



# ΒEnCalc

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΧΡΗΣΗΣ

Ηλία Βενέζη 2<sup>α</sup>, Γραφείο 303

2042 Στρόβολος

Τηλ. +35722768244, fax +35722765576

## Περιεχόμενα

1. Γενικά
2. Οδηγίες Χρήσης Βάσης Δεδομένων BEnDB
  - 2.1. Εισαγωγή
  - 2.2. Οδηγίες Χρήσης BEnDB1 – Δομικά Υλικά
  - 2.3. Οδηγίες Χρήσης BEnDB2 – Συστήματα
  - 2.4. Οδηγίες 1<sup>ης</sup> Ιεραρχικής Βελτιστοποίησης
3. Οδηγίες 1<sup>ης</sup> Ιεραρχικής Βελτιστοποίησης
4. Οδηγίες Χρήσης BEnCalc
5. Αποτελέσματα BEnCalc
6. Βήματα Τεχνοοικονομικής Βελτιστοποίησης



## 1. Γενικά

### 2.1 Παρουσίαση BEnCalc

Ξεκινώντας αυτή τη σύντομη εισαγωγή θα θέλαμε να σας ευχαριστήσουμε για την προτίμηση σας στο **BEnCalc** και να σας διαβεβαιώσουμε για την πλήρη υποστήριξη του προγράμματος από την εταιρεία μας.

Το **BEnCalc** είναι αποτέλεσμα του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος με τίτλο **‘ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ’** (Κωδικός έργου: ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ/ΕΦΑΡΜ/0308/44), η υλοποίηση του οποίου έγινε με συγχρηματοδότηση από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης και την Κυπριακή Κυβέρνηση μέσω της «ΔΕΣΜΗΣ-2008» του Ιδρύματος Προώθησης Έρευνας. Συνεργαζόμενοι φορείς ήταν εκτός από την **AuDeSy LTD** ή οποία ήταν ο Ανάδοχος Φορέας του προγράμματος, το **Frederick Research Centre (FRC)** το **Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ)** και η εταιρεία τεχνικού λογισμικού **4M.ΕΠΕ**.

Στα πλαίσια του έργου αναπτύχθηκε ένα ολοκληρωμένο τεχνικο-οικονομικό λογισμικό το οποίο αποτελείται από δύο μέρη, μια τεχνικο-οικονομική Βάση Δεδομένων (BEnDB) η οποία περιλαμβάνει όλες τις Κατασκευαστικές Συνιστώσες και Τεχνολογίες για Κτίρια Χαμηλής Ενέργειας στην Κύπρο, και ένα λογισμικό υπολογισμού Μελέτης και Κατασκευής Κτιρίων Χαμηλής Ενέργειας (BEnCalc). Για την επαλήθευση του λογισμικού έγιναν μετρήσεις σε διαθέσιμα υπάρχοντα κτίρια χαμηλής ενέργειας και έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων με τα προσομοιώματα των κτιρίων με το λογισμικό. Επίσης έγινε επαλήθευση του λογισμικού με την μέθοδο Bestest.

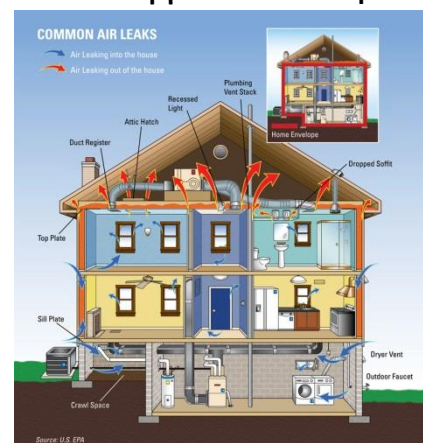
### 2.2 Γενικά

Το 2002, η Ευρωπαϊκή Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων (EPDB ή EAK) απαίτησε τη βελτίωση των Κανονισμών για τα μελλοντικά αλλά και τα υφιστάμενα κτίρια. Οκτώ χρόνια αργότερα, το 2010, η ίδια αρχή ζήτησε "σχεδόν μηδενικές εκπομπές άνθρακα και μηδενικής ενέργειας" σε νέα κτίρια, με βάση πως το υφιστάμενο κτιριακό απόθεμα καταναλώνει το 40% της απαιτούμενης συνολικής ενέργειας.

Το «προϊόν» Κτίριο προϋποθέτει **την επιλογή και το συνδυασμό των λειτουργικών και αισθητικών χαρακτηριστικών** όπως κλίμα, χρήση κτιρίου, απαιτήσεις ιδιοκτήτη, σχήμα, προσανατολισμό, μέγεθος, κ.α. **με τα φυσικά και κοστολογικά χαρακτηριστικά των παθητικών συνιστωσών** όπως φέρων οργανισμός, μόνωση, στέγες, παράθυρα κ.α. **και των ενεργητικών συνιστωσών**, όπως θέρμανση, κλιματισμός, ψύξη, αερισμός, εναλλακτικές πηγές ενέργειας, αυτόματος έλεγχος, κ.α.

Οι πολυάριθμες παράμετροι και οι στόχοι σχεδιασμού, όπως π.χ. η ελαχιστοποίηση των ετήσιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, των αναγκών θέρμανσης / ψύξης, του λειτουργικού κόστους και του κόστους κατασκευής και διάφορα άλλα, αποτελούν ένα πολυπαραμετρικό και πολυκριτηριακό πρόβλημα βελτιστοποίησης.

Για τη λύση αυτού του προβλήματος έχουν προταθεί διάφορες μεθοδολογίες στο παρελθόν, οι οποίες παρουσιάζουν πολλά προβλήματα στην εφαρμογή τους. Οι μεθοδολογίες αυτές βασίζονται



κυρίως σε μαθηματικές μεθόδους όπως πολυπαραγοντική ανάλυση των δεδομένων και μαθηματικές μεθόδους βελτιστοποίησης.

Στο παρόν λογισμικό χρησιμοποιείται για πρώτη φορά η μέθοδος της **Ιεραρχικής Βελτιστοποίησης**. Η Ιεραρχική Βελτιστοποίηση προτάθηκε από τους Bracken και McGill το 1974 και αφορά σε σύνθετα και πολυπαραμετρικά προβλήματα λήψης αποφάσεων που αφορούν πολλαπλούς υπεύθυνους (ιθύνοντες) σε μια ιεραρχική δομή, οι οποίοι με τις αποφάσεις τους επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα.

Εφαρμόζοντας την μέθοδο της Ιεραρχικής Βελτιστοποίησης κατατάσσουμε τις παραμέτρους του κτιρίου σε 5 ομάδες Π1-Π5:

**Π1 Παράμετροι λειτουργίας** (κλίμα, προσανατολισμός, θερμικές απαιτήσεις χρήστη, θερμική άνεση, κ.α.)

**Π2 Παράμετροι γεωμετρίας και αισθητικής** (μέγεθος και σχήμα κτηρίου, διαφανή και αδιαφανή στοιχεία, κ.α.)

**Π3 Παράμετροι παθητικών συνιστωσών Θ/Ψ** (μονωτικά και άλλα υλικά, χρώματα βαφής, στέγες, παράθυρα, συστήματα σκίασης, κ.α.).

**Π4 Παράμετροι ενεργητικών συνιστωσών Θ/Ψ** (θέρμανση, κλιματισμός, ψύξη, αερισμός, εναλλακτικές πηγές ενέργειας).

**Π5 Παράμετροι ελέγχου Θ/Ψ** (θερμικά συστήματα ελέγχου και διαχείρισης)

Οι παραπάνω παράμετροι επηρεάζουν τα εξής 2 ιεραρχικά επίπεδα **IE-A** και **IE-B** που αποτελούν τη βάση της προτεινόμενης μεθόδου της Ιεραρχικής Βελτιστοποίησης:

**IE-A:** Στο ιεραρχικό επίπεδο **IE-A (Παράμετροι Π1-Π5)** βελτιστοποιείται με το λογισμικό **BEnCalc** ο **θερμικός σχεδιασμός του κτιρίου** μέσω χρονικών προσομοιώσεων της απόδοσης του με το μοντέλο προσομοίωσης **3R2C** λαμβάνοντας υπόψη όλα τα interfaces με το περιβάλλον, τον χρήστη και τα συστήματα αυτόματου ελέγχου (**environmental, user and control interfaces**)

**IE-B:** Στο ιεραρχικό επίπεδο **IE-B (Παράμετροι Π3-Π5)** βελτιστοποιείται το **κόστος κτήσης και λειτουργίας των συνιστωσών του κτιρίου** με βάση τις απαιτήσεις του θερμικού σχεδιασμού.

Συνεπώς η μέθοδος της Ιεραρχικής Βελτιστοποίησης που προτείνεται και εφαρμόζεται είναι η 2 Επιπέδων (**Bilevel Optimization**).



Η παραπάνω μεθοδολογία, που επιτρέπει τη βελτιστοποίηση και ξεχωριστά στα 2 ιεραρχικά επίπεδα IE-A και IE-B, είχε σαν αποτέλεσμα την πρωτοποριακή επίλυση του σύνθετου σχεδιασμού προβλήματος κτιρίων χαμηλής και σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης όχι μόνο από πλευράς θερμικών ιδιοτήτων, αλλά και κόστους!

## 2. Οδηγίες Χρήσης ΒEnDB

### 2.1 Εισαγωγή

Η Βάση Δεδομένων δημιουργήθηκε σε περιβάλλον **MICROSOFT EXCEL** καθιστώντας την έτσι ιδιαίτερα **φιλική** στο χρήστη, αφού υπάρχει μεγάλη **εξοικείωση** με το συγκεκριμένο λογισμικό, αλλά και λόγω των πολλαπλών δυνατοτήτων του όπως την **αναζήτηση**, το **φιλτράρισμα** και την **ταξινόμηση**.

Για τη δημιουργία της Βάσης Δεδομένων (ΒEnDB), προηγήθηκε εκτεταμένη Έρευνα Αγοράς στην Κύπρο για την όσο το δυνατόν πληρέστερη αναζήτηση και καταγραφή των υλικών, συστημάτων και τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας που υπάρχουν στον οικοδομικό τομέα.

Η Βάση Δεδομένων αποτελείται από δύο μέρη: την **ΒEnDB1** η οποία περιλαμβάνει τη Βάση Δεδομένων για τα ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ και τα ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ και την **ΒEnDB2** η οποία περιλαμβάνει την Βάση Δεδομένων για τα συστήματα ΘΕΡΜΑΝΣΗ / ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ, ΣΚΙΑΣΗΣ και ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ.

### 2.2 Χρήση ΒEnDB1 – Δομικά Υλικά και Κουφώματα

Ανοίγεται το αρχείο της Βάσης Δεδομένων με όνομα ΒEnDB1.xls.

Στο excel αυτό αρχείο υπάρχουν τα ακόλουθα φύλλα εργασίας:

- ΛΙΣΤΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ, ΛΙΣΤΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΛΙΣΤΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ, ΛΙΣΤΑ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΩΝ
- CS COMPARISON, CS BASIC, CS BASIC, CS VAR1 – CS VAR10
- 1,2,3... Ονόματα ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Η Βάσης Δεδομένων για τα Δομικά Υλικά περιλαμβάνει όλα τα διαθέσιμα δομικά υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του κελύφους ενός ΚΧΕ:

- **Υλικά για την κατασκευή του φέροντα Οργανισμού**, όπως Οπλισμένο Σκυρόδεμα, Μεταλλική Κατασκευή, Ξύλινος Σκελετός
- **Υλικά για την κατασκευή των Τοίχων Πλήρωσης**, όπως Κεραμικά Τούβλα, Θερμομονωτικά Τούβλα (KLIMALITE, YTONG, THERMOLITE, κ.λ.π.)
- **Μονωτικά Υλικά (EPS, XPS, ΝΕΟΡΟΡ, Πετροβάμβακας, κ.λ.π.)**
- **Υλικά Υγρομόνωσης**
- **Υλικά για την κατασκευή στεγών** (κεραμίδια, μεμβράνες, σκελετός, OSB)
- **Υλικά για την κατασκευή δαπέδων** (ελαφροσκυρόδεμα, screed, πλακάκια, κ.λ.π.)
- **Υλικά επιχρισμάτων** (κοινός σοβάς, αφυγραντικός σοβάς, θερμομονωτικός σοβάς)
- **Υλικά Ξηρής Δόμησης** (Τσιμεντοσανίδες, Γυψοσανίδες, Ψευδοροφές)
- **Συστήματα Επενδύσεως Όψεων**
- **Εξειδικευμένα Συστήματα και Τεχνολογίες**, όπως Συστήματα Θερμοπρόσοψης, Συστήματα ICF (INSULATED CONCRETE FORMS), Συστήματα Οπλισμένης Τοιχοποιίας
- **Ανακλαστικές Βαφές**

Η διαχείριση της Βάσης Δεδομένων γίνεται σε **τρία βήματα**:

#### 1ο Βήμα: ΛΙΣΤΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Επιλέγεται το φύλλο εργασίας **ΛΙΣΤΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ**. Θα παρουσιαστεί η ακόλουθη οθόνη με την λίστα όλων των καταχωρημένων υλικών τα οποία σε πλήθος ξεπερνούν τις 350 καταχωρήσεις:

Για το κάθε υλικό παρουσιάζονται τα ακόλουθα:

Γενικές πληροφορίες για το υλικό όπως

- Εμπορική Ονομασία
- Σύντομη Περιγραφή
- Ομάδα στην οποία ανήκει όπως Φέρων Οργανισμός, Τοιχοποιία Πλήρωσης, Επιχρίσματα, Μονωτικά Υλικά, Υγρομόνωση, κ.λ.π και
- Θέση εφαρμογής ανάλογα με την εφαρμογή τους σε κατακόρυφο κέλυφος, επικαλύψεις, κ.λ.π.

Τα **τεχνικά** τους χαρακτηριστικά όπως

- τα διαθέσιμα πάχη (cm)
- ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας «λ» (W/mK)
- η πυκνότητα «ρ» (Kg/m<sup>3</sup>)
- η ειδική θερμική αγωγιμότητα «Cp» (kJ/(kgK))

Τα **εμπορικά** τους στοιχεία όπως

- CE MARK,
- προμηθευτές υλικού και τα
- ενημερωτικά φυλλάδια σε μορφή pdf ή με link στην ιστοσελίδα του προμηθευτή όπως και στοιχεία σχετικά με την
- **Εμπειρία Εφαρμογής στην Κύπρο.**

Τα **κοστολογικά** τους στοιχεία όπως

- Μονάδα μέτρησης
- Κόστος υλικού
- Κόστος τοποθέτησης
- Συνολικό κόστος
- Συντελεστής Διαφοροποίησης κόστους, με τον οποίο δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να εισάγει συντελεστής αλλαγής του κόστους π.χ. στην περίπτωση που λαμβάνει κάποιος εκπτώσεις, εξατομικεύοντας έτσι τη ΒΔ για προσωπική χρήση. Η Τελική Τιμή προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της τιμής με τον συντελεστή ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ.

Επιλέγοντας την ΚΑΡΤΕΛΑ ΔΟΜΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ μπορούν να προστεθούν νέα Δομικά Υλικά από τον χρήστη.



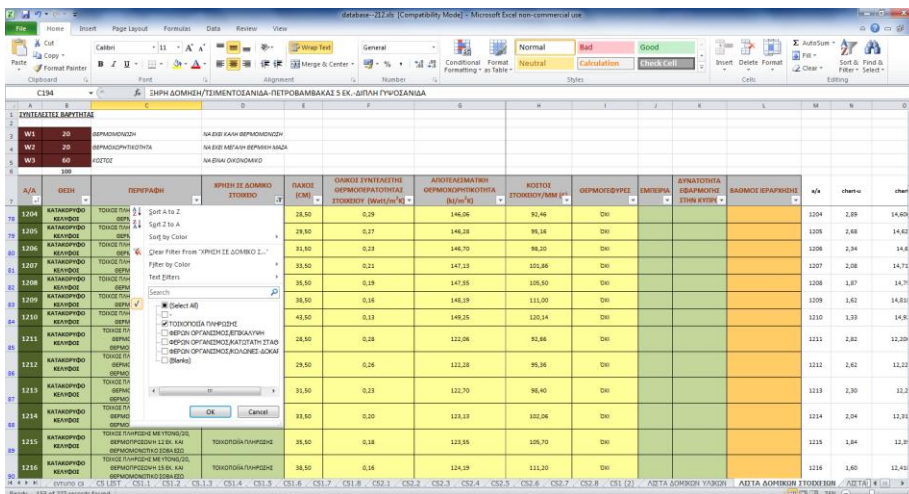
Στην οθόνη δίνονται οι ακόλουθες επιλογές:

- **Αριθμός μητρώου** του δομικού στοιχείου
- **Θέση** που εφαρμόζεται, αν π.χ. αποτελεί στοιχείο του οριζόντιου ή του κατακόρυφου κελύφους
- **Περιγραφή** του δομικού στοιχείου
- **Χρήση** του δομικού στοιχείου (Φέρων Οργανισμός / Τοιχοποιία Πλήρωσης / Επικάλυψη)
- **Τεχνικά χαρακτηριστικά** (πάχος, ολικός συντελεστής θερμοπερατότητας, αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα)
- **Κόστος**
- **Θερμογέφυρες**, **ΝΑΙ** – δεν εξαλείφονται οι θερμογέφυρες, **ΟΧΙ** – εξαλείφονται οι θερμογέφυρες

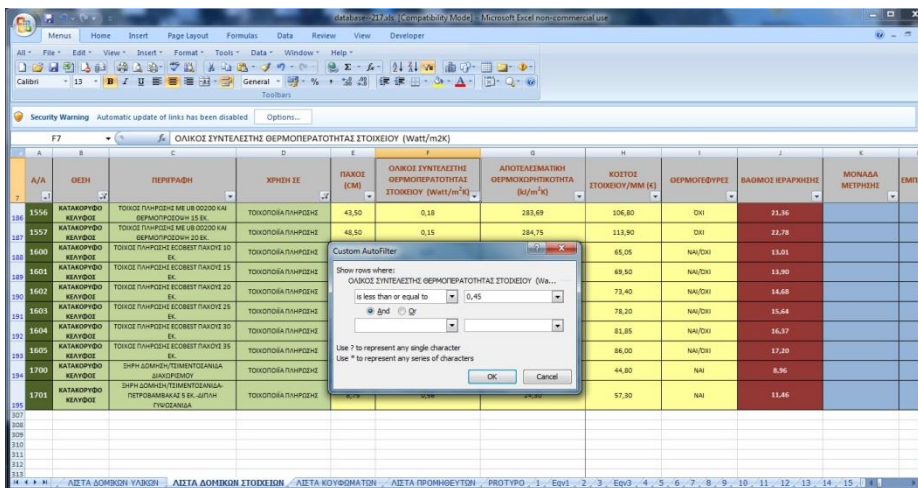
Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να εφαρμόσει σε κάθε στήλη (πάχος, συντελεστής θερμοπερατότητας, αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα, κόστος, κ.λ.π.) **φίλτρα**, αλλά να κάνει και **συνδυασμό φίλτρων**. Επίσης έχει τη δυνατότητα να **ταξινομήσει** τα αποτελέσματα κατά αύξουσα ή φθίνουσα σειρά. sort

**Παράδειγμα Φιλτραρίσματος - Τοίχος Πλήρωσης**

Επιλέγουμε το φύλλο εργασίας Λίστα Δομικών Στοιχείων. Σορτάρουμε στην 4<sup>η</sup> στήλη 'ΧΡΗΣΗ ΣΕ' και επιλέγουμε 'ΤΟΙΧΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ'. Θα παρουσιαστούν 227 εγγραφές για τοίχους πλήρωσης.



Έστω ο τοίχος πλήρωσης επιθυμούμε να έχει U μικρότερο από 0,45 Watt/m2K ⇒ Επιλέγουμε φίλτρο στην 6η στήλη καθορίζοντας το  $U < 0,45$  ⇒ Απομένουν 123 επιλογές



Έστω ότι αναζητείται η οικονομικότερη λύση από τις 123 επιλογές. Επιλέγοντας «Ταξινόμηση κατά αύξουσα σειρά» στην 8η στήλη «ΚΟΣΤΟΣ», θα ταξινομηθούν οι τοίχοι πλήρωσης με  $U \leq 0.45$  από την οικονομικότερη στην ακριβότερη επιλογή.

Α/Α	ΘΕΣΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΧΡΗΣΗ ΣΕ	ΠΛ (m²)	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (kJ/m²K)	ΚΟΣΤΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ/ΜΜ (€)	ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ
0	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00
1	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ (25 ΕΚ) ΜΕ ΚΟΙΝΟ ΕΠΙΧΡΗΣΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ	ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ/ΚΟΛΩΝΙΣΤΕΣ-ΔΟΚΑΡΙΑ	30,00	3,13	690,00	91,35
2	ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ (25 ΕΚ) ΜΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΗΡΙΝΗ (3 ΕΚ) ΚΑΙ ΕΝΔΟΧΕΙΜΑΤΟΣ ΕΠΙΧΡΗΣΙΑ	ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ/ΚΟΛΩΝΙΣΤΕΣ-ΔΟΚΑΡΙΑ	34,00	0,88	708,64	96,57

## 2.3 Χρήση ΒΕnDB2 – Θέρμανση – Κλιματισμός, Σκίαση και Συστήματα Ελέγχου

Ανοίγεται το αρχείο της Βάσης Δεδομένων με όνομα ΒΕnDB2.xls.

Στο excel αυτό αρχείο υπάρχουν τα ακόλουθα φύλλα εργασίας:

- **Energy Parameters:** Καταχωρούνται οι ενεργειακές παράμετροι που θα ληφθούν υπόψη στους αυτοματοποιημένους υπολογισμούς για τα οικονομικά στοιχεία κάθε προϊόντος

Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΙΜΗ
5	Κόστος Ενέργειας	0,19 €
6	Τιμή πωλούμενης kWh	1,50 €
7	Τιμή πετρελαίου (€ ανά λίτρο)	1,00 €
8	Τιμή Υγραερίου (€ ανά κιλό)	1,00 €
9	Τιμή Φυσικού αερίου (€ ανά λίτρο)	1,00 €
9	Τιμή Βιοαερίου (€ ανά κιλό)	1,00 €
13	Συντελεστής βαρύτητας για απόβληση του Κόστους	100%
14	Κόστος Κτήσης και Τοποθέτησης (ΚΚ) - w1	100%
14	Κόστος Λειτουργίας (ΚΛ) - w2	100%

- **List of providers:** Καταχωρούνται στοιχεία επικοινωνίας όπως επωνυμία, αντικείμενο, τηλέφωνο, ιστοσελίδα των προμηθευτών που διαθέτουν προϊόντα.

A/A	Προμηθευτής	Αρτισιέριο	Κωδικός	Τιμή/μ² Επισκευασίας	Τιμή/μ² Στοιχείου
1	ΗΛΙΟΜΕΝΑ ΤΟΠΟΓΡΟΦΙΑ	Πλάκα σκυροδέματος	www.helios.com.gr	22481577	22481577
2	REVOL LTD	Πλάκα σκυροδέματος	www.revolut.com	22672001	22672001
3	PELLETICO PLASTERS LTD	Πλάκα σκυροδέματος	www.pellettico.com	24330919	24330920
4	A.M.E. EcoLeaf Ltd	Συστήματα Στόμωσης Μεταλλική (Smart plastering)	www.ecoleaf.eu	22720670	22720671
5	A.M.E. EcoLeaf Ltd	Συστήματα Διατάραξης Κτιρίου (BMS)	www.ecoleaf.eu	22720670	22720671
6	ENERGYINTEL SERVICES LTD	Διασκευασμένες Πλακάς Ενέργειας	www.energyintel.com.cy	22376900	22376900
7	ENERGYINTEL SERVICES LTD	Διασκευασμένες Πλακάς Ενέργειας	www.energyintel.com.cy	22376900	22376900
8	ENERGYINTEL SERVICES LTD	Συστήματα Διατάραξης Κτιρίου (BMS)	www.energyintel.com.cy	22376900	22376900
9	ICM Insulated Concrete Forms (ICF) Ltd (BuildBlock System)	Προσφωτισμένα	www.buildblockcyprus.com	24815000	24815001
10	A. EPIPHANIOU INDUSTRIES LTD	Προσφωτισμένα	www.epichief.com.cy	25811144	25720021
11	LEIDIA BRICK FACTORY LTD	Πλάκα σκυροδέματος	http://www.bricks-cyprus.com/	22455000	22233791
12	VENOLOX LTD	Διασκευασμένες Πλακάς Ενέργειας	www.venolox.com	22483474	22483486
13	SESOLAR	Διασκευασμένες Πλακάς Ενέργειας	www.sesolar.com	22354005	22354812
14	ENFOTON SOLAR LTD	Διασκευασμένες Πλακάς Ενέργειας	www.enfoton.com	22497316	22497398
15	METARTEC	Διασκευασμένες Πλακάς Ενέργειας	www.metartec.com.cy	22405582	22405583

- Database:** Καταχωρούνται με λεπτομέρεια τα στοιχεία των προϊόντων ταξινομημένα σε 5 βασικές κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές είναι
  - Γενικά στοιχεία
  - Τεχνικά Χαρακτηριστικά
  - Οικονομικά στοιχεία
  - Πληροφοριακό υλικό και
  - Οδηγίες εφαρμογής και Παραδείγματα.

Α/Α	Προϊόν	Εμπορική Ονομασία προϊόντος	Κατηγορία	Περιγραφή	Τύπος προϊόντος	Προμηθευτής	Τιμή	Καύσιμο	Οριζία επαναλαμβανόμενης ενέργειας	Επιπλέον Αξιοσημείωτα Σελή
790	κλιμακωτά ζεστά νερά	ACR 100	Θέρμανση και Κλιματισμός	Ελαστικές εδρανοεισώματες επενδύσεις	Μεταλλογονιό/Μεταλλογονιό ελαστικές	ΡΗΑΝΟΣ ΕΡΠΗΡΑΧΙΟΥ	Ημισή επένδυση		5 μ.ε/μ²	
791	κλιμακωτά ζεστά νερά	ACR 120	Θέρμανση και Κλιματισμός	Ελαστικές εδρανοεισώματες επενδύσεις	Μεταλλογονιό/Μεταλλογονιό ελαστικές	ΡΗΑΝΟΣ ΕΡΠΗΡΑΧΙΟΥ	Ημισή επένδυση		5 μ.ε/μ²	
792	κλιμακωτά ζεστά νερά	ACR 300	Θέρμανση και Κλιματισμός	Ελαστικές εδρανοεισώματες επενδύσεις	Μεταλλογονιό/Μεταλλογονιό ελαστικές	ΡΗΑΝΟΣ ΕΡΠΗΡΑΧΙΟΥ	Ημισή επένδυση		5 μ.ε/μ²	
793	κλιμακωτά ζεστά νερά	ACR 500	Θέρμανση και Κλιματισμός	Ελαστικές εδρανοεισώματες επενδύσεις	Μεταλλογονιό/Μεταλλογονιό ελαστικές	ΡΗΑΝΟΣ ΕΡΠΗΡΑΧΙΟΥ	Ημισή επένδυση		5 μ.ε/μ²	
794	κλιμακωτά ζεστά νερά	ACR 750	Θέρμανση και Κλιματισμός	Ελαστικές εδρανοεισώματες επενδύσεις	Μεταλλογονιό/Μεταλλογονιό ελαστικές	ΡΗΑΝΟΣ ΕΡΠΗΡΑΧΙΟΥ	Ημισή επένδυση		4 μ.ε/μ²	
795	κλιμακωτά ζεστά νερά	ACR 1000	Θέρμανση και Κλιματισμός	Ελαστικές εδρανοεισώματες επενδύσεις	Μεταλλογονιό/Μεταλλογονιό ελαστικές	ΡΗΑΝΟΣ ΕΡΠΗΡΑΧΙΟΥ	Ημισή επένδυση		5 μ.ε/μ²	

Η καταχώρηση δεδομένων στη βάση πραγματοποιείται από αριστερά προς τα δεξιά, ενώ κάθε καινούργια καταχώρηση ξεκινά από την επόμενη γραμμή.

Η βάση δίνει δυνατότητες εύρεσης απαντήσεων από προκαθορισμένες λίστες απαντήσεων. Επίσης στην κατηγορία Οικονομικά Στοιχεία, υπάρχουν κελιά με αυτοματοποιημένες εντολές υπολογισμού ανάλογα με τα στοιχεία που καταχωρούνται. Τέλος υπάρχει η δυνατότητα ταξινόμησης των αποτελεσμάτων χρησιμοποιώντας διάφορα κριτήρια.

### 3. Οδηγίες 1<sup>ης</sup> Ιεραρχικής Βελτιστοποίησης μέσα από την BEnDB

Χρησιμοποιώντας τις λειτουργίες ταξινόμησης και φιλτραρίσματος που διαθέτει η ΒΔ, ο χρήστης, έχει τη δυνατότητα να καταλήξει σε μία υποομάδα των δομικών στοιχείων στην οποία όλα τα στοιχεία που ανήκουν σε αυτήν πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις, π.χ. τοιχοποιία πλήρωσης με  $U <= 0.45 \text{ Watt/m}^2\text{K}$ .

Βέβαια, γρήγορα θα διαπιστώσει, ότι και πάλι έχει να επιλέξει μέσα από μια πληθώρα επιλογών, που μπορεί ακόμα και με βάση το κριτήριο του κόστους να μην διαφέρουν πολύ, να υπάρχει δηλαδή μία μικρή απόκλιση τιμής μεταξύ τους. Επίσης ο μελετητής ενδεχομένως να αναζητεί ένα δομικό στοιχείο το οποίο να έχει πολύ καλά χαρακτηριστικά όσον αφορά τη θερμοχωρητικότητα, χωρίς να ενδιαφέρεται για την απολύτως οικονομικότερη λύση.

Με βάση τα παραπάνω φαίνεται η μείζων σημασία που έχει για το μελετητή η λειτουργία της 1<sup>ης</sup> **ιεραρχικής βελτιστοποίησης**, ώστε ο τελευταίος να έχει τη δυνατότητα να καταλήξει σε μία μικρή σε πλήθος δομικών στοιχείων υποομάδα, αλλά και να διερευνήσει τις επιλογές ανάλογα με τα κριτήρια και τη βαρύτητα που έχει καθένα από αυτά στη λήψη της τελικής απόφασης.

Στο φύλλο εργασίας Δομικών Στοιχείων επιλέγονται οι ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ, W1, W2 και W3.

A/A	ΘΕΣΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΧΡΗΣΗ ΣΕ	ΠΛΑΚΟΣ (CM)	ΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ (Watt/m <sup>2</sup> K)	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΗ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (kJ/m <sup>3</sup> K)	ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ	ΒΑΘΜΟΣ ΙΕΡΑΡΧΗΣΗΣ	ΜΟΝΑ ΜΕΤΡΗΣ
1201	ΚΑΤΑΚΡΥΦΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	ΤΟΙΧΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΜΕ ΥΤΟΝΟ/ΣΚ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟ ΣΙΒΑ ΕΣΣ ΚΑΙ ΕΣΣ	ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	31,00	0,38	210,50	ΝΑΙ	8,26	T.M.
1202	ΚΑΤΑΚΡΥΦΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	ΤΟΙΧΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΜΕ ΥΤΟΝΟ/ΣΚ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟ ΣΙΒΑ ΕΣΣ ΚΑΙ ΕΣΣ	ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	35,00	0,32	231,00	ΝΑΙ	8,42	T.M.
1014	ΚΑΤΑΚΡΥΦΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	ΔΙΠΛΗ ΔΡΟΜΙΚΗ ΟΠΤΟΓΡΑΦΙΚΟΜΟΝΗ ΜΕ ΠΥΛΑΜΕΝΗ ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΝΕΦΟΡ (ΣΚ ΕΚ) ΚΑΙ ΚΟΙΝΟ ΕΠΙΚΡΕΜΑ ΕΙΣΤΕΡΙΑ ΚΑΙ ΕΙΣΤΕΡΙΑ	ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	34,00	0,31	277,00	ΝΑΙ	8,47	T.M.
1015	ΚΑΤΑΚΡΥΦΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	ΔΙΠΛΗ ΔΡΟΜΙΚΗ ΟΠΤΟΓΡΑΦΙΚΟΜΟΝΗ ΜΕ ΠΥΛΑΜΕΝΗ ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΝΕΦΟΡ (ΣΚ ΕΚ) ΚΑΙ ΚΟΙΝΟ ΕΠΙΚΡΕΜΑ ΕΙΣΤΕΡΙΑ ΚΑΙ ΕΙΣΤΕΡΙΑ	ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	35,00	0,26	277,30	ΝΑΙ	8,48	T.M.
1301	ΚΑΤΑΚΡΥΦΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	ΤΟΙΧΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΤΗΡΜΟΜΕΤΕΛΛΗ ΜΕ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ	ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	35,00	0,19	243,00	ΝΑΙ	8,55	T.M.

Η 1η ιεραρχική βελτιστοποίηση μέσα στη ΒΔ των δομικών στοιχείων βασίζεται στην εισαγωγή **3 συντελεστών βαρύτητας**:

**W1 ⇒ συντελεστής βαρύτητας για την θερμομόνωση**

Η τιμή του w1 κυμαίνεται από 0-100 – όσο μεγαλύτερος ο συντελεστής βαρύτητας, τόσο περισσότερη σημασία/βαρύτητα δίδεται στον υψηλό συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου

**W2 ⇒ συντελεστής βαρύτητας για την αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα**

Η τιμή του w2 κυμαίνεται από 0-100 – όσο μεγαλύτερος ο συντελεστής βαρύτητας, τόσο περισσότερη σημασία/βαρύτητα δίδεται στη μεγάλη θερμική μάζα του δομικού στοιχείου

**W3 ⇒ συντελεστής βαρύτητας για το κόστος**

Η τιμή του w3 κυμαίνεται από 0 έως 100 – όσο μεγαλύτερος ο συντελεστής βαρύτητας, τόσο περισσότερη σημασία/βαρύτητα δίδεται στην οικονομικότερη τιμή που έχει ανά μ.μ. το δομικό στοιχείο

**Το άθροισμα w1+w2+w3 πρέπει να ισούται πάντα με 100**

Το εργαλείο της 1ης ιεραρχικής βελτιστοποίησης μέσα από τη ΒΔ αποτελεί το πρώτο στάδιο της τεχνικοοικονομικής βελτιστοποίησης του Κτιρίου που ο μελετητής καλείται να επιλύσει σε ΚΧΕ.

Με τη χρήση της 1ης ιεραρχικής βελτιστοποίησης του δίνεται η δυνατότητα να προσανατολιστεί μέσα από μία πληθώρα επιλογών και να καθορίσει τα κριτήρια και τη βαρύτητα αυτών στην αναζήτηση της καλύτερης τεchnικοοικονομικής συνολικής λύσης για το κτίριο και με αυτόν τον τρόπο να καταλήξει σε 2-3-4 επιλογές που θα χρησιμοποιήσει στην συνέχεια για στο λεπτομερή υπολογισμό των ενεργειακών αναγκών του ΚΧΕ και την περαιτέρω τεchnικοοικονομική βελτιστοποίηση αυτού.

### Παράδειγμα 1<sup>ης</sup> Ιεραρχικής Βελτιστοποίησης

Όπως είδαμε στο παράδειγμα στο Κεφ. 3.2 χρησιμοποιώντας τις λειτουργίες ταξινόμησης και φιλτραρίσματος που διαθέτει η ΒΔ, είδαμε ότι ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να καταλήξει σε μία υποομάδα των δομικών στοιχείων που όλα όσα ανήκουν σε αυτήν πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις, π.χ. τοιχοποιία πλήρωσης με  $U \leq 0.45 \text{ Watt/m}^2\text{K}$ .

Έστω ότι ορίζει τους εξής **συντελεστές βαρύτητας**:

**W1=30%** (συντελεστής θερμοπερατότητας)

**W2=30%** (αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα)

**W3=40%** (οικονομικό κόστος)

Η ΒΔ θα υπολογίσει αυτόματα για κάθε δομικό στοιχείο τον αντίστοιχο **Βαθμό Ιεράρχησης**:

A/A	ΘΕΣΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΧΡΗΣΗ ΣΕ	ΠΛΑΚΟΣ (CM)	ΟΛΙΚΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ (Watt/m <sup>2</sup> K)	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΗ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ (kJ/m <sup>2</sup> K)	ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ	ΒΑΘΜΟΣ ΙΕΡΑΡΧΗΣΗΣ	ΜΟΝΑ ΜΕΤΡΗ
1201	ΚΑΤΑΚΟΡΦΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	ΤΟΙΧΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΜΕ ΥΤΟΝΩ/25 ΚΑΙ ΚΟΙΝΟ ΣΩΒΑ ΕΣΩ ΚΑΙ ΕΣΩ	ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	31,00	0,38	210,50	ΝΑΙ	8,26	T.M.
1202	ΚΑΤΑΚΟΡΦΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	ΤΟΙΧΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΜΕ ΥΤΟΝΩ/30 ΚΑΙ ΚΟΙΝΟ ΣΩΒΑ ΕΣΩ ΚΑΙ ΕΣΩ	ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	36,00	0,32	231,00	ΝΑΙ	8,42	T.M.
1014	ΚΑΤΑΚΟΡΦΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΝΕΟΡΟΦ (Σ ΕΚ) ΚΑΙ ΚΟΙΝΟ ΕΠΙΚΡΕΜΑ ΕΣΤΕΡΚΑ ΚΑΙ ΕΣΤΕΡΚΑ	ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	34,00	0,31	277,00	ΝΑΙ	8,47	T.M.
1015	ΚΑΤΑΚΟΡΦΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΜΟΝΩΣΗ ΑΠΟ ΝΕΟΡΟΦ (Σ ΕΚ) ΚΑΙ ΚΟΙΝΟ ΕΠΙΚΡΕΜΑ ΕΣΤΕΡΚΑ ΚΑΙ ΕΣΤΕΡΚΑ	ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	36,00	0,26	277,30	ΝΑΙ	8,48	T.M.
1301	ΚΑΤΑΚΟΡΦΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	ΤΟΙΧΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΜΕ ΥΤΟΝΩ/25 ΚΑΙ ΚΟΙΝΟ ΣΩΒΑ ΕΣΩ ΚΑΙ ΕΣΩ	ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	31,00	0,39	243,00	ΝΑΙ	8,55	T.M.

Ταξινομώντας στη στήλη «ΒΑΘΜΟΣ ΙΕΡΑΡΧΗΣΗΣ» κατά αύξουσα σειρά, ο μελετητής θα διαπιστώσει ότι η ΒΔ προτείνει με βάση τους συγκεκριμένους συντελεστές βαρύτητας που επέλεξε το δομικό στοιχείο:

**Αριθμός μητρώου: 1201**

Συντελεστής Θερμοπερατότητας U: 0,38 Watt/m<sup>2</sup>K (σε σύγκριση με 0,37)

Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα: 210,50 kJ/m<sup>2</sup>K (σε σύγκριση με 109,88)

Κόστος: 71,08 €/m<sup>2</sup> (σε σύγκριση με 65,05)

Αν ο χρήστης αλλάξει τους συντελεστές βαρύτητας, π.χ.:

W1=10% (συντελεστής θερμοπερατότητας) π.χ. επαρκεί το  $U \leq 0.45$

W2=60% (αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα) (θέλει να δώσει περισσότερη έμφαση)

W3=30% (οικονομικό κόστος)

Θέλοντας να δώσει περισσότερη έμφαση π.χ. στη θερμοχωρητικότητα, η ΒΔ σύμφωνα με τη διαδικασία που περιγράψαμε παραπάνω θα προτείνει άλλο δομικό στοιχείο:

**Αριθμός μητρώου: 1012**

Συντελεστής Θερμοπερατότητας U: 0,44 Watt/m<sup>2</sup>K (σε σύγκριση με 0,38)

Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα: 276,55 kJ/m<sup>2</sup>K (σε σύγκριση με 210,50)

Κόστος: 78,10 €/m<sup>2</sup> (σε σύγκριση με 71,08)

## 4. Εισαγωγή Δεδομένων στο BEnCalc

Με την επιλογή του εικονιδίου BEnCalc ανοίγει η οθόνη εισόδου δεδομένων στο πρόγραμμα :

The screenshot shows the BEnCalc software interface with the following sections:

- Dimensions of the Building:** Length Wall East (9), Length Wall North (12), Height Thermal Zone (3), Area Walls in (126), Ratio V air to V thermal zone (0.9).
- Windows Areas & Openings (0.1):** Ratios: Windows Area / Wall Area (East: 0.1, West: 0.1, North: 0.1, South: 0.3), Windows Openings (East: 0.1, West: 0.1, North: 0.1, South: 0.3), k Windows (2.7).
- Materials & Outer Temperatures:** Table with columns for material type (East, West, South, North, Roof, In, Floor) and properties (d, g, c, l, d1, l1, d2, l2, d3, l3, Radiation Absorption, iTo, ToC, DTo).
- Temperatures And Initial Conditions:** Month (7), Tmin (26), Tmax (38), T set point H (19.5), T set point C (26), Flag therm cool (23), Delta T set point (0.5).
- Radiation Cases:** Radio buttons for 0, 1, 2.
- Sun Radiation:** Radio buttons for 0, 1, 2.
- Intensity of Sun Radiation - Range 0.1:** Input fields for East, West, South, North, Roof (all 0).
- Scheduling of the HC (Heating-Cooling):** Dimensioning factor of the HVAC (0), Time Schedule (radio buttons for 0, 1), and a table for HC1, HC2, HC3 with Start and End times.
- Scheduling of Air Ventilation:** Night (1.6), Day (0.6), Night Cool (radio buttons for 0, 1), and a table for Vent 1, Vent 2, Vent 3 with Start and End times.
- Simulation Parameters:** Days (3), Storage Days (2), T. Steps (60).
- BEnCalc** and **RUN** buttons are prominently displayed.

Στην καρτέλα αυτή πρέπει να δοθούν οι ακόλουθες πληροφορίες:

### 4.1 Διαστάσεις κτιρίου

The 'Dimensions of the Building' panel contains the following input fields:

- Length Wall East: 9
- Length Wall North: 12
- Height Thermal: 3
- Area Walls in: 126
- Ratio V air to V thermal zone: 0.9

**Length Wall East:** Διάσταση τοίχου στην Ανατολική Πλευρά.

**Length Wall North:** Διάσταση τοίχου στην Βόρεια Πλευρά

**Height Thermal Zone:** Ύψος θερμικής Ζώνης

**Area Walls in:** Ολικό εμβαδών εσωτερικών τοίχων

**Ratio V air to V thermal zone:** όγκος καθαρού αέρα (= ολικός όγκος αέρα – όγκος τοιχοποιίας ή άλλων στοιχείων) /ολικός όγκος αέρα – (τιμή περίπου 0.9)

## 4.2 Δεδομένα Ανοιγμάτων

Windows Areas & Openings (0..1)

Ratios: Windows Area / Wall Area		Windows Openings	
East	0.1	East	0.1
West	0.1	West	0.1
North	0.1	North	0.1
South	0.3	Sout	0.3
k	2.7		

Για κάθε προσανατολισμό δηλαδή στην Ανατολική (East) , Δυτική (West), Βόρεια (North) και Νότια (South) πλευρά της Ζώνης ορίζονται:

**Ratios: windows area / wall area :** Ολικό εμβαδών ανοιγμάτων / Ολικό εμβαδών τοίχων

**Windows Openings:** Επιφάνεια ανοιγμάτων σε  $m^2$  ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

**k windows:** συντελεστής θερμοπερατότητας ( $W/m^2 \cdot K$ )

## 4.3 Υλικά

Materials & Outer Temperatures

	d	g	c	l	d1	l1	d2	l2	d3	l3	Radiation Absorption	TTo	ToC	DTo
East	0.2	2300	1000	2.5	0.05	2300	0.05	2300	0.05	2300	0.1	-100	32	0
West	0.2	2300	1000	2.5	0.05	2300	0.05	2300	0.05	2300	0.1	-100	32	0
South	0.2	2300	1000	2.5	0.05	2300	0.05	2300	0.05	2300	0.1	-100	32	0
North	0.2	2300	1000	2.5	0.05	2300	0.05	2300	0.05	2300	0.1	-100	32	0
Roof	0.4	2300	1000	2.5	0.05	2300	0.05	2300	0.05	2300	0.1	-100	32	0
In	0.4	2300	1000	0	0.2	2300	0	2300	0	2300				
Floor	0.4	2300	1000	0	0.2	2300	0	2300	0	2300		-100	32	0

Ορίζονται ξεχωριστά για την Ανατολική (East), Δυτική (West), Νότια (South) και Βόρεια (North) πλευρά της ζώνης, για την οροφή (Roof) για την εσωτερική μάζα όπως τοίχοι και έπιπλα (In) και για το πάτωμα (Floor) τα ακόλουθα:

- d:** πάχος τοίχου (m)  
**g:** Πυκνότητα υλικού τοίχου ( $\gamma$ )  
**c:** συντελεστής ειδικής θερμοχωρητικότητας ( $W \cdot h / Kg \cdot K$ )  
**I:** συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας υλικού τοιχοποιίας ( $\lambda$ ) ( $W / m \cdot K$ )  
**d1, d2, d3:** πάχος εξωτερικής, ενδιάμεσης και εσωτερικής μόνωσης (m)  
**I1, I2, I3:** συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας εξωτερικής, ενδιάμεσης και εσωτερικής μόνωσης ( $W / m \cdot K$ )  
**Radiation Absorption:** Απορρόφηση Ακτινοβολίας

#### 4.4 Εξωτερική Θερμοκρασία Ζώνης

**iTo:** Εξωτερική Θερμοκρασία Ζώνης.

**-100** η εξωτερική θερμοκρασία ακολουθεί τη διακύμανση που ο χρήστης ορίζει στο 2.5. Δεν θα χρησιμοποιηθούν οι τιμές **ToC & DTο**

**για οποιαδήποτε άλλη τιμή** (π.χ. -99) η εξωτερική θερμοκρασία λαμβάνεται ίση προς **ToC + DTο**

**ToC** - Εσωτερική σταθερή θερμοκρασία

**DTο** – Διακύμανση θερμοκρασίας, π.χ δάπεδο επί πυλωτή θα δοθεί διακύμανση. Όψη κτιρίου σε επαφή με γειτονικό κτίριο δεν θα δοθεί διακύμανση **DTο = 0**

#### 4.5 Θερμοκρασίες και Αρχικές Συνθήκες

Temperatures And Initial Conditions	
Month	7
Tmin	26
Tmax	38
T set point H	19.5
T set point C	26
Flag therm cool	23
Delta T set point	0.5

**Month:** Μήνας για τον οποίο θα γίνει η προσομοίωση

**Tmin:** Min θερμοκρασία

**Tmax:** Max θερμοκρασία

**T set point H:** Θερμοκρασία εκκίνησης της θέρμανσης. Αν η εσωτερική θερμοκρασία κατέβει κάτω από την τιμή αυτή μπαίνει σε λειτουργία το σύστημα θέρμανσης

**T set point C:** Θερμοκρασία εκκίνησης του κλιματισμού. Αν η εσωτερική θερμοκρασία ανέβει πάνω από την τιμή μπαίνει σε λειτουργία το σύστημα κλιματισμού

Flag them cool:

Delta T set point:

## 4.6 Ακτινοβολία

### 4.6.1 Ακτινοβολία – Άμεση ή Έμμεση

Radiation Group

0     1     2

#### Επιλογή 0, 1 ή 2

0: Πλήρη ακτινοβολία

1: Έμμεση ακτινοβολία

2: Χωρίς ακτινοβολία

### 4.6.2 Ηλιακή Ακτινοβολία

Sun

1     2

#### Επιλογή 0, 1

0: Αφιλτράριστη ακτινοβολία

1: Φιλτραρισμένη ακτινοβολία μέσα από τοίχους

### 4.6.3 Ένταση Ακτινοβολίας

Intensity of Sun Radiation - Range 0..1

East	<input type="text" value="0"/>
West	<input type="text" value="0"/>
South	<input type="text" value="0"/>
North	<input type="text" value="0"/>
Roof	<input type="text" value="0"/>

Ποσοστό ακτινοβολία για κάθε διεύθυνση τοίχου και από οροφή. Τιμές από 0 μέχρι 1.

#### 4.7 Θέρμανση – Κλιματισμός

	Start	End
HC1	0	0
HC2	5	8
HC3	19	24

**Dimensioning factor of the HVAC:** Πολλαπλασιαστικός συντελεστής ισχύος του συστήματος Θέρμανσης - Κλιματισμού. Δίνεται συνήθως η τιμή 1, αλλά μπορεί να διαφοροποιηθεί π.χ. σε 1.5 ή 2 για αυξημένες δυνατότητες της απόδοσης του συστήματος.

**Time Schedule:** 0 για να μην ενεργοποιείτε το σύστημα Θέρμανσης - Κλιματισμού  
1 για να ενεργοποιηθεί

Ορίζονται τρεις χρονικές ζώνες λειτουργίας του συστήματος Θέρμανσης - Κλιματισμού δίνοντας την ώρα που ξεκινά η κάθε περίοδος (Start) και την ώρα που τελειώνει (End).

#### 4.8 Καθορισμός για Αερισμό

	Start	End
Vent 1	7	18
Vent 2	22	24
Vent 3	24	24

**Night:** εναλλαγές αέρα την ώρα κατά το βράδυ

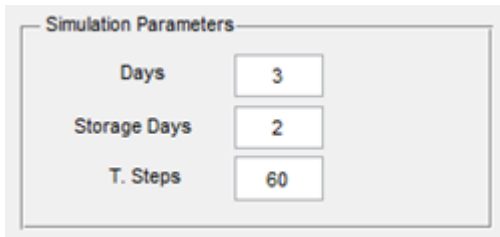
**Day:** εναλλαγές αέρα την ώρα κατά την ημέρα

**Night Cool:** Επιλογή 0 – υπάρχει αερισμός το βράδυ

Επιλογή 1 – δεν υπάρχει αερισμός το βράδυ

Ορίζονται τρεις χρονικές ζώνες μηχανικού αερισμού δίνοντας την ώρα που ξεκινά η κάθε περίοδος (Start) και την ώρα που τελειώνει (End).

#### 4.9 Παράμετροι Προσομοίωσης



Simulation Parameters	
Days	3
Storage Days	2
T. Steps	60

**Days:** Αριθμός ημερών που θα διαρκέσει η προσομοίωση

**Storage Days:** πόσες μέρες αποθηκευτεί και θα παρουσιαστούν στο διάγραμμα – π.χ. μπορεί να γίνει η προσομοίωση για 3 μέρες αλλά να παρουσιαστούν στο διάγραμμα μόνο 2 μέρες

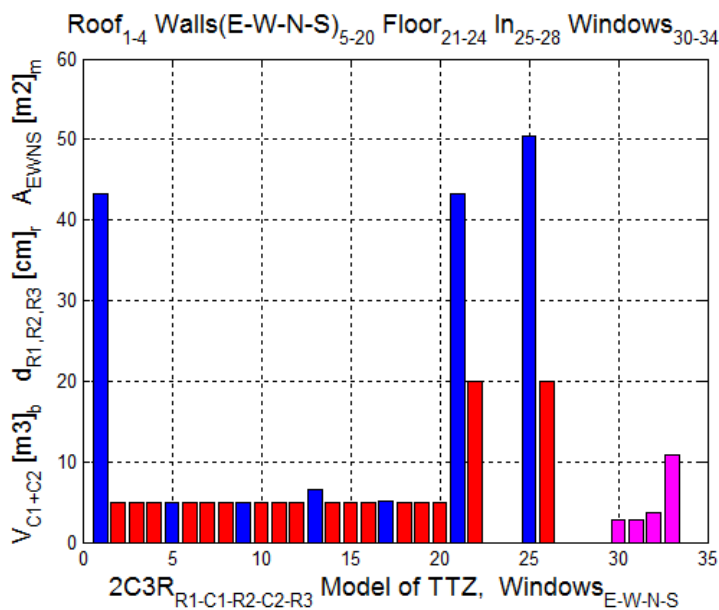
**T. Steps:** χρονικό βήμα – π.χ. 60 για 60 δευτερόλεπτα

#### Εκτέλεση του προγράμματος

Με την επιλογή RUN γίνεται η εκτέλεση του προγράμματος και τα αποτελέσματα δίνονται σε αρχείο EXCEL.

## 5. Αποτελέσματα BEnCalc

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης δίνονται σε διαγράμματα όπως τα πιο κάτω.



Σχήμα 1: Δεδομένα στοιχείων Θερμικής Ζώνης

### **Μπάρες 1-4:**

μπλε: όγκος (m<sup>3</sup>) μάζας οροφής

κόκκινο: πάχος (m) στρώματος εξωτερικής/ενδιάμεσης/εσωτερικής μόνωσης οροφής

### **Μπάρες 5-8:**

μπλε: όγκος (m<sup>3</sup>) μάζας ανατολικού τοίχου

κόκκινο: πάχος (μ) στρώματος εξωτερικής/ενδιάμεσης/εσωτερικής μόνωσης ανατολικού τοίχου

### **Μπάρες 9-12:**

μπλε: όγκος (m<sup>3</sup>) μάζας δυτικού τοίχου

κόκκινο: πάχος (m) στρώματος εξωτερικής/ενδιάμεσης/εσωτερικής μόνωσης δυτικού τοίχου

### **Μπάρες 13-16:**

μπλε: όγκος (m<sup>3</sup>) μάζας βόρειου τοίχου

κόκκινο: πάχος (m) στρώματος εξωτερικής/ενδιάμεσης/εσωτερικής μόνωσης βόρειου τοίχου

### **Μπάρες 17-20:**

μπλε: όγκος (m<sup>3</sup>) μάζας νότιου τοίχου

κόκκινο: πάχος (m) στρώματος εξωτερικής/ενδιάμεσης/εσωτερικής μόνωσης νότιου τοίχου

### **Μπάρες 21-24:**

μπλε: όγκος (m<sup>3</sup>) μάζας δαπέδου

κόκκινο: πάχος (m) στρώματος εξωτερικής/ενδιάμεσης/εσωτερικής μόνωσης δαπέδου

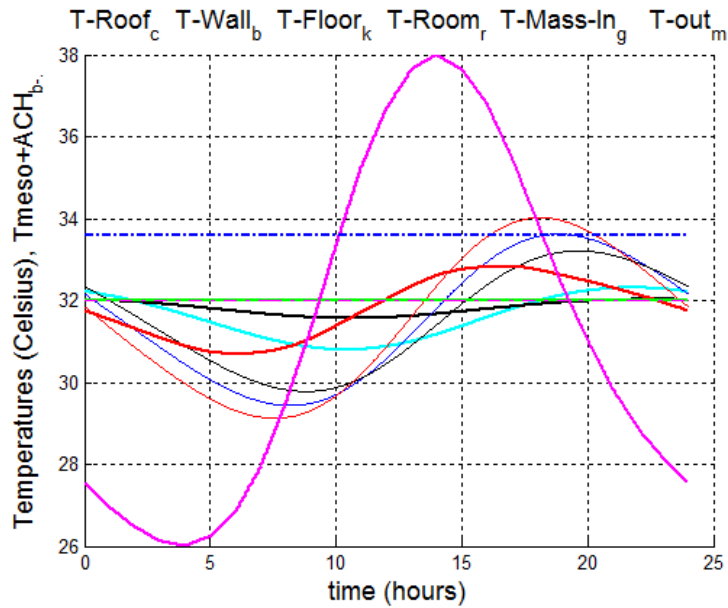
### **Μπάρες 25-28:**

μπλε: όγκος (m<sup>3</sup>) εσωτερικής μάζας

κόκκινο: πάχος (m) στρώματος εξωτερικής/ενδιάμεσης/εσωτερικής μόνωσης εσωτερικής μάζας

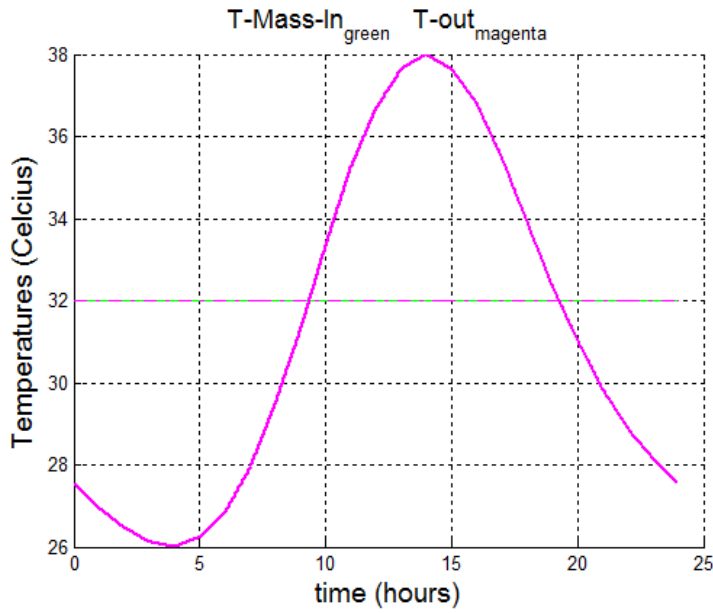
### **Μπάρες 30-34:**

Επιφάνεια ανοιγμάτων ανατολικού, δυτικού, βόρειου και νότιου τοίχου



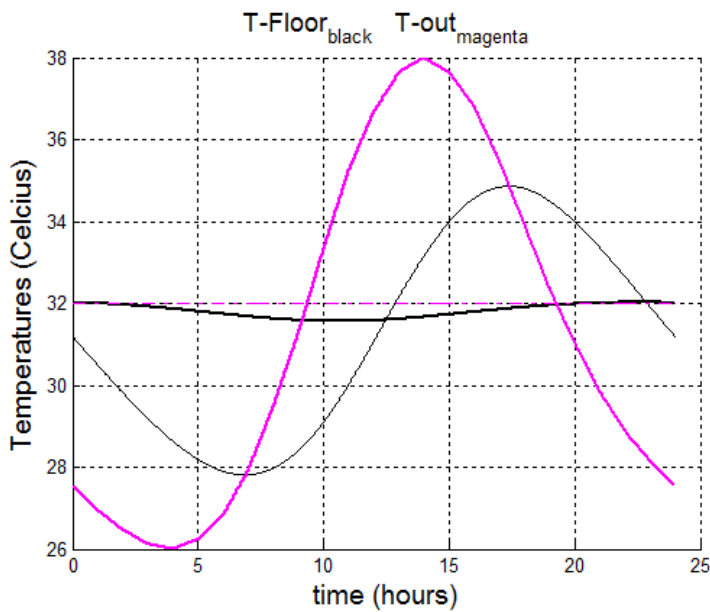
Σχήμα 2: Διακύμανση θερμοκρασίας

- Θερμοκρασία οροφής (από την έσω μεριά) – c=cyan – παχιά γραμμή (2)
- θερμοκρασία δαπέδου (από την έσω μεριά) – k=μαύρο – παχιά γραμμή (2)
- θερμοκρασία ανατολικού τοίχου (από την έσω μεριά) – m=magenta, λεπτή γραμμή (1)
- θερμοκρασία δυτικού τοίχου (από την έσω μεριά) – b=blue, λεπτή γραμμή (1)
- θερμοκρασία βόρειου τοίχου (από την έσω μεριά) – k=black, λεπτή γραμμή (1)
- θερμοκρασία νότιου τοίχου (από την έσω μεριά) – r=red, λεπτή γραμμή (1)
- θερμοκρασία αέρα εντός της θερμικής ζώνης – r=red – παχιά γραμμή (2)
- θερμοκρασία εσωτερικής μάζας εντός της θερμικής ζώνης – g=green – παχιά γραμμή (2)
- εξωτερική θερμοκρασία – m=magenta – παχιά γραμμή (2)
- μέση εσωτερική θερμοκρασία (m-.)=διακεκομμένη – m=magenta – λεπτή γραμμή (1)
- ωράριο λειτουργίας αερισμού (b-.)=διακεκομμένη – b=blue – παχιά γραμμή (2)



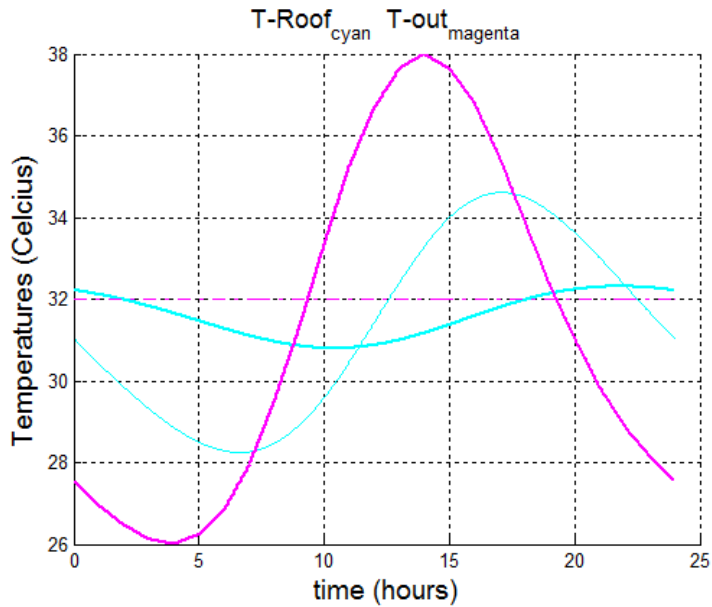
- εξωτερική θερμοκρασία – m= magenta – παχιά γραμμή
- μέση εσωτερική θερμοκρασία m- =magenta διακεκομμένη – λεπτή γραμμή
- θερμοκρασία εσωτερικής μάζας εντός της θερμικής ζώνης – g=green – παχιά γραμμή

Σχήμα 3: Διακύμανση εξωτερικής θερμοκρασίας



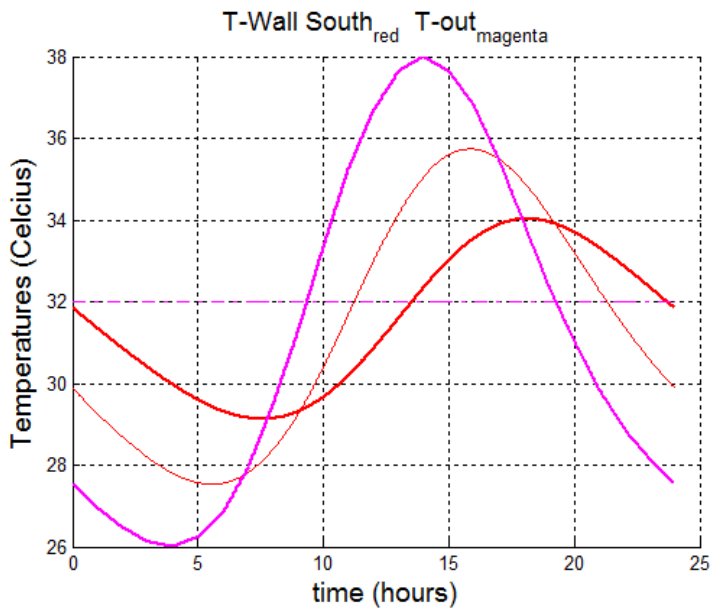
- εξωτερική θερμοκρασία – m= magenta – παχιά γραμμή
- μέση εσωτερική θερμοκρασία m- =magenta διακεκομμένη – λεπτή γραμμή
- θερμοκρασία δαπέδου (έσω) – k= μαύρο – παχιά γραμμή
- θερμοκρασία δαπέδου (έξω) – k= μαύρο – λεπτή γραμμή

Σχήμα 4: Διακύμανση θερμοκρασίας Δαπέδου



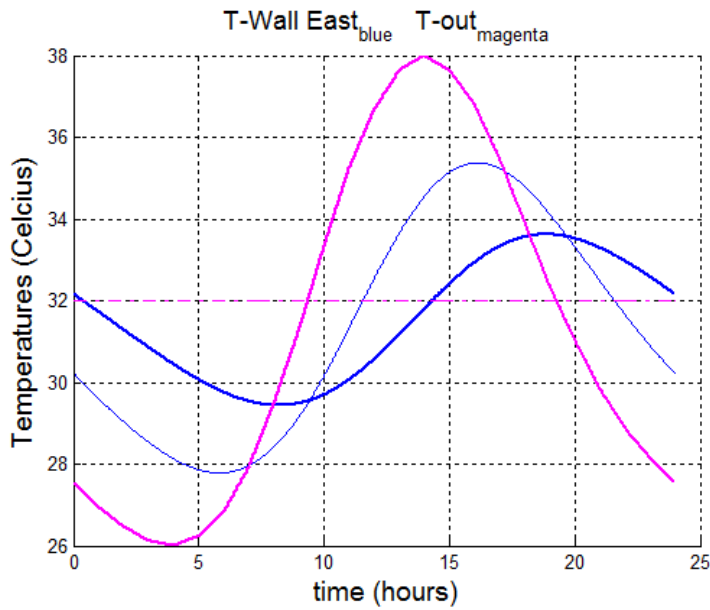
- εξωτερική θερμοκρασία – m= magenta – παχιά γραμμή
- μέση εσωτερική θερμοκρασία m= magenta διακεκομμένη – λεπτή γραμμή
- Θερμοκρασία οροφής (έσω) – c=cyan – παχιά γραμμή
- Θερμοκρασία οροφής (έξω) – c=cyan – λεπτή γραμμή

Σχήμα 5: Διακύμανση θερμοκρασίας Οροφής



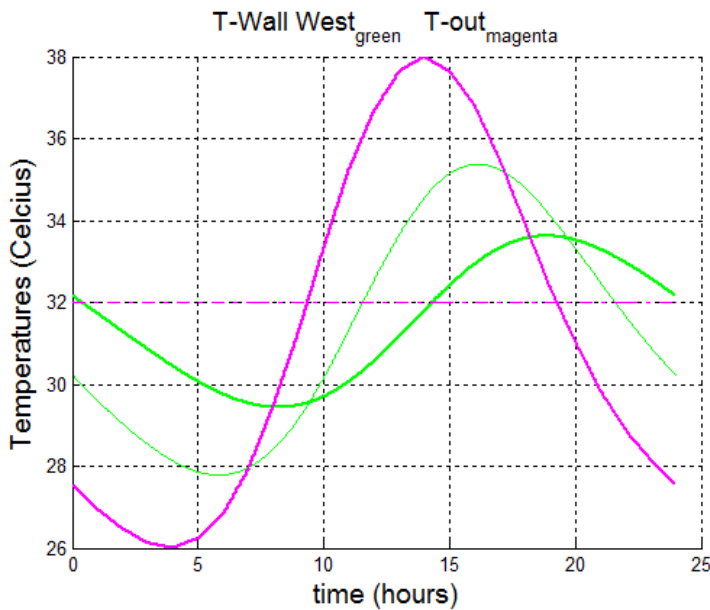
- εξωτερική θερμοκρασία m= magenta – παχιά γραμμή
- μέση εσωτερική θερμοκρασία m= magenta διακεκομμένη – λεπτή γραμμή
- θερμοκρασία νότιου τοίχου (έσω) r= red, παχιά γραμμή
- θερμοκρασία νότιου τοίχου (έξω) r= red, λεπτή γραμμή

Σχήμα 6: Διακύμανση θερμοκρασίας Νότιου τοίχου



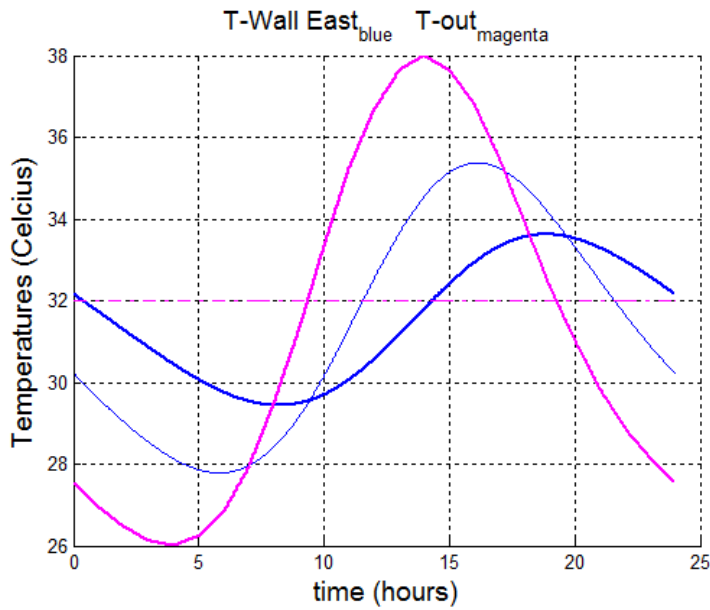
- εξωτερική θερμοκρασία – m= magenta – παχιά γραμμή
- μέση εσωτερική θερμοκρασία m- =magenta διακεκομμένη – λεπτή γραμμή
- θερμοκρασία βόρειου τοίχου (έσω) b= blue, παχιά γραμμή
- θερμοκρασία βόρειου τοίχου (έξω) b= blue, λεπτή γραμμή

Σχήμα 7: Διακύμανση θερμοκρασίας Βόρειου Τοίχου



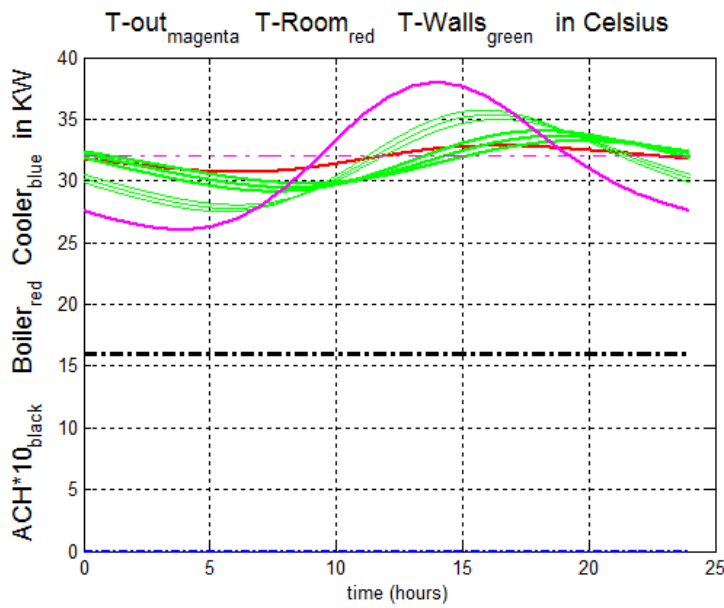
- εξωτερική θερμοκρασία m = magenta – παχιά γραμμή
- μέση εξωτερική θερμοκρασία m = magenta διακεκομμένη λεπτή γραμμή
- θερμοκρασία δυτικού τοίχου (έσω) g=green, παχιά γραμμή
- θερμοκρασία δυτικού τοίχου (έξω) g=green, λεπτή γραμμή

Σχήμα 8: Διακύμανση θερμοκρασίας Δυτικού Τοίχου



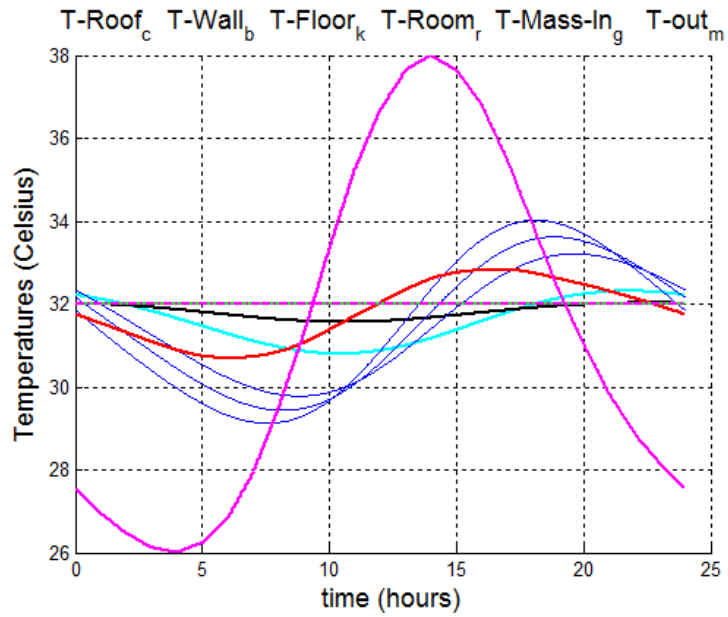
- εξωτερική θερμοκρασία  
m = magenta – παχιά γραμμή
- μέση εξωτερική θερμοκρασία  
m = magenta διακεκομμένη  
λεπτή γραμμή
- θερμοκρασία ανατολικού τοίχου  
(έσω) b =blue, παχιά γραμμή
- θερμοκρασία ανατολικού τοίχου  
(έξω) b=blue, λεπτή γραμμή

Σχήμα 9: Διακύμανση θερμοκρασίας Ανατολικού Τοίχου



- εξωτερική θερμοκρασία –  
m=magenta – παχιά γραμμή
- εσωτερική θερμοκρασία –  
m=magenta – διακεκομμένη γραμμή
- εξωτερική θερμοκρασία τοίχων –  
g=green – παχιά γραμμή

Σχήμα 10: Διακύμανση εξωτερικής θερμοκρασίας τοίχων



- εξωτερική θερμοκρασία – m=magenta – παχιά γραμμή
- εσωτερική θερμοκρασία – r=red – παχιά γραμμή
- εσωτερική θερμοκρασία οροφής c=cyan – παχιά γραμμή
- εσωτερική θερμοκρασία τοίχων b=blue – λεπτή γραμμή

Σχήμα 11: Διακύμανση εσωτερική θερμοκρασίας τοίχων

## 6. Βήματα Τεχνοοικονομικής Βελτιστοποίησης

Έχουν ετοιμαστεί παραδείγματα με την χρήση του λογισμικού για την μελέτη βελτιστοποίησης για την επιλογή των Υλικών κελύφους, Η/Μ εξοπλισμού, Συστημάτων Σκίασης και BMS.

Η όλη διαδικασία διεξαγωγής μια μελέτης Τεχνοοικονομικής Βελτιστοποίησης αποτελείται από 7 βήματα:

**Βήμα 1: Επιλογή** σεναρίων, δηλαδή καθορισμός ελάχιστων Uvalue και τεχνολογιών για το κέλυφος

**Βήμα 2: Επιλογή** μέσω της 1<sup>ης</sup> ιεραρχικής βελτιστοποίησης μέσω της ΒΔ (Κεφ. 4) των συγκεκριμένων δομικών στοιχείων και κουφωμάτων που να πληρούν τις απαιτήσεις κάθε σεναρίου

**Βήμα 3: Υπολογισμός** μέσω του λογισμικού των Ενεργειακών Αναγκών BEnCalc (Κεφ. 5) και του μεγέθους του μέσου Θέρμανσης/Ψύξης του κτιρίου για κάθε σενάριο με τις εξής παραλλαγές:

- Χωρίς Σύστημα Σκίασης - Χωρίς Σύστημα Ελέγχου (BMS)
- Με Σύστημα Σκίασης - Χωρίς Σύστημα Ελέγχου (BMS)
- Με Σύστημα Σκίασης - Με Σύστημα Ελέγχου (BMS)

**Βήμα 4: Επιλογή** μέσω της Βάσης Δεδομένων για Η/Μ εξοπλισμού **BEnDB2**, Η/Μ Εξοπλισμού και με τη βοήθεια της 1<sup>ης</sup> ιεραρχικής αξιολόγησης του:

- Συστήματος Σκίασης
- Συστήματος Ελέγχου
- Συστήματος Θέρμανσης/Ψύξης

**Βήμα 5: Καταχώρηση** των παραπάνω στο Φύλλο Αξιολόγησης κάθε CASE STUDY μαζί με τα γεωμετρικά δεδομένα του κτιρίου. Το κόστος δομικών στοιχείων, κουφωμάτων, Η/Μ εξοπλισμού, κ.λ.π. αντλείται αυτόματα από την ΒΔ. Τα γεωμετρικά δεδομένα του κτιρίου επίσης απαιτείται να εισαχθούν μόνο μία φορά και μεταφέρονται αυτόματα στα λοιπά CASE STUDIES.

**Βήμα 6: Επιλογή** μέσω του Φύλλου Αξιολόγησης για το αν θα χρησιμοποιηθεί Σύστημα Σκίασης και Ελέγχου για κάθε σενάριο.

**Βήμα 7:** Τα αποτελέσματα μεταφέρονται αυτόματα σε **Συνοπτικό Πίνακα** όπου για κάθε Σενάριο έχει υπολογιστεί:

- το πρόσθετο κόστος κτήσης σε σχέση με το Βασικό Σενάριο
- η εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με το Βασικό Σενάριο
- η Διάρκεια Απόσβεσης της επένδυσης
- η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης

**Επιτρέποντας έτσι στον μελετητή «με μια ματιά» να αξιολογήσει το Καλύτερο Σενάριο για το συγκεκριμένο Κτίριο.**

