

ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ - ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ: ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ Η/Υ B-KLIMA

Λάμπρος Μανασής, Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ (ΟΜΗ ΕΠΕ, Κάκαρη 3, 11221 Ν. Φιλοθέη, τηλ. 210-6921587, fax 2106918326 email: lmanasis@central.ntua.gr)

Δημοσθένης Καζάκος, Ηλ/γος Μηχανικός ΕΜΠ (4Μ Α.Ε., Μυκητών 9, 15233 Χαλάνδρι, τηλ. 210-6857200, fax 210-6848237 email: d_kazakos@yahoo.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία εστιάζεται στις προϋποθέσεις που θα πρέπει να πληρεί ένα λογισμικό Ενεργειακού-Βιοκλιματικού Σχεδιασμού κτιρίων, προκειμένου να αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για τον Μηχανολόγο, ο οποίος έχει άλλωστε και τον πρωταρχικό ρόλο στον ενεργειακό σχεδιασμό κτιρίων. Το B-KLIMA που βασίζεται σε ακριβώς αυτές τις αρχές, αποτελεί ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ενεργειακής αξιολόγησης των βιοκλιματικών και άλλων ενεργειακής φύσης παρεμβάσεων, που συνδυάζει την φιλικότητα και την ευελιξία στους υπολογισμούς με το πλούσιο και αξιόπιστο μεθοδολογικό υπόβαθρο.

ABSTRACT

This study emphasizes on those special characteristics of an energy building design software, which make it a valuable tool for the Mechanical HVAC Engineer, who plays a primary role in the field of the energy building design. Based on the above principles, B-KLIMA consists an integrated software environment for energy/bioclimate building design, which combines a user friendly interface with a functional calculation system and a reliable methodological background.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάγκη βελτιστοποίησης των μεγεθών θερμικής προστασίας και εκμετάλλευσης των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση ψύξη και φωτισμό, έτσι ώστε να εξασφαλίζουμε στις κτιριακές κατασκευές συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης με την μικρότερη ανάγκη σε συμβατικά καύσιμα, σε συνδυασμό με τις δυνατότητες της σύγχρονης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, δημιουργούν την ανάγκη για ισχυρά και ευέλικτα πακέτα λογισμικού ενεργειακού σχεδιασμού, βασισμένα σε αξιόπιστα μοντέλα με πλούσιο μεθοδολογικό υπόβαθρο. Ένα τέτοιο περιβάλλον λογισμικού, το B-KLIMA, αποτελεί αντικείμενο της παρούσας εργασίας, στην οποία το ενδιαφέρον εστιάζεται στα ειδικά εκείνα χαρακτηριστικά του προγράμματος που το καθιστούν πολύτιμο εργαλείο για τον Μ-Η Μελετητή ο οποίος έχει άλλωστε και τον πρωταρχικό ρόλο στις ενεργειακές μελέτες κτιρίων.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Το πρόβλημα πηγάζει από την ανάγκη ύπαρξης ενός υπολογιστικού πακέτου των ενεργειακών επιπτώσεων από τις βιοκλιματικού χαρακτήρα παρεμβάσεις που προτείνει ο

Αρχιτέκτονας κατά τον σχεδιασμό ενός κτιριακού έργου. Γι' αυτό θα πρέπει ο Μηχανολόγος να έχει στην διάθεσή του το κατάλληλο εργαλείο εκτίμησης του ενεργειακού οφέλους και να συνεργαστεί με τον Αρχιτέκτονα για την βελτιστοποίησή τους. Οι απαιτήσεις που θα πρέπει να πληρεί ένα τέτοιο σύγχρονο εργαλείο λογισμικού, είναι πολλές και σημαντικές:

- Εύκολη εισαγωγή-τροποποίηση δεδομένων. Δυνατότητα για 3D μοντέλο με εύκολη σύνδεση (interfacing) με σχεδιαστικά & αρχιτεκτονικά προγράμματα
- Μοντέλο πιστής αναπαράστασης της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου και των μηχανισμών κατανάλωσης ενέργειας
- Δυνατότητα εφαρμογής του τόσο στα νεοαναγειρόμενα κτίρια, όσο και στα υφιστάμενα για την βελτίωση της ενεργειακής τους συμπεριφοράς
- Ποικιλία επεμβάσεων βιοκλιματικού χαρακτήρα (θερμοκήπια, τοίχοι trombe, σκίαστρα, νυκτερινός αερισμός, γεωθερμία, ηλιακά συστήματα, προσανατολισμός κτιρίου κλπ).
- Χωριστή αντιμετώπιση για Χειμώνα και Καλοκαίρι, αναλυτικά ανά ώρα και μήνα, με συνολική εικόνα ενεργειακής κατανάλωσης σε ετήσια βάση.
- Χρήση έγκυρων μεθόδων και τεχνικών που έχουν καθιερωθεί στον χώρο διεθνώς (EN832, Ashrae κλπ)
- Αξιόπιστα λεπτομερή Κλιματολογικά Στοιχεία (EMY).
- Γρήγορα και αξιόπιστα αποτελέσματα για μικρά αλλά και για μεγάλα κτίρια
- Δυνατότητα ενσωμάτωσης της μελέτης κλιματισμού και δυνατότητα διαχωρισμού του κτιρίου σε ζώνες (θέρμανσης ή ψύξης, ή και τα δύο για συγκεκριμένη περίοδο)
- Εποπτεία στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων (σε πίνακες, διαγράμματα κλπ) και στην συγκριτική τους αξιολόγηση
- Παραγωγή δεικτών αξιολόγησης της ενεργειακής ταυτότητας και συμπεριφοράς του κτιρίου.

3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ Β-KLIMA

Το Β-KLIMA που έχει αναπτυχθεί με βάση ακριβώς τις παραπάνω αρχές, εξετάζει την ενεργειακή κατανάλωση σε ετήσια βάση, διακρίνοντας δύο μεγάλες περιόδους:

3.1 Απαιτούμενη Ενέργεια τον Χειμώνα

Για την εκτίμηση της απαιτούμενης ενέργειας κατά την χειμωνιάτικη περίοδο ^[1-5], το πρόγραμμα ακολουθεί το ευρωπαϊκό πρότυπο EN832 που συνυπολογίζει τις θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα των δομικών στοιχείων με τα θερμικά κέρδη από εσωτερικά (πχ. άτομα) ή εξωτερικά (πχ. ηλιασμός) αίτια. Ειδικές επιλογές, όπως για παράδειγμα διαφορετικοί τύποι θερμογεφυρών ή διαφορετικοί μηχανισμοί αερισμού (φυσικού και μηχανικού) επιβάλλονται για λόγους ακρίβειας στην εκτίμηση των ενεργειακών μεγεθών. Επιπρόσθετα, το Β-KLIMA λαμβάνει υπόψη του και απώλειες από ειδικά στοιχεία όπως είναι για παράδειγμα οι τοίχοι trombe, που είναι σχεδιασμένοι να συλλέγουν ηλιακή ενέργεια. Ακόμα, το Β-KLIMA υπολογίζει και τα Θερμικά Κέρδη Q'_g , σαν άθροισμα των εσωτερικών θερμικών κερδών Q'_i και των κερδών από ηλιακή ακτινοβολία Q'_s , καθώς επίσης και τα θερμικά κέρδη από τυχόν ειδικά στοιχεία. Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη περιλαμβάνουν τα κέρδη από τον μεταβολισμό των κατοίκων, την ηλεκτρική κατανάλωση συσκευών και φώτων, την διανομή νερού κ.α. Τα ηλιακά κέρδη εξαρτώνται από την ηλιοφάνεια της περιοχής, τον προσανατολισμό των επιφανειών που απορροφούν θερμότητα από ηλιακή ακτινοβολία, τις σκιάσεις από διάφορους μηχανισμούς, τα χαρακτηριστικά μετάδοσης και απορρόφησης των υλικών των επιφανειών (υαλοστάσια, εσωτερικοί τοίχοι και πατώματα των

χώρων με ήλιο, τοίχοι πίσω από διαφανές κάλυμμα ή μόνωση). Τέλος, το B-KLIMA υπολογίζει και κέρδη από ειδικά στοιχεία, όπως α) την ανάκτηση θερμότητας από αεριζόμενα στοιχεία περιτύλιξης, εξομοιώνοντας τον μηχανισμό αυτό με έναν ισοδύναμο εναλλάκτη θερμότητας, β) τα κέρδη από τους τοίχους Trombe, γ) τα Κέρδη από Τοίχους Μάζας^[14] που αιχμαλωτίζουν ηλιακή ενέργεια μέσα στον τοίχο, δ) ηλιακά κέρδη από τα (μη θερμαινόμενα) θερμοκήπια, σαν άθροισμα των άμεσων κερδών διαμέσου του διαχωριστικού τοίχου και των έμμεσων από τον ήλιο. Η ενσωμάτωση των Ηλιακών διαγραμμάτων (εικόνα 1) μέσω της δυνατότητας περιστροφής του κτιρίου, μας βοηθά επίσης να βελτιστοποιήσουμε την εξοικονόμηση ενέργειας. Αναλυτικά, όλες οι σχέσεις υπολογισμών παρουσιάζονται στον οδηγό χρήσης του προγράμματος^[22].

3.2 Απαιτούμενη Ενέργεια το Καλοκαίρι

Για την εκτίμηση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά την θερινή περίοδο^[6-13], το πρόγραμμα ακολουθεί τα προτεινόμενα μοντέλα από την Ashrae (1. μέθοδος θερμοκρασιακής διαφοράς ψυκτικού φορτίου ή CLTD και 2. μέθοδος Συνάρτησης μεταφοράς ή TFM) αθροίζοντας τις ωριαίες καταναλώσεις ενέργειας. Το γεγονός αυτό εξασφαλίζει ακρίβεια στα αποτελέσματα. Επιπρόσθετα, το B-KLIMA μπορεί να υπολογίσει Ψυκτικά κέρδη και με άλλους τρόπους, όπως πχ. από γεωθερμία με εξοικονόμηση ενέργειας από τους θαμμένους σωλήνες του εναλλάκτη γη-αέρα^[19, 20, 21], ή από Νυχτερινό Αερισμό^[21], ή και άλλες παρεμβάσεις που είναι δυνατές στο μοντέλο. Όλες οι παρεμβάσεις συναρτώνται από την περίοδο εφαρμογής τους, και γιατί το λόγο η ενεργοποίηση/ απενεργοποίησή τους Χειμώνα/ Καλοκαίρι ρυθμίζεται παραμετρικά μέσα από το πρόγραμμα. Στο τέλος, τα διάφορα επιμέρους αποτελέσματα συντίθενται κατάλληλα για να μας δώσουν το αποτέλεσμα της ενεργειακής κατανάλωσης σε ετήσια βάση.

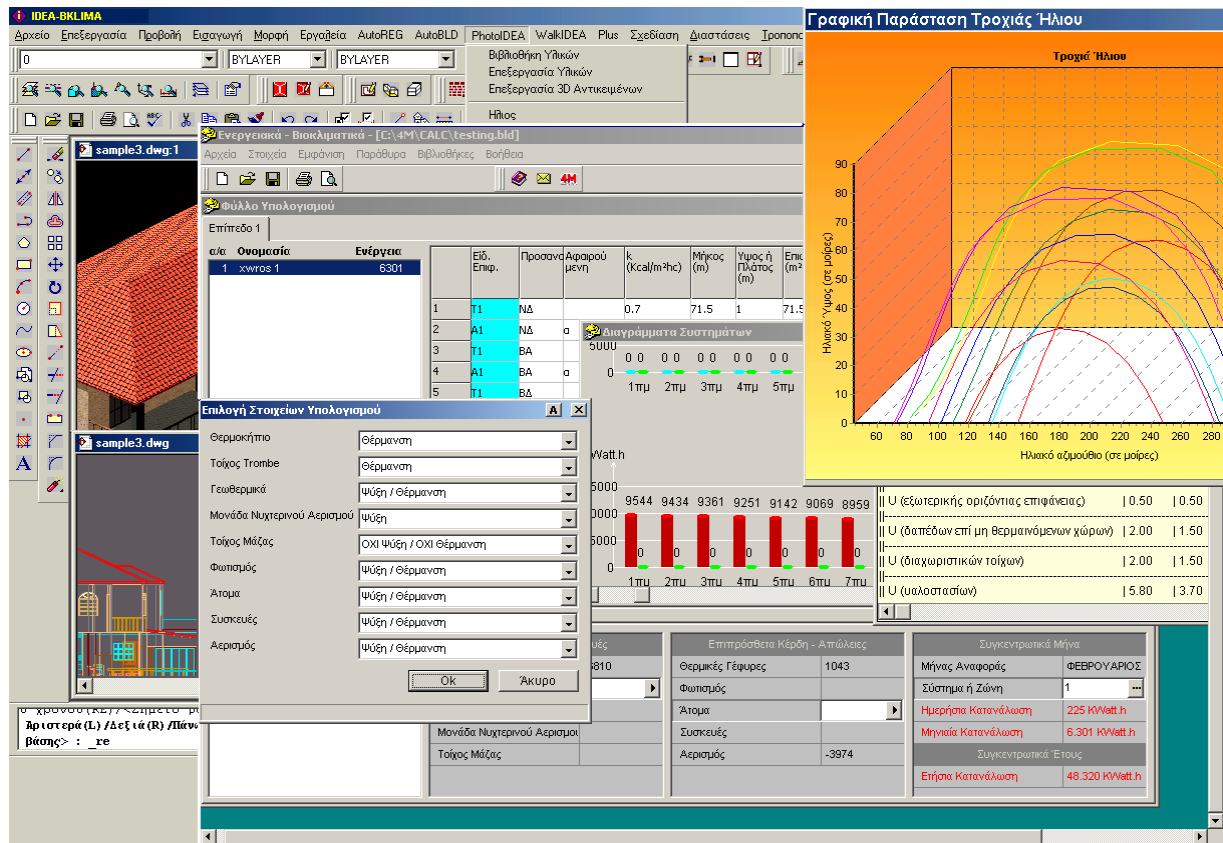
3.3 Φωτισμός

Η παράμετρος Φωτισμός αντιμετωπίζεται ειδικά από το B-KLIMA, που υπολογίζει την ενέργεια η οποία εξοικονομείται από τον Φυσικό Φωτισμό. Ειδικότερα, το μοντέλο παίρνει υπόψη του την μορφολογία κάθε χώρου και των ανοιγμάτων του (επιφάνειες, διαπερατότητες, αντανakλάσεις) καθώς επίσης και την Οπτική γωνία του ουρανού, δηλαδή την κάθετη γωνία του ορατού ουρανού από το κέντρο του ανοίγματος για να υπολογίσει τον Μέσο Παράγοντα Φυσικού Φωτισμού, έναν *συντελεστή που* στην ουσία προδιαγράφει το ποσοστό του φωτισμού που τελικά εισέρχεται στον χώρο σε σχέση με τον διάχυτο φυσικό φωτισμό του εξωτερικού περιβάλλοντος. Δεδομένου ότι το B-KLIMA δίνει την δυνατότητα επιλογής συγκεκριμένων τύπων φωτιστικών (βιβλιοθήκες), προκύπτει αυτόματα το πλήθος τους και η συνολική τους κατανάλωση. Έτσι υπολογίζεται και η εξοικονόμηση ενέργειας ανά ώρα που επιτυγχάνεται από την ύπαρξη φυσικού φωτισμού, θεωρώντας ότι η κατανάλωση από την λειτουργία των φωτιστικών αντιστοιχεί στην δυσμενέστερη περίπτωση (πχ. τις βραδινές ώρες).

4. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Η χρήση του B-KLIMA είναι ιδιαίτερα απλή, χάρη στην φιλικότητά του και την ευελιξία με την οποία επιλύει και αξιολογεί τα εναλλακτικά σενάρια. Απευθυνόμενο στον Μηχανικό της «πιάτσας», το B-KLIMA ξεχωρίζει από πολλά αξιόλογα μεν αλλά «βαριά» μοντέλα, τα οποία ως επί το πλείστον έχουν αναπτυχθεί από εκπαιδευτικά ιδρύματα και ενεργειακά ινστιτούτα.

Ακολουθώντας τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της δοκιμασμένης σειράς ADAPT, το B-KLIMA έχει σαν κεντρικό πυρήνα υπολογισμών το φύλλο ενέργειας χώρων, στο οποίο ο χρήστης έχει πρακτικά όλες τις πληροφορίες για δεδομένα και αποτελέσματα. Η εισαγωγή δεδομένων στο B-KLIMA μπορεί να γίνει και σχεδιαστικά (3D CAD interface) για μέγιστη εποπτεία και δυνατότητα παρεμβάσεων πάνω στο πραγματικό τρισδιάστατο μοντέλο της μελέτης. Μια ενδεικτική οθόνη του περιβάλλοντος B-KLIMA παρουσιάζεται στην εικόνα 1.



Εικόνα 1
Ενδεικτική άποψη Περιβάλλοντος Λογισμικού B-KLIMA

Η περιορισμένη έκταση του παρόντος δεν επιτρέπει την αναλυτικότερη περιγραφή του B-KLIMA, πάντως αρκεί μιά σύντομη ζωντανή επίδειξη του προγράμματος για να αποκτήσει κανείς μιά ολοκληρωμένη εικόνα για την φιλοσοφία και λειτουργικότητά του.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

5.1 Συμπεράσματα

Το B-KLIMA είναι ένα ολοκληρωμένο εργαλείο ενεργειακού σχεδιασμού κτιρίων με ουσιαστικές δυνατότητες: Πρώτα απόλα αποτελεί ένα ολοκληρωμένο μοντέλο πιστής αναπαράστασης της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου και των μηχανισμών κατανάλωσης ενέργειας με αξιόπιστα αποτελέσματα. Από την μιά πλευρά προσφέρει εύκολες και σε μεγάλο εύρος παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας (βιοκλιματικού χαρακτήρα κλπ), ενώ από την άλλη τα παραγόμενα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα πλούσια

και εποπτικά (πίνακες, διαγράμματα, αλλά και δείκτες ενεργειακής συμπεριφοράς) ώστε να είναι εύκολη η συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων ενεργειακού σχεδιασμού.

5.2 Επεκτάσεις

Η πιο ενδιαφέρουσα αλλά και αναγκαία επέκταση, θα είναι η ενσωμάτωση στο παραπάνω λογισμικό του μεγάλου κεφαλαίου της βέλτιστης ενεργειακής διαχείρισης του κτιρίου, όπως αυτή επιβάλλεται από την δυναμική του Ενεργειακού προβλήματος και της εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτή χρειάζεται να γίνει προς τρεις κατευθύνσεις:

- α. Βέλτιστη επιλογή του ενεργειακού συστήματος (πχ. λέβητας και ψύκτης ή αντλία θερμότητας, ή ψύκτης απορρόφησης, υδρόψυκτο ή αερόψυκτο μηχάνημα κλπ)
- β. Βέλτιστη τεχνικο-οικονομική επιλογή (πχ. κόστος αγοράς, κόστος λειτουργίας, βαθμοί απόδοσης, τιμή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου, πετρελαίου κλπ), και
- γ. Δυνατότητες συμπαραγωγής και αποθήκευσης ενέργειας (π.χ συμπαραγωγή ψυκτικής ενέργειας, ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας, αποθήκευση ψυκτικής ενέργειας για την αντιμετώπιση των μέγιστων φορτίων, διερεύνηση πρόσθετων δυνατοτήτων για απόριψη θερμότητας κλπ)

Με την επέκταση του B-KLIMA προς αυτή την κατεύθυνση το πρόβλημα θα αντιμετωπίζεται στην ολότητά του με αποτέλεσμα την πληρέστερη εκτίμηση της χρησιμότητας και του μεγέθους των βιοκλιματικών και ενεργειακών παρεμβάσεων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. EUROPEAN STANDARD prEN 832 (February 1998) “Thermal performance of buildings – Calculation of energy use for heating – Residential buildings”
2. EN ISO 13789:1999 “Thermal performance of buildings - Transmission heat loss coefficient - Calculation method”
3. INTERNATIONAL STANDARD ISO 9164: 1989 “Thermal insulation – Calculation of space heating requirements for residential buildings”
4. Α. Μοσχάτος “Ηλιακή Ενέργεια – Συνιστώσες της ηλιακής θερμικής διαδικασίας”
5. Κ.Καγκαράκης (1992) “Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία”
6. ASHRAE Handbook of Fundamentals
7. ASHRAE Handbook of Applications
8. ASHRAE Handbook of Systems
9. ASHRAE Handbook of Equipment
10. ASHRAE Standards for Natural and Mechanical Ventilation
11. ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual ASHRAE GRP 158
12. Carrier Handbook of Air Conditioning System Design
13. Αερισμός και Κλιματισμός Κ. Λέφα
14. ΕΟΚ – γενική διεύθυνση ΧΠ επιστήμη – έρευνα – ανάπτυξη “Μελέτη παθητικών ηλιακών κτιρίων ΙΙΙ. μέθοδοι υπολογισμού”
15. Ε. Ανδρεαδάκη – Χρονάκη (1985) “Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική”
16. ΤΕΕ «Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας» (10/2000) “Κανονισμός Ορθολογικής χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας – Συμβοή στην Ενεργειακή Πολιτική για τον Κτιριακό Τομέα και στον Μηχανικό”
17. ΤΕΕ «Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας» (10/2000) “Ενεργειακή και Περιβαλλοντική Πιστοποίηση Κτιρίων”
18. ΤΕΕ «Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας» (10/2000) “Δυνατότητες Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτίρια με Ορθολογικό Σχεδιασμό και Επεμβάσεις στο Κτιριακό Κέλυφος”

19. Commonwealth of Pennsylvania Department of Environmental Resources “Ground Source Heat Pump Manual”
20. Rainer Wagner, Stefan Beisel, Astrid Spieler, Klaus Vajen (2000) “MEASUREMENT, MODELING AND SIMULATION OF AN EARTH-TO-AIR HEAT EXCHANGER IN MARBURG (GERMANY)”
21. M.Santamouris “Simplified Methods for Passive Cooling Applications” Passive Cooling of Buildings
22. Οδηγός Χρήσης B-KLIMA (manual προγράμματος), 4M, 2003.