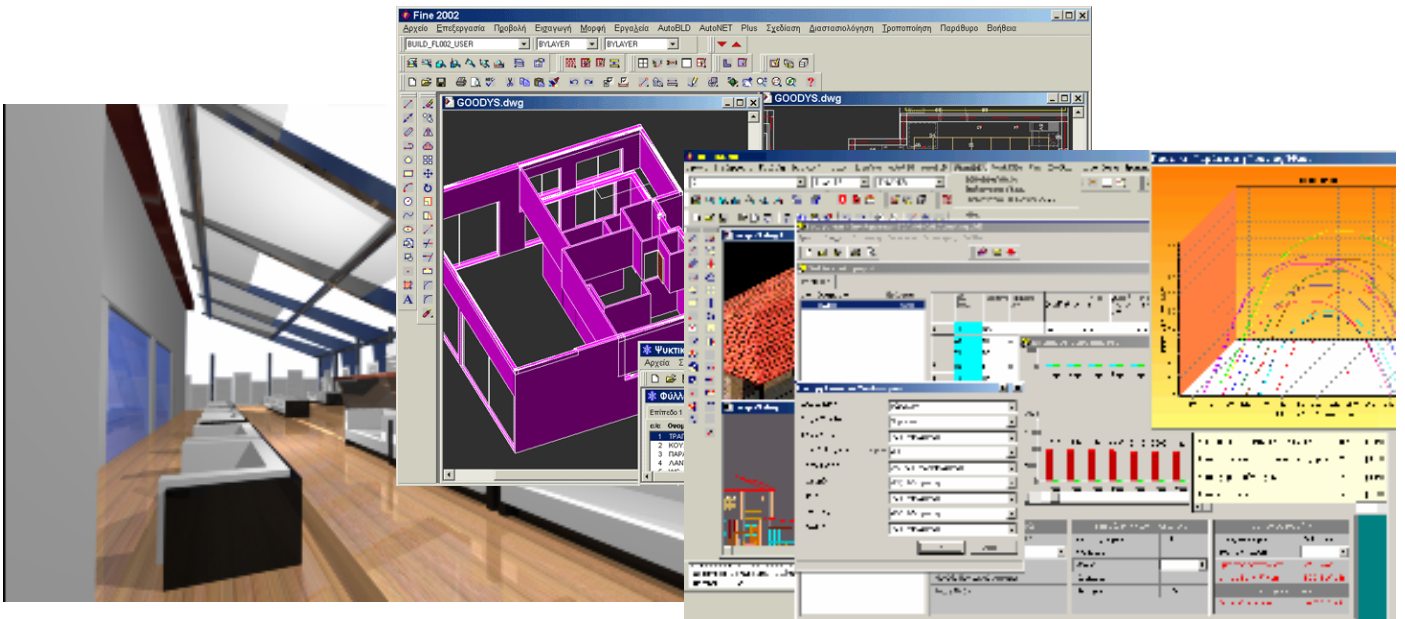


# Λογισμικό Εκπόνησης Μελετών Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων



*Εισηγητής: Λάμπρος Μανασής  
Διπλ. Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ*

## **Πρόλογος**

Με την ιδιότητά μου ως μελετητής ενεργειακών βιοκλιματικών συστημάτων, και έχοντας επίσης εργαστεί τόσο σαν σύμβουλος ανάπτυξης τεχνικού λογισμικού, όσο και σε ομάδα εργασίας στο πλαίσιο του ΚΕΝΑΚ, θα σας παρουσιάσω στην συνέχεια ορισμένες ενδιαφέρουσες εξελίξεις, οι οποίες δρομολογούνται στο ενεργειακό λογισμικό (software) αναφορικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ.

Μεταξύ άλλων, θα τονίσω και την αναγκαιότητα επικοινωνίας (από πλευράς οργάνωσης και κατ' επέκταση και σε επίπεδο λογισμικού) μεταξύ της Αρχιτεκτονικής Μελέτης και της Μελέτης των Η/Μ εγκαταστάσεων με την Ενεργειακή Βιοκλιματική Μελέτη και την Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης.

Κατ' αρχάς η χρήση Λογισμικού στις Ενεργειακές Μελέτες είναι αναγκαία για πολλούς λόγους, όπως οι παρακάτω:

- Εξασφάλιση αξιόπιστων αποτελεσμάτων σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς
- Εξοικονόμηση χρόνου και προσπάθειας
- Δυνατότητα προσδιορισμού των βέλτιστων επιλογών σχεδιασμού
- Ολοκληρωμένη παρουσίαση (τεύχος και σχέδια)
- Ηλεκτρονική αρχειοθέτηση και οργάνωση μελετών

και συν τοις άλλοις, διότι είναι σχεδόν αδύνατος ο τρόπος υπολογισμού των ενεργειακών μεγεθών με άλλη μέθοδο (π.χ. excel ή computer χειρός) λόγω της πολυπλοκότητας και του μεγάλου μεγέθους των υπολογισμών.

## **Λογισμικό Ενεργειακού & Βιοκλιματικού Σχεδιασμού (B-KLIMA)**

Όπως φαίνεται και από το παρακάτω σχηματικό διάγραμμα (εικόνα 1) προηγείται κατ' αρχάς ο Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός του κτιρίου όπου πιθανόν να υπάρχουν και συγκεκριμένες βιοκλιματικές παρεμβάσεις (ορισμένα παραδείγματα φαίνονται στην εικόνα 2), ενώ στην συνέχεια έχουμε τον υπολογισμό και τον σχεδιασμό των Η/Μ εγκαταστάσεων. Οι βιοκλιματικές

παρεμβάσεις (που έχουν σαν στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας) εφαρμόζονται στη μεγάλη τους πλειοψηφία κατά τον Αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου. Άρα όταν έχουμε βιοκλιματικές παρεμβάσεις, και κατά την περίοδο της μελέτης τους πρέπει να γίνεται και η ενεργειακή μελέτη ούτως ώστε οι βιοκλιματικές παρεμβάσεις να είναι οι βέλτιστες ενεργειακά και να στοχεύουν στην ελαχιστοποίηση της ισχύος των μεγεθών των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτιρίου. Αλλιώς είναι πολύ πιθανό οι βιοκλιματικές παρεμβάσεις να μην προσφέρουν την βέλτιστη ποσότητα εξοικονόμησης ενέργειας. Παρακάτω βλέπουμε αναλυτικά τις μεθοδολογίες που ακολουθούνται στο σύνολο της μελέτης ενός κτιρίου και τον τρόπο εφαρμογής τους.

### ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟ & Η/Μ

### ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ-ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ (B-KLIMA)

#### 1. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟ

##### Μοντέλο BIM (Building Information Model)

- Αναγνώριση χώρων
- Αναγνώριση στοιχείων περιβλήματος (γεωμετρικά δεδομένα, δομικά στοιχεία κλπ)

- Μοντέλο πιστής αναπαράστασης & προσομοίωσης ενεργ. συμπεριφοράς
- Ειδική αντιμετώπιση για χειμώνα και καλοκαίρι χωριστά
- Μεθοδολογία ΚΟΧΕΕ (EN & ASHRAE)
- Βάση Κλιματ/κών Δεδομένων (ΕΜΥ)
- Σύγκριση και αξιολόγηση εναλλακτικών σεναρίων σχεδιασμού
- Παραγωγή Δεικτών
- Τεκμηρίωση αποτελεσμάτων



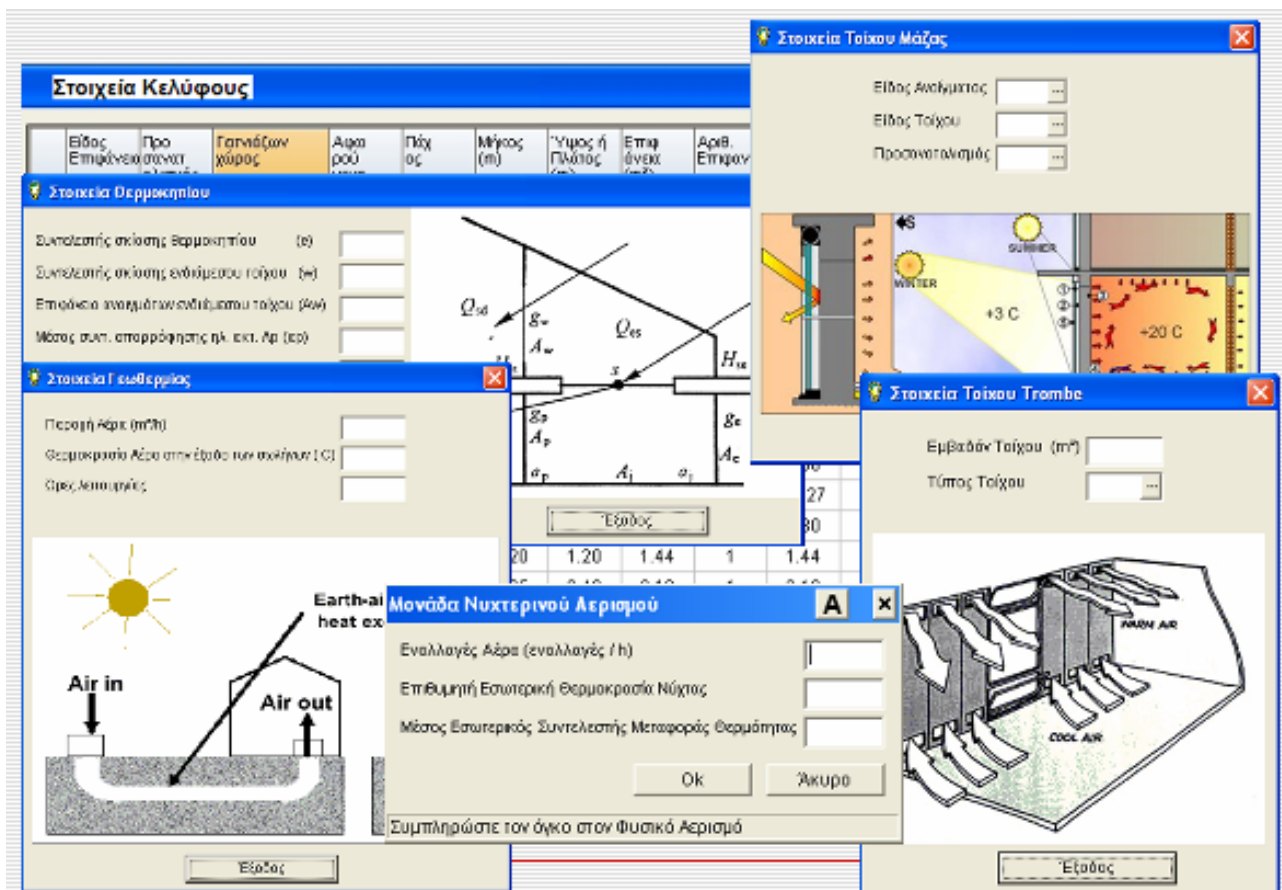
#### 2. ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ

##### Μοντέλο BIM (Building Information Model)

- Αναγνώριση χώρων
- Αναγνώριση στοιχείων περιβλήματος
- Αναγνώριση Η/Μ Εγκ/σεων

- Ποικιλία ενεργειακών παρεμβάσεων & εφαρμογών βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής
- Θερμοκήπια
- Τοίχοι TROMBE
- τοίχοι μάζας
- Νυκτερινός αερισμός
- Γεωθερμία
- Ηλιακά
- Σκίαστρα όψεων
- περιστροφή κτιρίου κ.α.

**Εικόνα 1 Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός και Βιοκλιματικό-Ενεργειακό Μοντέλο**



**Εικόνα 2 Παραδείγματα Βιοκλιματικών παρεμβάσεων όπως φαίνονται στο περιβάλλον του λογισμικού**

Σε συνέχεια της Ενεργειακής Βιοκλιματικής Μελέτης (B-KLIMA), έχουμε τις παρακάτω επεκτάσεις:

1. Την βέλτιστη ενεργειακή διαχείριση από την πλευρά επιλογής εξοπλισμού υπολογίζοντας την ποσότητα της:
  - Εξοικονομούμενης ενέργειας
  - Ελαχιστοποίησης των εκπομπών CO<sub>2</sub> και της
  - Ελαχιστοποίησης του κόστους εγκατάστασης και λειτουργίας
  
2. Την αξιολόγηση των εναλλακτικών τεχνολογιών (ενεργειακών συστημάτων) με σκοπό την :

- Βέλτιστη επιλογή του ενεργειακού συστήματος (πχ. λέβητας και ηλεκτρικός ψύκτης ή αντλία θερμότητας, ή ψύκτης απορρόφησης, υδρόψυκτος ψύκτης ή αερόψυκτος ψύκτης κλπ)
- Βέλτιστη τεχνικοοικονομική επιλογή (πχ. κόστος αγοράς εξοπλισμού, κόστος λειτουργίας, βαθμοί απόδοσης, τιμή ηλεκτρικού ρεύματος, τιμή φυσικού αερίου, τιμή πετρελαίου κλπ), και
- Δυνατότητα συμπαραγωγής και αποθήκευσης ενέργειας (π.χ. συμπαραγωγή ψυκτικής ενέργειας- ηλεκτρικής ενέργειας -θερμότητας,
- Αποθήκευση θερμότητας για την αντιμετώπιση των μέγιστων φορτίων. Έίναι ήδη στα πρόθυρα η εφαρμογή από την ΔΕΗ των ηλεκτρονικών μετρητών ενέργειας για χρέωση με βάση τις αιχμές του δικτύου και την ώρα κατανάλωσης. Οπότε αποκτά μεγάλο μέλλον η δυνατότητα αποθήκευσης ψυκτικής ενέργειας για την αποφυγή των αιχμών χρέωσης ενέργειας και ισχύος.
- Διερεύνηση πρόσθετων δυνατοτήτων για άντληση ή απόρριψη θερμότητας όπως συνεργασία αντλία θερμότητας με ηλιακό συλλέκτη κλπ.

Σαν επόμενο βήμα μετά την Ενεργειακή Βιοκλιματική Μελέτη (B-KLIMA) έχουμε τις εφαρμογές λογισμικού που προκύπτουν από την εφαρμογή του KENAK. Και εδώ ισχύει η αμφίδρομη επικοινωνία των Αρχιτεκτονικών μελετών και Η/Μ μελετών με τις παρακάτω εξειδικευμένες μελέτες :

1. Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης για την Πολεοδομία,
2. Μελέτη Ενεργειακής απόδοσης για έκδοση πιστοποιητικού και
3. Μελέτη Απόδοσης Συστημάτων Θέρμανσης και Ψύξης του κτιρίου

Τα Δεδομένα & Παραδοχές που λαμβάνονται υπόψιν για τον υπολογισμό τους είναι τα παρακάτω.

1. Χαρακτηριστικά κτιρίου (γεωμετρία, προσανατολισμός, δομικά υλικά, στοιχεία επιφανειών)
2. Καθορισμός θέσης, προσανατολισμού και εξωτερικής σκίασης του κτιρίου

3. Μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής & εκτίμηση εξωτερικών συνθηκών σχεδιασμού
4. Χρήσεις και λειτουργίες των χώρων & επιλογή εσωτερικών συνθηκών σχεδιασμού (θερμοκρασία, ρυθμός ανανέωσης αέρα)
5. Θεώρηση όλων των συνιστωσών (θερμικών απωλειών από τις επιφάνειες των δομικών στοιχείων, θερμικών απωλειών από μηχανικά ελεγχόμενο ή φυσικό αερισμό, εσωτερικών κερδών, ηλιακών κερδών από υαλοστάσια και από παθητικά ηλιακά συστήματα).

Το Τεύχος της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, σαν παραγόμενο αποτέλεσμα (output) του λογισμικού συνίσταται από τα παρακάτω τρία εκτυπωτικά μέρη:

#### **ΜΕΡΟΣ Α: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΕΛΥΦΟΥΣ**

- Α.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
- Α.2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ
- Α.3. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΗΛΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ
- Α.4. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΕΛΥΦΟΥΣ (ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ, ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ, ΗΛΙΑΚΑ κλπ)
- Α.5. ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

#### **ΜΕΡΟΣ Β: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ, ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ**

- Β.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
- Β.2. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ
- Β.3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ
- Β.4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗΣ
- Β.5. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΦΩΤΙΣΜΟΥ
- Β.6. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
- Β.7. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### **ΜΕΡΟΣ Γ: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

- Γ.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΧΩΝ

□ Γ.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

□ Γ.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO2

Οι εφαρμογές που προαναφέρθηκαν ακολουθούν σε αντιστοιχία τις μεθοδολογίες που προτείνει ο νέος ΚΕΝΑΚ και συνδέονται με το σύνολο των μελετών του κτιρίου. Παρακάτω (εικόνα 3) βλέπουμε τα χαρακτηριστικά τους και τον τρόπο που συνδέονται:

### ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

#### ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟ-Η/Μ ΕΓΚΑΤ.

##### IDEA ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟ

Μοντέλο BIM (Building Information Model)

- Αναγνώριση χώρων
- Αναγνώριση στοιχείων περιβλήματος (γεωμετρικά δεδομένα, δομικά στοιχεία κλπ)

##### FINE ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ

Model)

- Αναγνώριση χώρων
- Αναγνώριση στοιχείων περιβλήματος (γεωμετρικά δεδομένα, δομικά στοιχεία κλπ)

### ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΕΝΑΚ

1. **Πρόγραμμα Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης για Πολεοδομία** (έκδοση άδειας)

- Ωριαία Μέθοδος (Ωριαίου βήματος-

2. **Πρόγραμμα Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης για έκδοση Πιστοποιητικού**

- Μηνιαία Μέθοδος (ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος -

3. **Πρόγραμμα Απόδοσης Συστημάτων Θέρμανσης και Ψύξης του κτιρίου**

- prEN 15316-1, /2-1, /2-3, /4-1 & prEN15243
- prEN 15316-3-1, /3-2 & /3-3 (ζεστό

**Εικόνα 3. Παράδειγμα (3D BIM -> Υπολογισμοί -> Πιστοποιητικό)**

Επιπλέον τα παραγόμενα αποτελέσματα τα οποία ουσιαστικά εμπλουτίζουν τα τελικά σχέδια που προκύπτουν από το λογισμικό, περιέχουν όλες τις πρόσθετες πληροφορίες όπως φαίνεται παρακάτω:

### **Τοπογραφικό**

- Προσανατολισμός του οικοπέδου –κτιρίου

### **Κατόψεις**

- Προσανατολισμός κτιρίου
- Θερμομόνωση στους τοίχους
- Τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών (Φ/Β κλπ)
- Παθητικά ηλιακά συστήματα (πχ. αίθριο) & συστ. δροσισμού (πχ. φεγγίτες οροφής)
- Φυτεύσεις στο δώμα
- Εξωτερικά συστήματα ηλιακής προστασίας

### **Όψεις - Τομές**

- Ενταξη τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Φ/Β κλπ)
- Παθητικά ηλιακά συστήματα & συστήματα δροσισμού
- Τοποθέτηση εξωτερικών συστημάτων ηλιακής προστασίας
- Τοποθέτηση θερμομόνωσης (Τομές)

### **Κάτοψη διαμόρφωσης ακάλυπτων χώρων**

- Χωροθέτηση πρασίνου και τύπος φύτευσης
- Χωροθέτηση και απεικόνιση στοιχείων μικροκλίματος (πχ. στοιχεία νερού)
- Τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών (πχ Φ/Β πανέλα κλπ)

### **Σχέδια λεπτομερειών**

- κατασκευαστικές λεπτ. παθ. Συστ. Θέρμανσης & δροσισμού (πχ. Trombe κλπ)
- Κατασκευαστικές λεπτομέρειες θερμομόνωσης

## **Πρόγραμμα Απόδοσης Συστημάτων Θέρμανσης και Ψύξης του κτιρίου**

Σε αυτό το τμήμα προβλέπεται η εφαρμογή των μετρήσεων των ενεργειακών μεγεθών απο τον ενεργειακό επιθεωρητή για παραγωγή του πιστοποιητικού.

Εδώ θα μου επιστρέψετε να αναφέρω ότι εκτός από το έλλειμμα των ενεργειακών επιθεωρητών που ως χώρα ισχυριζόμαστε ότι έχουμε εδώ και χρόνια και αποφεύγουμε την εφαρμογή της ενεργειακής επιθεώρησης θα προκύψει έλλειμμα για εξειδικευμένους τεχνίτες μέτρησης ενεργειακών μεγεθών (δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης). Αυτή θα πρέπει να είναι μία ειδικότητα νέα με αναλυτικό πρόγραμμα κατά 50% αυτή του θερμοϋδραυλικού και κατά 50% αυτή του ψυκτικού αλλά με έμφαση στη χρήση των ενεργειακών οργάνων και τον τρόπο μέτρησης των ενεργειακών μεγεθών.

## **Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Υπολογιστικού Περιβάλλοντος Λογισμικού**

Ορισμένα από τα βασικά λειτουργικά του υπολογιστικού περιβάλλοντος του λογισμικού είναι τα ακόλουθα:

### **Φύλλο Υπολογισμών**

- Παραμετρικό Περιβάλλον Υπολογισμών στα πρότυπα των Windows
- Προηγμένες Λειτουργίες (τύπου spreadsheet)
- Ταυτόχρονη εποπτεία Δεδομένων και Υπολογιζόμενων μεγεθών
- Πρακτικά απεριόριστη ευκολία σε επεμβάσεις και δοκιμές με πλήρη εποπτεία στις αντίστοιχες επιπτώσεις
- Συμπαγής συνεργασία φύλλου υπολογισμών με όλα τα Περιφερειακά Υποσυστήματα

### **Περιφερειακά Υποσυστήματα**

- Βιβλιοθήκες Δομικών Στοιχείων & Κλιματολογικών Δεδομένων
- Σύστημα Παραγωγής & Επεξεργασίας Τεχνικών Εκθέσεων και περιγραφών
- Σύστημα Printing & Reporting

- Αμφίδρομη Συνεργασία με Σχεδιαστικό Περιβάλλον

## **Συμπεράσματα**

Όπως επιβεβαιώθηκε και από την σύντομη αυτή παρουσίαση, η χρήση Λογισμικού στις Ενεργειακές Μελέτες είναι αναγκαία για πολλούς λόγους:

- Εξασφάλιση αξιόπιστων αποτελεσμάτων σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς
- Εξοικονόμηση χρόνου και προσπάθειας
- Δυνατότητα προσδιορισμού των βέλτιστων επιλογών σχεδιασμού
- Ολοκληρωμένη παρουσίαση (τεύχος και σχέδια)
- Ηλεκτρονική αρχειοθέτηση και οργάνωση μελετών