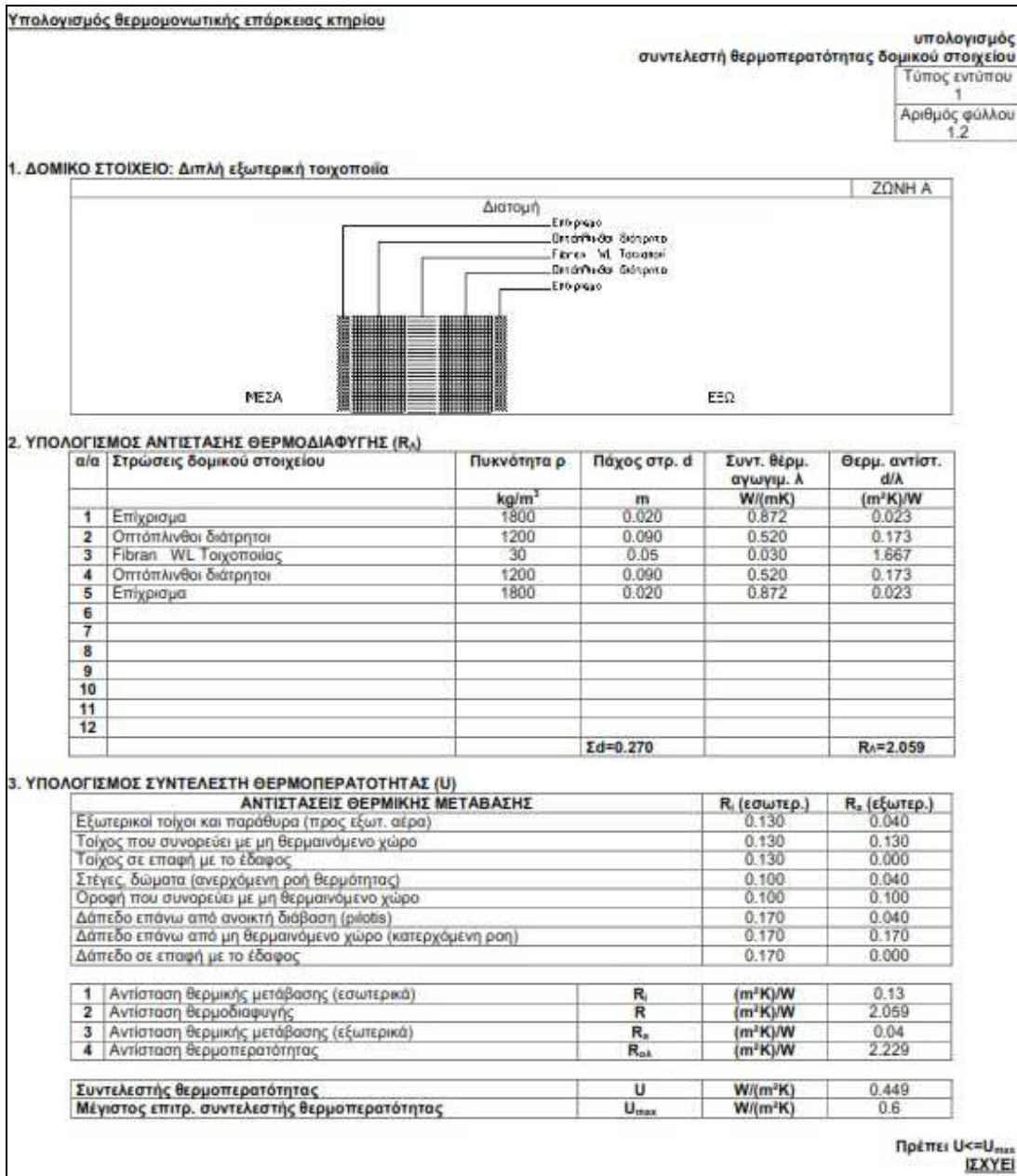
Συγκρίσεις

Στις επόμενες σελίδες θα ακολουθήσει μια σύγκριση των βασικών στοιχείων και αποτελεσμάτων μεταξύ του προγράμματος **EraCad** και του **4M-KENAK** για το ίδιο πάντα κτίριο. Διαφορές σίγουρα θα εντοπιστούν, αφού κάποιες από αυτές οφείλονται στην προσέγγιση του μελετητή καθώς και στις ιδιαιτερότητες του κάθε προγράμματος, σκοπός όμως της σύγκρισης αυτής είναι να δούμε αν επηρεάζονται τα τελικά αποτελέσματα, όσον αφορά τις ενεργειακές καταναλώσεις και την τελική ενεργειακή κατάταξη.

Αρχικά θα δούμε τα βασικά δομικά στοιχεία των δυο προγραμμάτων και πως αυτά υπολογίζουν τον συντελεστή θερμοπερατότητας. Επειδή, η μελέτη με το πρόγραμμα της 4M είχε ήδη πραγματοποιηθεί, προσπαθήσαμε να δημιουργήσουμε δομικά στοιχεία όσον το δυνατόν πιο κοντά σε αυτά της μελέτης της 4M, τις περισσότερες μάλιστα φορές δεν είχαν καμία διαφορά.

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου							
Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου							
Φύλλο Δομικού Στοιχείου							
Κωδικός:	T1		U=0,449W/(m²·K)				
Περιγραφή:	Διπλός δρομικός τοίχος με μόνωση 5 cm						
Πάχος:	0,2700m		Βόρος: 289,50 Kg/m²				
A/A	Κωδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμορύθμιση Cp kJ/(kg·K)	Πυκνότητα d kg/m³	Πάχος L m	Συντελ. Θερμικ. W/(m·K)	Θερμική Αντίσταση R=L/λ (m²·K)/W
1	A0	Εξωτερικό φιλμ αέρα	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,040
2	A301-20	Επίχρσμο 2cm	0,000	1800,0	0,0200	0,870	0,023
3	Τουβλο	Τουβλο 0,09	0,000	1200,0	0,0900	0,520	0,173
4	Fibran WL	Fibran WL Τοιχοποιίας	0,000	30,0	0,0500	0,030	1,667
5	Τουβλο	Τουβλο 0,09	0,000	1200,0	0,0900	0,520	0,173
6	A301-20	Επίχρσμο 2cm	0,000	1800,0	0,0200	0,870	0,023
7	A002	Εσωτερικό φιλμ αέρα	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,130
Σύνολο Αντιστάσεων Θερμοδιαφυγής ΣR =							2,2288
<p>Συντελεστής Θερμοπερατότητας $U = \frac{1}{\Sigma R} = \frac{1}{2,228} = 0,449 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$</p>							

Εικόνα 97 - Τοίχος διπλός δρομικός από EraCad



Εικόνα 98 - Τοίχος διπλός δρομικός από 4M-KENAK

Στις παραπάνω καρτέλες βλέπουμε ότι το σύνολο των αντιστάσεων θερμοδιαφυγής έχει διαφορετικές τιμές στα δύο προγράμματα, ο συντελεστής όμως θερμοπερατότητας U που είναι και το ζητούμενο είναι ίδιος ($U=0.449$ W/(m²K)).

Συνεχίζοντας θα δούμε τις καρτέλες για τους δοκούς και υποστυλώματα.

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Φύλλο Δομικού Στοιχείου

Κωδικός: Τοίχιο Μονομένο 030 **U=0,504W/(m²•K)**

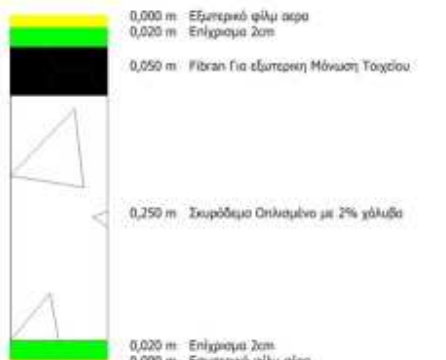
Περιγραφή: Δοκός 19 cm με Μόνωση 5 cm

Πάχος: 0,3400m **Βάρος: 673,60 Kg/m2**

A/A	Κωδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική θερμοότητα Cr κJ/(kg•K)	Πυκνότη. d kg/m³	Πάχος L m	Συντελ. Θερμικ. W/(m•K)	Θερμική Αντίσταση R=L/λ (m²•K)/W
1	A001	Εξωτερικό φιλμ αέρα	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,040
2	Fibran Τοίχιου	Fibran Για εξωτερική Μόνωση Τοίχιου	0,000	32,0	0,0500	0,030	1,667
3	Σκυροδέμα 2%	Σκυροδέμα Οπλισμένο με 2% χάλυβα	0,000	2400,0	0,2500	2,500	0,100
4	A002	Εσωτερικό φιλμ αέρα	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,130
5	A301-20	Επίχρισμα 2cm	0,000	1800,0	0,0200	0,870	0,023
6	A301-20	Επίχρισμα 2cm	0,000	1800,0	0,0200	0,870	0,023

Σύνολο Αντιστάσεων Θερμοδιαφυγής ΣR = **1,9826**

Συντελεστής Θερμοπερατότητας $U = \frac{1}{\Sigma R} = \frac{1}{1,982} = 0,504 \text{ W/(m}^2\text{•K)}$



0,000 m Εξωτερικό φιλμ αέρα

0,020 m Επίχρισμα 2cm

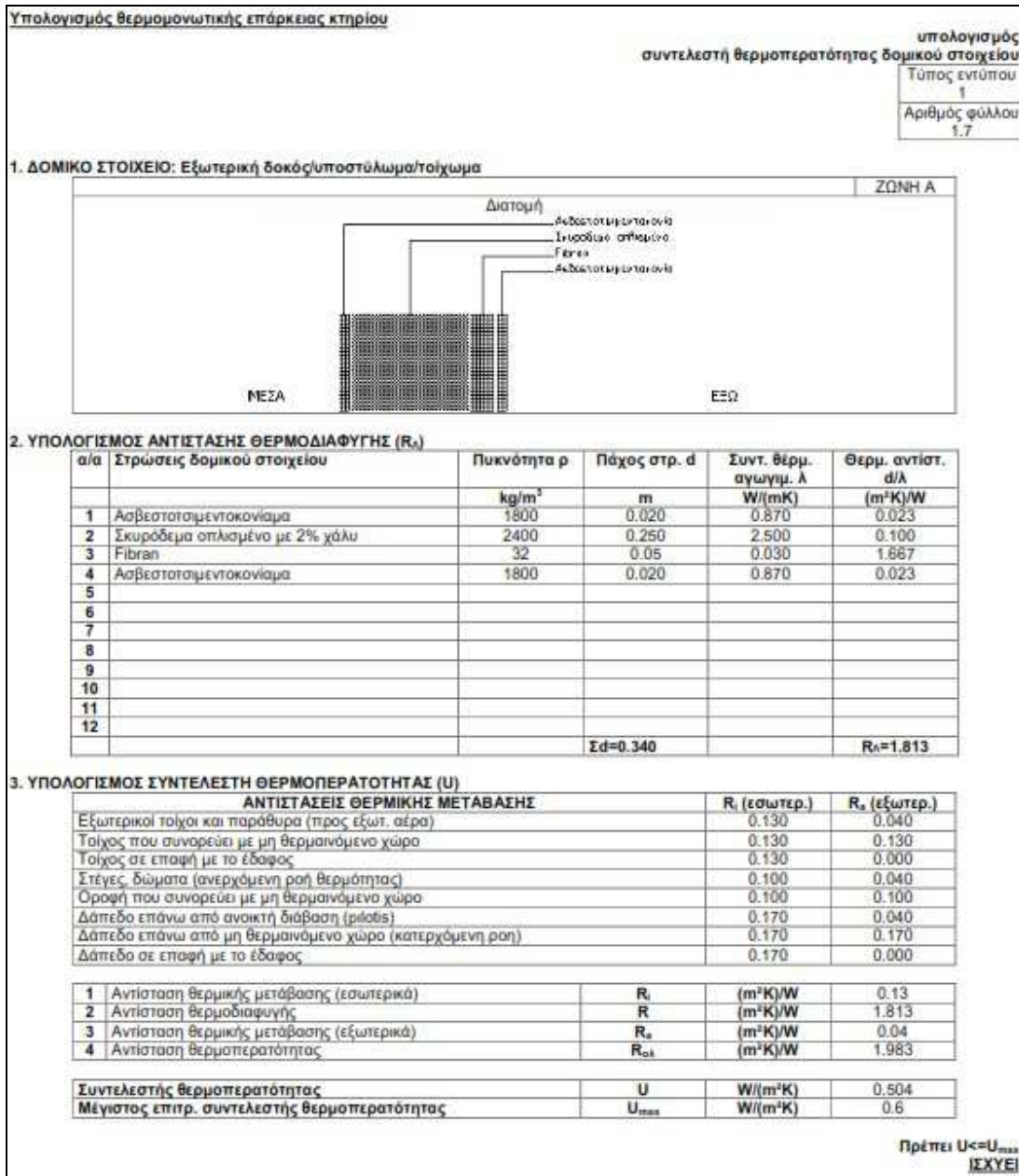
0,050 m Fibran Για εξωτερική Μόνωση Τοίχιου

0,250 m Σκυροδέμα Οπλισμένο με 2% χάλυβα

0,020 m Επίχρισμα 2cm

0,000 m Εσωτερικό φιλμ αέρα

Εικόνα 99 - Στοιχεία εξωτερικού Φέροντος οργανισμού από Ercad



Εικόνα 100 - Στοιχείο εξωτερικού φέροντος οργανισμού από 4M-KENAK

Και σε αυτή την περίπτωση βλέπουμε διαφορετικό σύνολο αντίστασης θερμοδιαφυγής, αλλά ίδιο συντελεστή θερμοπερατότητας ($U=0.504W/m^2K$). Η αιτία για το διαφορετικό σύνολο αντιστάσεων θερμοδιαφυγής είναι ορατή αν παρατηρήσουμε μία προς μία τις στρώσεις υλικών του δομικού μας στοιχείου. παρατηρούμε ότι στο EraCad εισάγετε ένα στρώμα εξωτερικού και εσωτερικού φιλμ αέρα, κάτι που απουσιάζει από το 4M-KENAK.

Ομοίως βλέπουμε παρακάτω και τις καρτέλες για το δομικό στοιχείο του δώματος.

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Φύλλο Δομικού Στοιχείου

Κωδικός: R1 **U=0,245W/(m²•K)**


Περιγραφή: Ταράτσα με μόνωση 6cm και γαρμπιλόδεμα

Πάχος: 0,5000m **Βάρος: 714,70 Kg/m2**

A/A	Κωδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική Θερμότητα Cp kJ/(kg•K)	Πυκνότητα d kg/m³	Πάχος L m	Συντελ. Θερμικ. W/(m•K)	Θερμική Αντίσταση R=L/λ (m²•K)/W
1	A001	Εξωτερικό φιλμ αέρα	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,040
2	Γαρμπιλό μωσαϊκό	Γαρμπιλομωσαϊκό	0,000	1500,0	0,0700	0,640	0,109
3	Στεγάνωση	Στεγάνωση	0,000	1050,0	0,0100	0,174	0,057
4	Μπετόν κλίσης	Μπετόν κλίσης	0,000	800,0	0,1000	0,349	0,287
5	Fibran Eco Δωμάτων	Fibran Eco Δωμάτων	0,000	32,0	0,1000	0,030	3,333
6	Πλάκα	Πλάκα Οπλισμένου Σκυροδέματος	0,000	2400,0	0,2000	2,035	0,098
7	A301-20	Επίχρσμο 2cm	0,000	1800,0	0,0200	0,870	0,023
8	A002	Εσωτερικό φιλμ αέρα	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,130

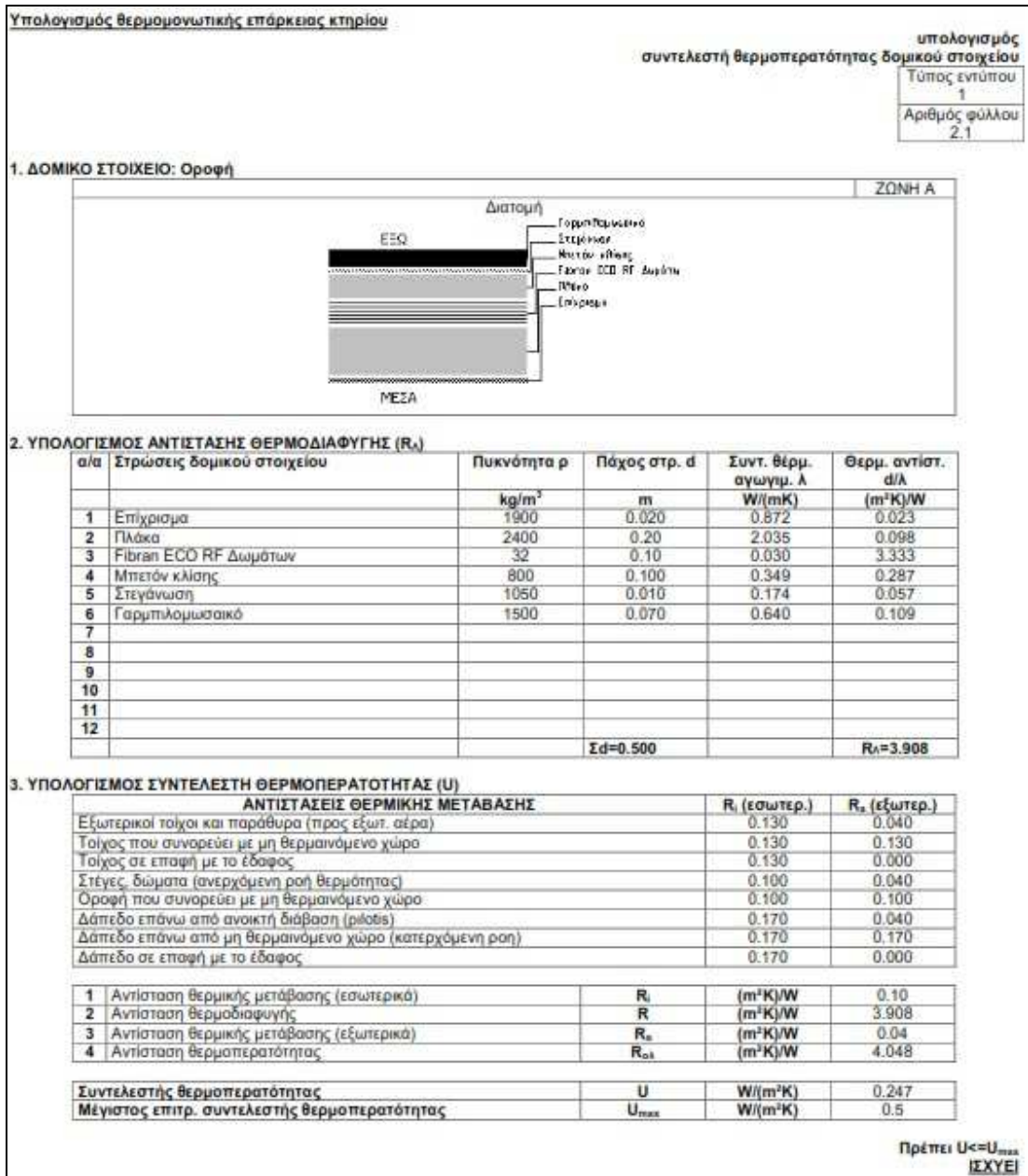
Σύνολο Αντιστάσεων Θερμοδιαφυγής ΣR = **4,0780**

Συντελεστής Θερμοπερατότητας U = $\frac{1}{\Sigma R} = \frac{1}{4,078} = 0,245 \text{ W/(m}^2\text{•K)}$



- 0,000 m Εξωτερικό φιλμ αέρα
- 0,070 m Γαρμπιλομωσαϊκό
- 0,010 m Στεγάνωση
- 0,100 m Μπετόν κλίσης
- 0,100 m Fibran Eco Δωμάτων
- 0,200 m Πλάκα Οπλισμένου Σκυροδέματος
- 0,020 m Επίχρσμο 2cm
- 0,000 m Εσωτερικό φιλμ αέρα

Εικόνα 101 - Λόγα από ErcCad



Εικόνα 102 - Δώμα από 4M-KENAK

Εδώ ενώ οι στρώσεις των υλικών είναι ίδιες, εκτός από τα φίλμ αέρα, βλέπουμε ότι υπάρχει μια αμελητέα διαφορά στον συντελεστή θερμοπερατότητας U, **0.245W/m²K** για το **EpaCad**, έναντι **0.247 W/m²K** για το **4M-KENAK**. Παρόλα αυτά η διαφορά αυτή δεν είναι ικανή να αλλοιώσει τα τελικά αποτελέσματα.

Τέλος θα δούμε τις καρτέλες για τα δάπεδα πάνω από Μ.Θ.Χ., δηλαδή για την οροφή του υπογείου.

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Φύλλο Δομικού Στοιχείου

Κωδικός: FU1 **U=0,445W/(m²·K)**


Περιγραφή: Δάπεδα πάνω από ΥΠΟΓΕΙΟ με πλάκα 15 cm μόνωση 5 cm και κάλυψη με πλακάκι T=100 mm

Πάχος: 0,3100m **Βάρος:565,50 Kg/m2**

A/A	Κωδικός δομικού υλικού	Περιγραφή δομικού υλικού	Ειδική Θερμότητα Cp kJ/(kg·K)	Πυκνότη. d kg/m³	Πάχος L m	Συντέλ. Θερμικ. W/(m·K)	Θερμική Αντίσταση R=L/λ (m²·K)/W
1	A004	Εσωτερικό Φίλμ Αέρα σε δάπεδο	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,170
2	κεραμικά Πλακάκια Δαπέδου	Κεραμικά Πλακάκια Δαπέδου	0,000	2000,0	0,0100	1,840	0,005
3	Τσιμεντοκονίαμα	Τσιμεντοκονίαμα	0,000	1800,0	0,0200	0,870	0,023
4	Κισηρόδεμα,Ελαφροσκυρόδεμα	Κισηρόδεμα, Ελαφροσκυρόδεμα	0,000	500,0	0,0200	0,200	0,100
5	Πλάκα	Πλάκα Οπλισμένου Σκυροδέματος	0,000	2400,0	0,2000	2,035	0,098
6	Fibran WL	Fibran WL Ταχοποιίας	0,000	30,0	0,0500	0,030	1,667
7	A301-20	Επίχρισμα 2cm	0,000	1800,0	0,0100	0,870	0,011
8	A004	Εσωτερικό Φίλμ Αέρα σε δάπεδο	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,170

Σύνολο Αντιστάσεων Θερμοδιαφυγής ΣR = **2,2449**

Συντελεστής θερμοπερατότητας $U = \frac{1}{\Sigma R} = \frac{1}{2,244} = 0,445 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$



0,000 m Εσωτερικό Φίλμ Αέρα σε δάπεδο

0,010 m Κεραμικά Πλακάκια Δαπέδου

0,020 m Τσιμεντοκονίαμα

0,020 m Κισηρόδεμα, Ελαφροσκυρόδεμα

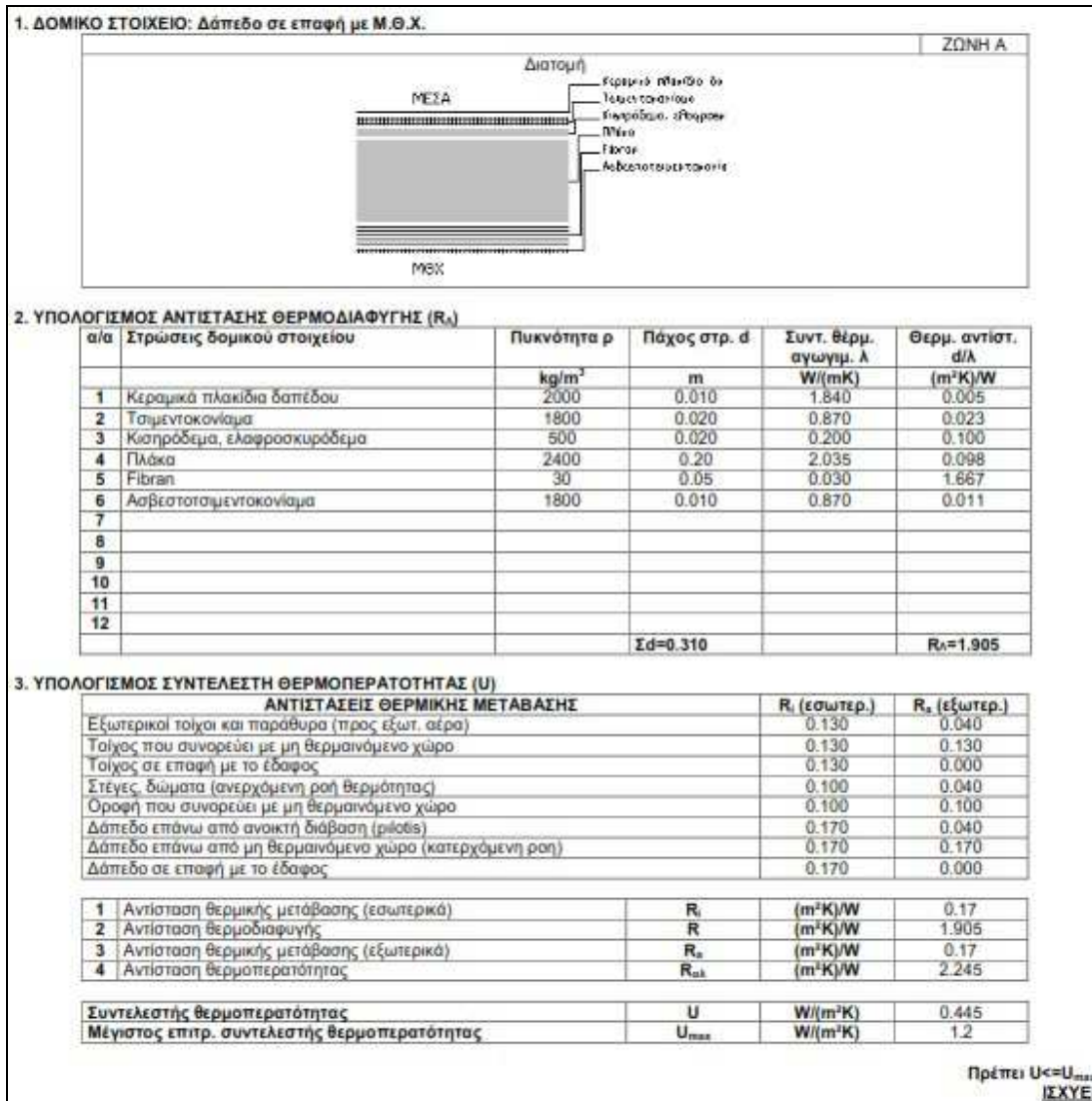
0,200 m Πλάκα Οπλισμένου Σκυροδέματος

0,050 m Fibran WL Ταχοποιίας

0,010 m Επίχρισμα 2cm

0,010 m Εσωτερικό Φίλμ Αέρα σε δάπεδο

Εικόνα 103 - Οροφή Υπογείου του Ercad



Εικόνα 104 - Οροφή Υπογείου 4Μ-ΚΕΝΑΚ

Και εδώ παρατηρούμε διαφορετικό σύνολο αντιστάσεων θερμοδιαφυγής, αλλά ίδιο συντελεστή θερμοπερατότητας ($U=0.445 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$).

Παρακάτω θα συγκρίνουμε τα διαφανή δομικά στοιχεία ανάμεσα στα δύο προγράμματα. Δεν θα μπούμε στη διαδικασία να δείξουμε όλους τους τύπους ανοιγμάτων, αλλά ένα μόνο χαρακτηριστικό παράδειγμα.

Κωδικός ανοίγματος:	W2-παραθυρα				
Τύπος πλαισίου:	Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm				
Τύπος υαλοπίνακα:	Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6 mm				
Θερμοπερατότητα πλαισίου:	Uf	2,500	W/(m ² K)		
Θερμοπερατότητα υαλοπίνακα:	Ug	2,800	W/(m ² K)		
g υαλοπίνακα σε κάθετη πρόσπτωση:					
g υαλοπίνακα:	ggf	0,680			
Γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υαλοπίνακα πλαισίου:	Ψg	0,08	W/(mK)		
Πλάτος πλαισίου: Αριστερά/Πάνω/Δεξιά	0,10	0,10	0,10	0,10	m

Γραφεία		Ισόγειο									
№ Κουφώματος	Πλάτος κουφ. m	Ύψος κουφ. m	Εμβαδόν υαλοπ. m ²	Εμβαδόν πλαισίου m ²	Εμβαδόν κουφ. m ²	Συντ. πλαισίου	Θεσμ. Ig m	g _w	U _w W/(m ² K)	U _{limax} W/(m ² K)	Ισχύει η συνθήκη: U<U _{limax}
W1-Μπαλκονοπ ορτα_50	2,40	1,40	2,52	0,84	3,36	0,250	9,000	0,51	2,94	3,200	ΝΑΙ
W1-Μπαλκονοπ ορτα_58	2,40	1,40	2,52	0,84	3,36	0,250	9,000	0,51	2,94	3,200	ΝΑΙ
W1-Μπαλκονοπ ορτα_68	2,40	1,40	2,52	0,84	3,36	0,250	9,000	0,51	2,94	3,200	ΝΑΙ
W1-Μπαλκονοπ ορτα_94	2,40	1,40	2,52	0,84	3,36	0,250	9,000	0,51	2,94	3,200	ΝΑΙ

Εικόνα 105 - Κουφωμα από EraCad

Τύπος πλαισίου: Μέταλλο με θερμοδιακοπή 24mm						
Uf πλαισίου: 2.5 W/m ² K						
Τύπος υαλοπίνακα: Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό ισ.πλ.10cm)						
Ug υαλοπίνακα: 2.8 W/m ² K						
g υαλοπίνακα σε καθ. προσπτ.: 0.75						
g υαλοπίνακα: 0.68						
γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υαλοπ. και πλαισίου Ψg: 0.08 W/mK						
μέσο πλάτος πλαισίου: 0.100 m						
Τύπος κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος [m ²]		
A1	2.40	1.40	2	3.36		
A3	0.60	1.40	1	0.84		
A4	0.60	1.20	1	0.72		
Τύπος κουφώματος	Εμβαδό πλαισίου [m ²]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m ²]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος L _g [m]	U κουφώματος [W/(m ² K)]	g _w κουφώματος
A1	0.96	2.40	29%	8.800	2.924	0.49
A3	0.36	0.48	43%	3.200	2.976	0.39
A4	0.32	0.40	44%	2.800	2.978	0.38

Εικόνα 106 - Κουφωμα από 4M-KENAK

Εδώ βλέπουμε ότι υπάρχει μία μικρή διαφορά στον τρόπο υπολογισμού του ποσοστού πλαισίου/υαλοπίνακα, η οποία οφείλεται στη διαφορετική αντιμετώπιση των δύο προγραμμάτων. Η διαφορά αυτή οδηγεί σε ελαφρά μεγαλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας κουφώματος για το EraCad ($U=2.94\text{W/m}^2\text{K}$) έναντι του 4M-KENAK ($U=2.924\text{W/m}^2\text{K}$), που όμως είναι πολύ μικρή για να αλλοιώσει τα αποτελέσματα της μελέτης.

Συνεχίζοντας θα δούμε τις καρτέλες υπολογισμού του θερμαινόμενου όγκου και υπολογισμού του U_m .

1. Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτηρίου				
Ζώνη	Επίπεδο	Εμβαδόν [m ²]	Ύψος [m]	Όγκος [m ³]
Γραφεία	Ισόγειο	151,06	3,00	453,18
Γραφεία	Οροφος	151,06	3,00	453,18
Γραφεία	Υπόγειο	14,26	3,00	42,78
ΣΥΝΟΛΟ				949,14

2. Υπολογισμός παράπλευρης επιφάνειας κτηρίου			
	ΣΑ [m ²]	Σ(b x U x A) [W/K]	Σ (b x Ψ x l) [W/K]
Οριζόντιες ή κλιμακωτές επιφάνειες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	151,06	37,04	0,00
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	203,41	99,11	78,32
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	35,03	17,89	10,26
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους	0,00	0,00	0,00
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	9,30	5,95	0,00
Δάπεδα P.I.L.O.T.I.S	0,00	0,00	0,00
Δάπεδα σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	151,06	33,64	0,00
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	14,26	5,42	0,00
Κουφώματα	118,51	349,99	98,52
Γυάλινες προσόψεις	0,00	0,00	0,00
Σύνολο	682,62	549,05	187,10

3. Υπολογισμός U_m	
Σ (b x U x A)	549,05
Σ (b x Ψ x l)	187,10
	736,14

4. Υπολογισμός $U_{m,max}$			
Όλικη εξωτερική επιφάνεια κτηρίου για το λόγο A/V	Σ(A)-b	597,80	m ²
Αθροισμα όγκων ζωνών	ΣV	949,12	m ³
Τελικός όγκος κτηρίου	V	1.388,19	m ³
Λόγος A/V	A/V	0,431	1/m
	U_{m,max}	1,132	W/(m²-K)

5. Έλεγχος U_m			
πραγματοποιούμενο $U_m=736,14(W/K)/682,62(m^2)=$	1,078 [W/(m ² K)]	<1,132	[W/(m ² K)]

Εικόνα 107 - Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου και U_m από ErcCad

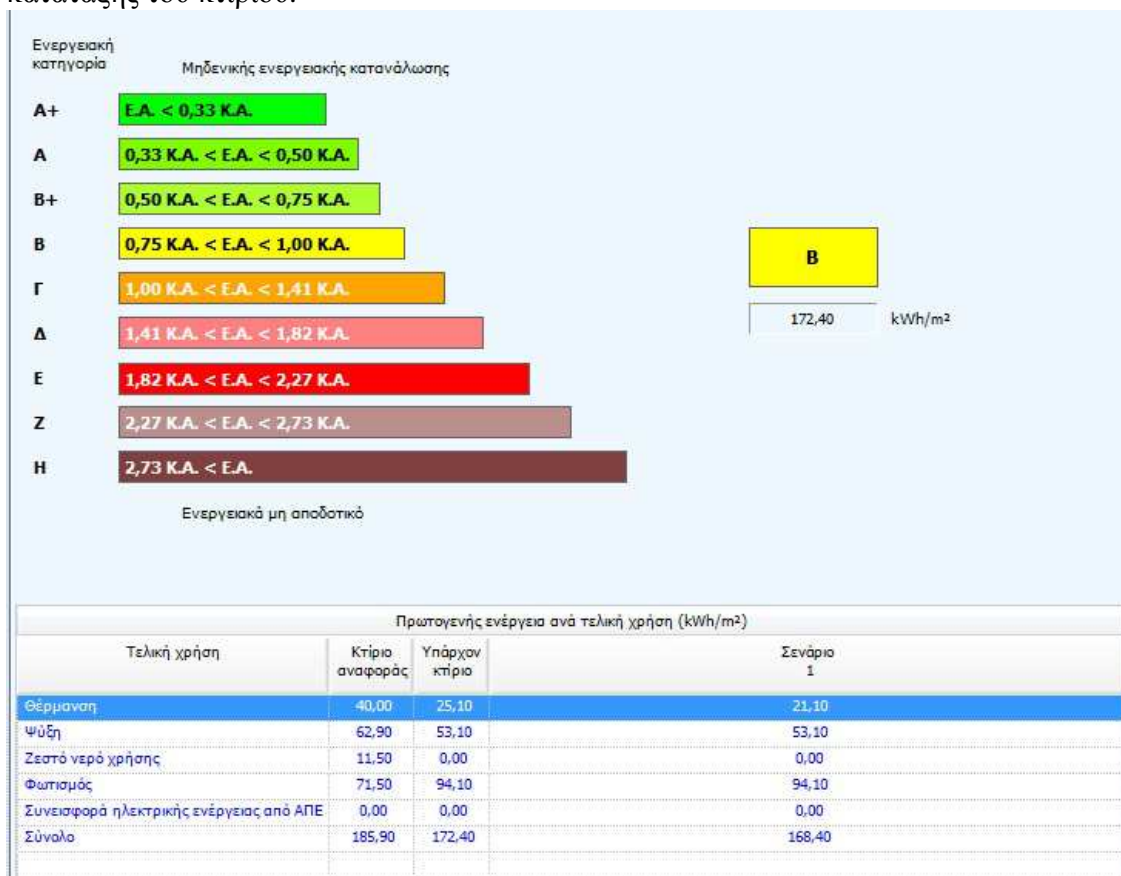
Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου			
Θερμική Ζώνη	Εμβαδό [m ²]	Ύψος [m]	Όγκος [m ³]
ΓΡΑΦΕΙΑ	276.90	3.00	831
Συνολικά			831
	ΣΑ [m ²]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨxI] [W/K]	
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	323.3	247.0	
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	277.4	53.7	
διαφανή δομικά στοιχεία	36.5	107.0	
θερμογέφυρες	-	187.4	
Συνολικά	637.2	595.1	

$\Sigma A/V=637.16(m^2)/830.70(m^3)=0.767$
 Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max} 0.940[W/(m^2K)]$
 Πραγματοποιούμενο $U_m=595.1(W/K)/637.16(m^2)=0.934<0.940[W/(m^2K)]$

Εικόνα 108 - Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου και U_m από 4M-KENAK

Στις δύο αυτές καρτέλες βλέπουμε σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο προγράμματα, σε ότι αφορά τον λόγο A/V και συνεπώς και τον Πραγματοποιούμενο U_m . Είναι ξεκάθαρη η διαφορετική μεθοδολογία επίλυσης ανάμεσα στα δύο προγράμματα, η οποία εν μέρη οφείλετε και στις διαφορετικές ενημερώσεις τους, όσο και στην διαφορετική προσέγγιση του μελετητή κατά την μοντελοποίηση του κτιρίου. Παρόλα αυτά και στις δύο περιπτώσεις ο U_m είναι εντός των επιτρεπτών ορίων.

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω προκύπτουν οι καρτέλες ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου.



Εικόνα 109 - Ενεργειακή Κατάταξη EraCad

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	29.4	25.3
Ψύξη	62.1	53.1
ZNX	11.6	0.0
Φωτισμός	71.0	94.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	174.7	172.4

ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ EP ≤ 0.33	
A 0.33 R _R < EP ≤ 0.50 R _R	
B+ 0.50 R _R < EP ≤ 0.75 R _R	
B 0.75 R _R < EP ≤ 1.00 R _R	B
Γ 1.00 R _R < EP ≤ 1.41 R _R	172.40 kWh/m²
Δ 1.41 R _R < EP ≤ 1.82 R _R	
E 1.82 R _R < EP ≤ 2.27 R _R	
Z 2.27 R _R < EP ≤ 2.73 R _R	
H 2.73 R _R < EP	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

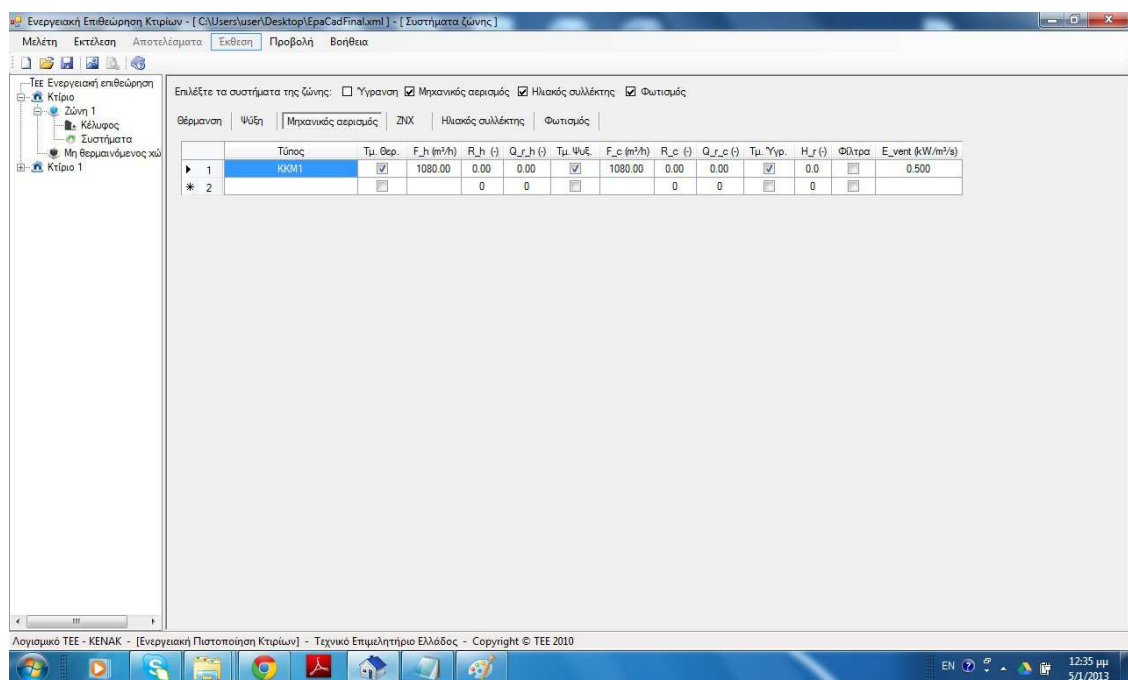
Εικόνα 110 - Ενεργειακή κατάταξη 4M-KENAK

Εδώ βλέπουμε ότι η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για το εξεταζόμενο και στις δύο περιπτώσεις είναι ίδια και ανέρχεται στις 172,4 kWh/m², με μία όχι και τόσο ασήμαντη διαφορά όμως στις καταναλώσεις του κτιρίου αναφοράς. Παρόλα αυτά η τελική ενεργειακή κατάταξη είναι ίδια κατατάσσοντας το κτήριο στην κατηγορία **B**.

Σύγκριση αποτελεσμάτων xml μέσω λογισμικού TEE

Ένας άλλος τρόπος να συγκριθούν οι δύο μελέτες είναι η εξαγωγή των αρχείων xml και η εισαγωγή τους στο λογισμικό του TEE. Η χρήση του λογισμικού του TEE κάνει ευκολότερη τη σύγκριση μεταξύ των συστημάτων παραγωγής, που όμως έτσι και αλλιώς είναι συνδεδεμένες με την αντιμετώπιση του μελετητή. Αυτό που έχει σημασία να δούμε είναι αν υπάρχουν διαφοροποιήσεις των αποτελεσμάτων των προγραμμάτων σε σχέση με αυτά που εξάγονται με το αρχείο xml και εισάγονται τελικά στο TEE.

Συγκρίνοντας τις καρτέλες των Η/Μ μεταξύ του EraCad και του λογισμικού του TEE διακρίνουμε μικρές διαφορές μεταξύ EraCAD και TEE.



The screenshot shows the TEE software interface for energy simulation. The window title is "Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [C:\Users\user\Desktop\EraCadFinal.xml] - [Συστήματα ζώνης]". The interface includes a menu bar (Μελέτη, Εκτέλεση, Αποτελέσματα, Έκθεση, Προβολή, Βοήθεια), a tree view on the left showing the project structure (Κτίριο, Ζώνη 1, Κέλυφος, Συστήματα, Μη θερμαννόμενος χώ, Κτίριο 1), and a main table for system parameters.

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

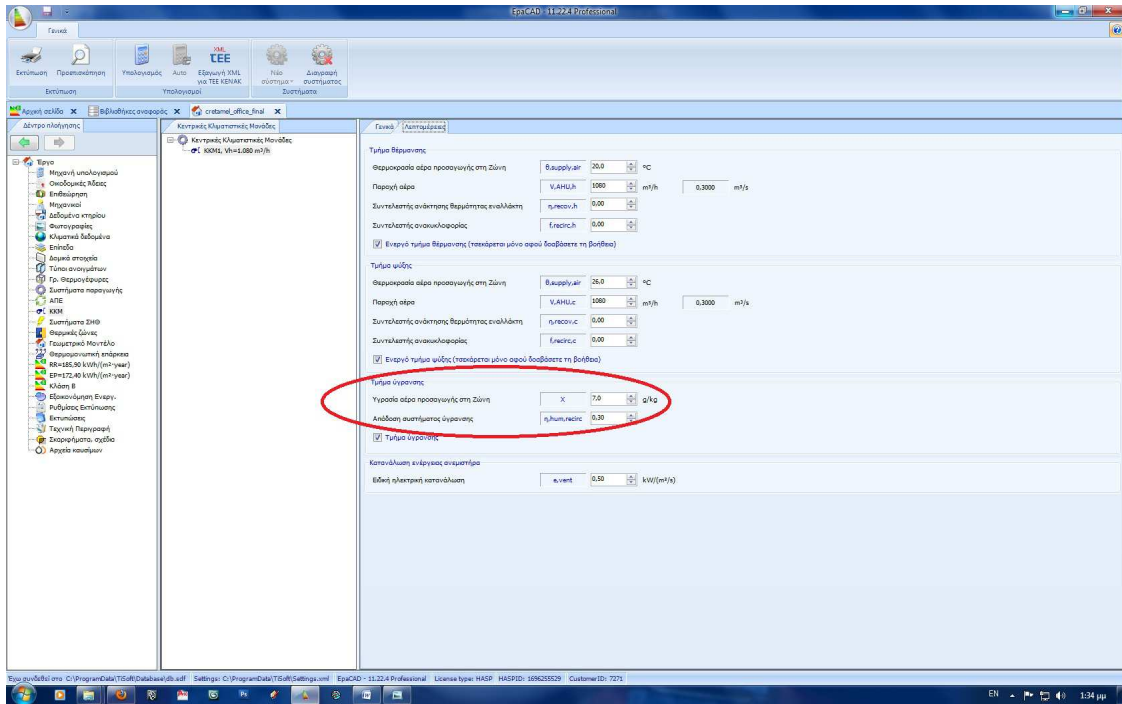
Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | Ηλιακός συλλέκτης | Φωτισμός

	Τύπος	Τμ. Θερ.	F_h (m³/h)	R_h (-)	Q_r_h (-)	Τμ. Ψύξ.	F_c (m³/h)	R_c (-)	Q_r_c (-)	Τμ. Υγρ.	H_r (-)	Φίλτρα	E_vent (kW/m²/s)
▶ 1	ΚΚΜ	<input checked="" type="checkbox"/>	1080.00	0.00	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	1080.00	0.00	0.00	<input checked="" type="checkbox"/>	0.0	<input type="checkbox"/>	0.500
* 2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

Λογισμικό TEE - KENAK - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας - Copyright © TEE 2010

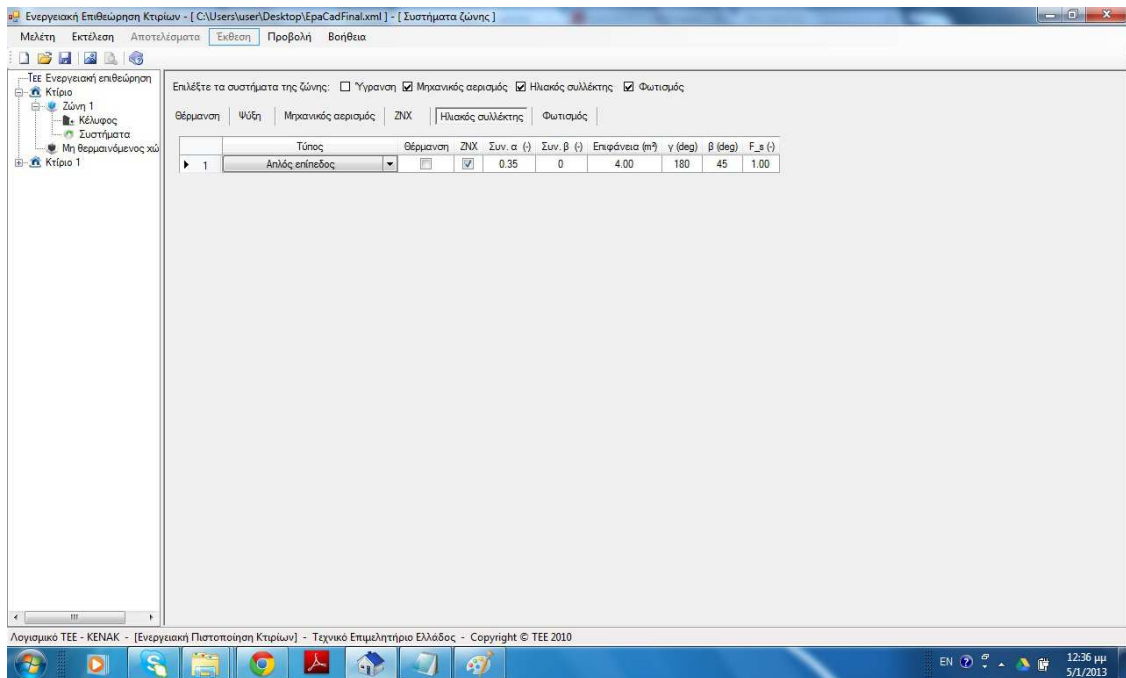
EN 12:35 μμ 5/1/2013

Εικόνα 111 - Σύστημα ΚΚΜ από λογισμικό TEE

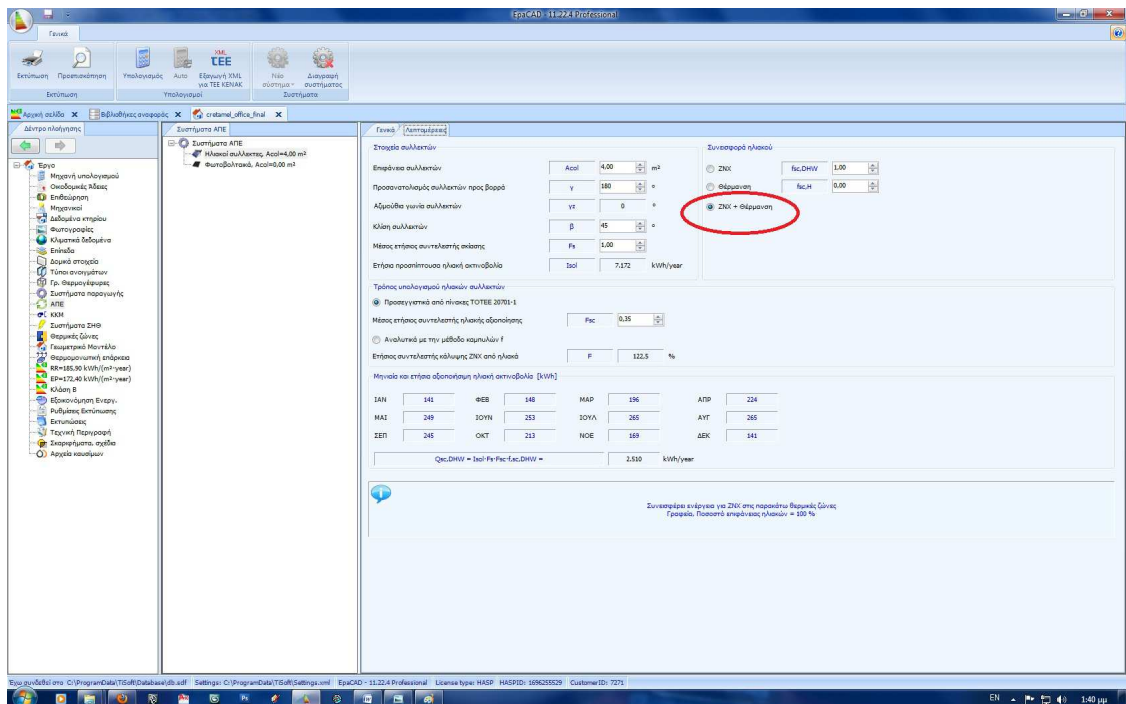


Εικόνα 112 - Σύστημα ΚΚΜ από λογισμικό EranCAD

Στις παραπάνω καρτέλες είναι προφανές ότι δεν έχει γίνει σωστή εξαγωγή των στοιχείων για την ΚΚΜ από το πρόγραμμα και συγκεκριμένα η απόδοση του συστήματος ύγρανσης ($H_{r(-)}$) φαίνεται στο λογισμικό του TEE 0 ενώ στο EranCAD 0.3.



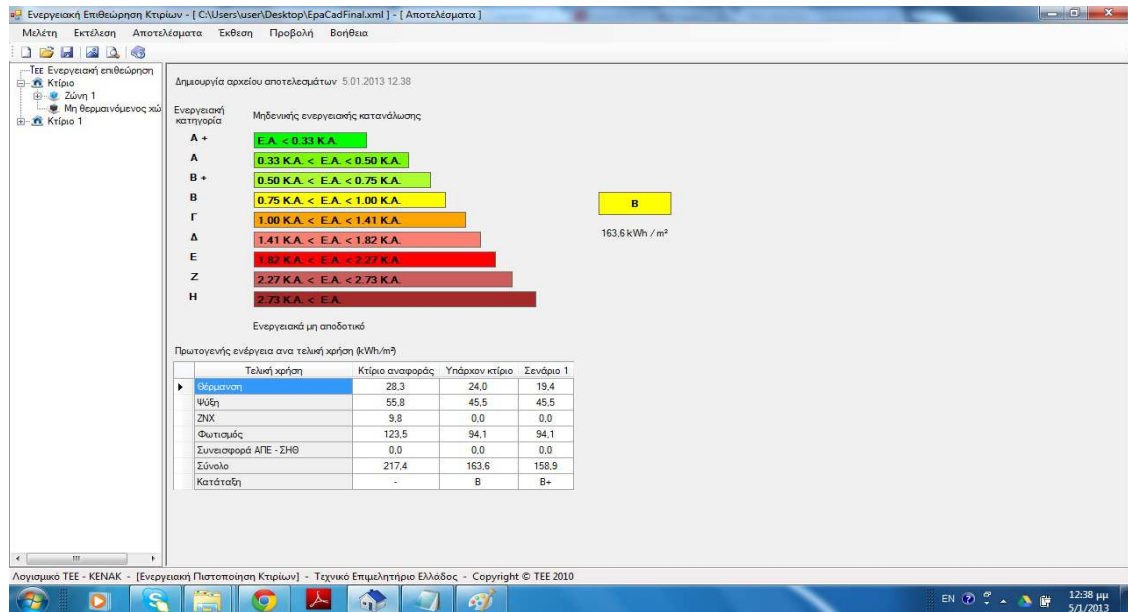
Εικόνα 113 - Ηλιακοί Συλλέκτες από λογισμικό TEE



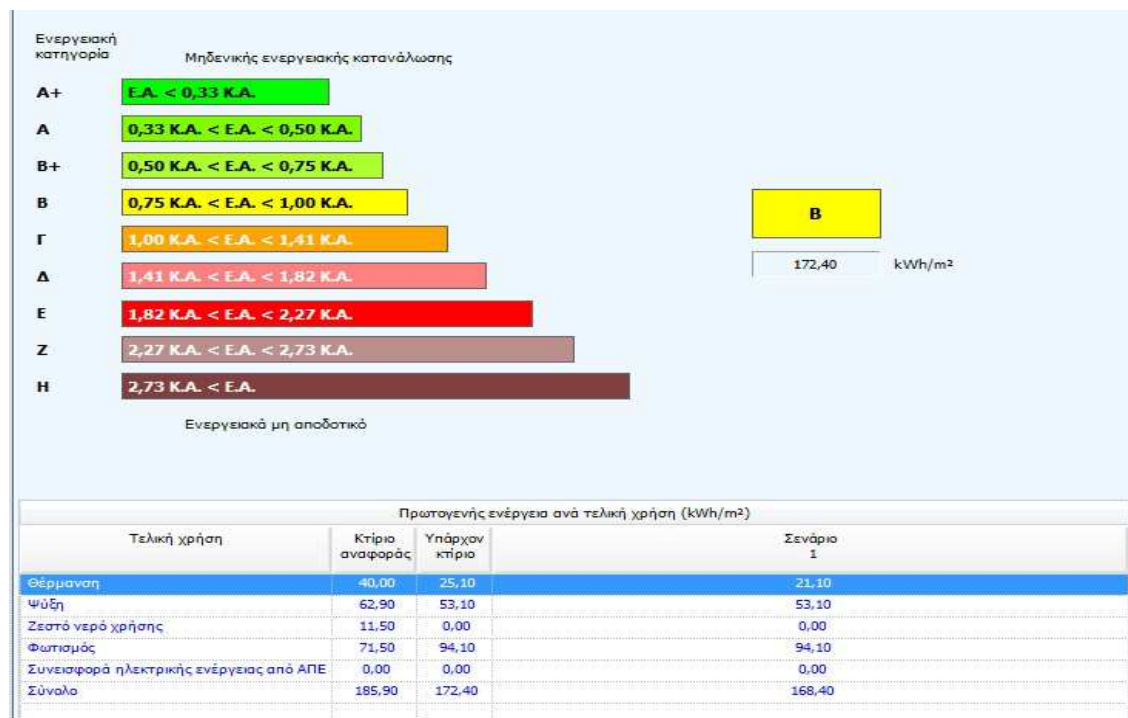
Εικόνα 114 - Ηλιακοί Συλλέκτες από EraCAD

Εδώ βλέπουμε ότι δεν έχει περαστεί το τμήμα θέρμανσης για τους Ηλιακούς Συλλέκτες.

Τέλος μια πολύ σημαντική διαφορά που όμως δεν αλλάζει την τελική κατάταξη του κτιρίου, δηλαδή το αποτέλεσμα της μελέτης, είναι ο υπολογισμός κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας που φαίνεται στις παρακάτω καρτέλες.



Εικόνα 115 - κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας - Κατάταξη από λογισμικό TEE



Εικόνα 116 - κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας - Κατάταξη από EraCAD

Συμπεράσματα - Σχόλια

Σήμερα στην Ελλάδα ξοδεύουμε για θέρμανση διπλάσια απ'ότι στην πολύ πιο κρύα Σουηδία. Ο λόγος είναι απλός. Η εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι πρότινος ήταν όρος άγνωστος για τα ελληνικά δεδομένα. Η πλειοψηφία των ελληνικών κτιρίων χαρακτηρίζονται ως "ενεργειακά σουρωτήρια". Σε αυτή την πραγματικότητα έρχεται να βάλει φρένο ο Κανονισμός Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίων. Ο κανονισμός κάνει υποχρεωτική την ουσιαστική και αποδοτική θερμομόνωση, το σωστό προσανατολισμό των κτιρίων για την εκμετάλλευση της ελληνικής ηλιοφάνειας, την υιοθέτηση βασικών βιοκλιματικών αρχών και τη χρήση νέων τεχνολογιών σε ότι αφορά τα συστήματα παραγωγής.

Μάλιστα, στα πρότυπα των ηλεκτρικών συσκευών, βάζει "ταμπελάκι" στα κτίρια (παλιά και νέα), ανάλογα με το ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας.

Με την θέσπιση του Κ.Εν.Α.κ δημιουργήθηκε ένα κενό στα μελετητικά προγράμματα, αφού τα λογισμικά που χρησιμοποιούνταν για την μελέτη θερμομόνωσης δεν μπορούσαν να ανταπεξέλθουν στις αυξημένες απαιτήσεις του νέου κανονισμού, αφού εκτός των άλλων νέες έννοιες είχαν έρθει στο προσκήνιο, όπως οι θερμογέφυρες. Το κενό αυτό έσπευσαν να καλύψουν πολύ γρήγορα οι υφιστάμενες στην ελληνική αγορά εταιρίες λογισμικού για κτίρια, δημιουργώντας έτσι αρκετά νέα προγράμματα για την εκπόνηση μιας μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων. Ένα από αυτά είναι και το πρόγραμμα EraCAD της εταιρίας Ti-Soft.

Το γεγονός που μας ώθησε στη χρήση του συγκεκριμένου προγράμματος είναι καταρχήν ότι είναι το μοναδικό που διατίθεται σε evaluation (demo) έκδοση, επιτρέποντας την αξιολόγηση και τη γνωριμία του πριν τη διάθεση ενός όχι μικρού ποσού για την αγορά ενός τέτοιου λογισμικού.

Πρόκειται για ένα λογισμικό με προσεγμένη και φιλική εμφάνιση. Όλα τα στάδια της μελέτης είναι εύκολα ανά πάσα στιγμή, ενώ έχει δημιουργηθεί μια εμπειριστατωμένη βοήθεια καθώς και video εκμάθησης του προγράμματος. ταυτόχρονα διαθέτει μία μεγάλη βιβλιοθήκη δομικών στοιχείων και υλικών, ενώ δίνει την δυνατότητα για την εύκολη δημιουργία ενός νέου.

Η τρισδιάστατη απεικόνιση του μοντέλου του κτιρίου βοηθάει πάρα πολύ στη σωστή παραμετροποίηση του κελύφους, κάνοντας ορατά, λάθη ή παραλήψεις, που διαφορετικά θα πέρναγαν απαρατήρητα.

Παράλληλα το πρόγραμμα δημιουργεί πλήρη σειρά εκτυπώσεων εγγράφων και σχεδίων, οι οποίες χρειάζονται λιγοστή δουλειά για την κατάθεση μιας ολοκληρωμένης μελέτης ενεργειακής απόδοσης.

Πρόκειται, όμως, για ένα νέο πρόγραμμα για ένα νέο κανονισμό. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται ότι το πρόγραμμα θα έχει και κάποια προβλήματα "νεότητας". Κάποια bug ανανέωσης των αποτελεσμάτων γίνονται εμφανή μετά την χρήση του προγράμματος. Παράλληλα εντοπίστηκαν κάποια λάθη στο τυπολόγιο που χρησιμοποιεί το πρόγραμμα, όπως ο συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης λέβητα, που δεν έχει ανανεωθεί με την ισχύουσα TOTEE, τουλάχιστον κατά τη διάρκεια παραμετροποίησης του προγράμματος. Λόγω όμως των πολύ συχνών ενημερώσεων είναι πολύ πιθανό τέτοια λάθη ή παραλήψεις να έχουν ήδη διορθωθεί στις νέες εκδόσεις. Το πιο σημαντικό πάντως πρόβλημα που εντοπίστηκε είναι η προβληματική εξαγωγή του αρχείου xml για

το λογισμικό του ΤΕΕ, που προκαλούσε διαφορετικές τιμές σε κάποια αποτελέσματα σε σχέση με τις εκτυπώσεις του προγράμματος.

Γενικά πρόκειται για ένα νέο πρόγραμμα που με κάθε ενημέρωση γίνεται όλο και πιο ολοκληρωμένο και πιο εύκολο στη χρήση.

Βιβλιογραφία - Πηγές

- TOTEE 20701-1/2010 ΄Β ΕΚΔΟΣΗ «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
- TOTEE 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
- TOTEE 20701-3/2010 Β' ΕΚΔΟΣΗ «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών».
- TOTEE 20701-4/2010 Β' ΕΚΔΟΣΗ «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».
- Οικολογική Αρχιτεκτονική '29 Παραδείγματα από την Ευρώπη. (Dominique Gauzier-Muller) εκδόσεις κτίριο.
- ΦΕΚ 407 «Έγκριση κανονισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων».
- Παρουσίαση :Η θερμομονωτική επάρκεια των κτιρίων. Δημήτριος Αραβαντινός, αναπληρωτής καθηγητής Τμήματος Πολ.Μηχανικών Α.Π.Θ., Νοέμβριος 2010.
- Σεμινάριο Ti-Soft στο Ηράκλειο Κρήτης.
- Διαδύκτιο.

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
Γενικά για τον Κ.Εν.Α.Κ.	4
1.Κλιματικές Ζώνες	6
2.Παραδοχές	6
3.Κέλυφος	7
3α.Αδιαφανή (σταθερά) Δομικά Στοιχεία	7
3β.Διαφανή Στοιχεία (Ανοίγματα).....	9
3γ.Θερμογέφυρες	9
4.Εγκαταστάσεις Η/Μ	11
4α.Σύστημα Θέρμανσης.....	12
4β.Σύστημα Ψύξης.....	13
4γ.Σύστημα Κλιματισμού - Κ.Κ.Μ.....	14
4δ.Σύστημα Διανομής	16
4ε.Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης	16
4στ.Σύστημα Φωτισμού	17
5.Θερμικές Ζώνες	17
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΠΟΙΗΣΗ	18
1.Γενικά Στοιχεία	18
2.Δεδομένα Κτιρίου & Κλιματικά Δεδομένα	26
3.Επίπεδα Κτιρίου.....	29
4.Δομικά Στοιχεία & Τύποι Ανοιγμάτων.....	32
5.Γραμμικές Θερμογέφυρες.....	41
6.Συστήματα Παραγωγής & Η/Μ εξοπλισμός	42
7. Θερμικές Ζώνες	54
8. Μοντελοποίηση Κτιρίου	62
9. Θερμομονωτική Επάρκεια - Ενεργειακή Κατάταξη.....	80
10. Ρυθμίσεις, Εκτυπώσεις	85
11. Εξαγωγή Αρχείου XML.....	89
Ενεργειακή Κατάταξη	90
Συγκρίσεις	91
Σύγκριση αποτελεσμάτων xml μέσω λογισμικού ΤΕΕ	104
Συμπεράσματα - Σχόλια	108
Βιβλιογραφία - Πηγές	110

ΜΕΡΟΣ Β'

Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου

