

# Ειδικά Θέματα Οικοδομικής 6ου/ Βιώσιμου και Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Ανάλυση κτιρίου στην Καστοριά με χρήση του  
προγράμματος DesignBuilder

Σπουδαστής: Χλιαουτάκης Ευστάθιος

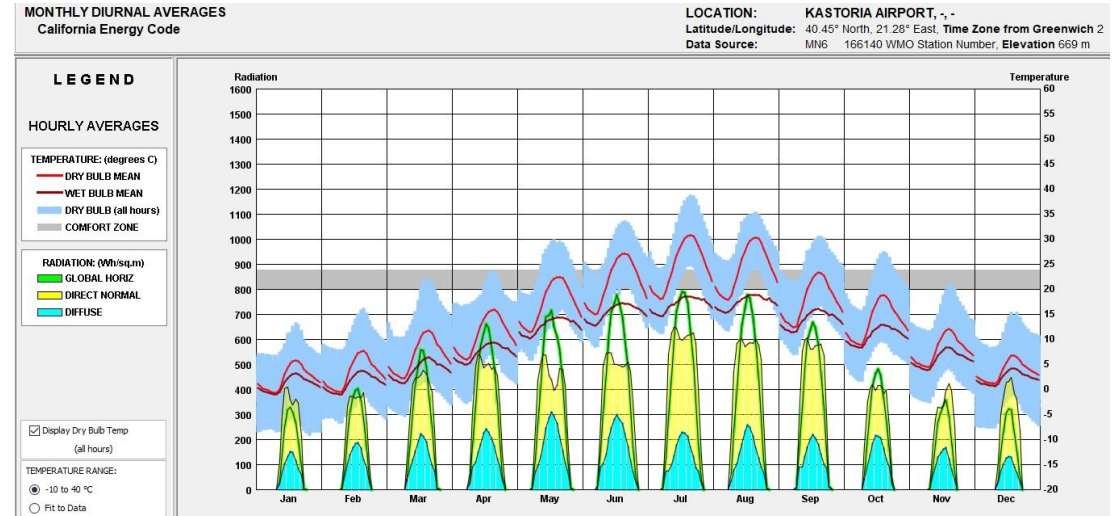
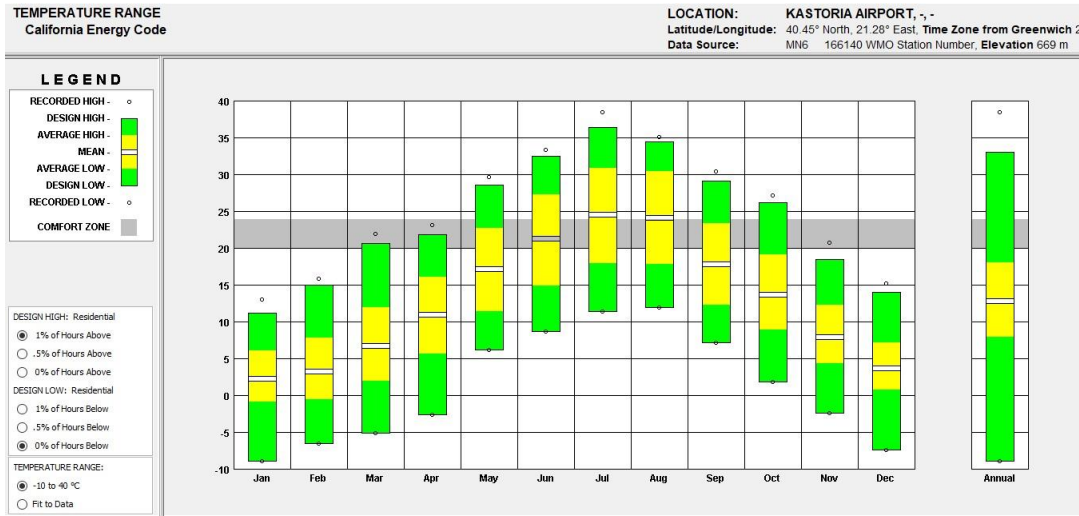
Εξάμηνο: 6<sup>ο</sup>

Ακαδ.Έτος: 2016-17

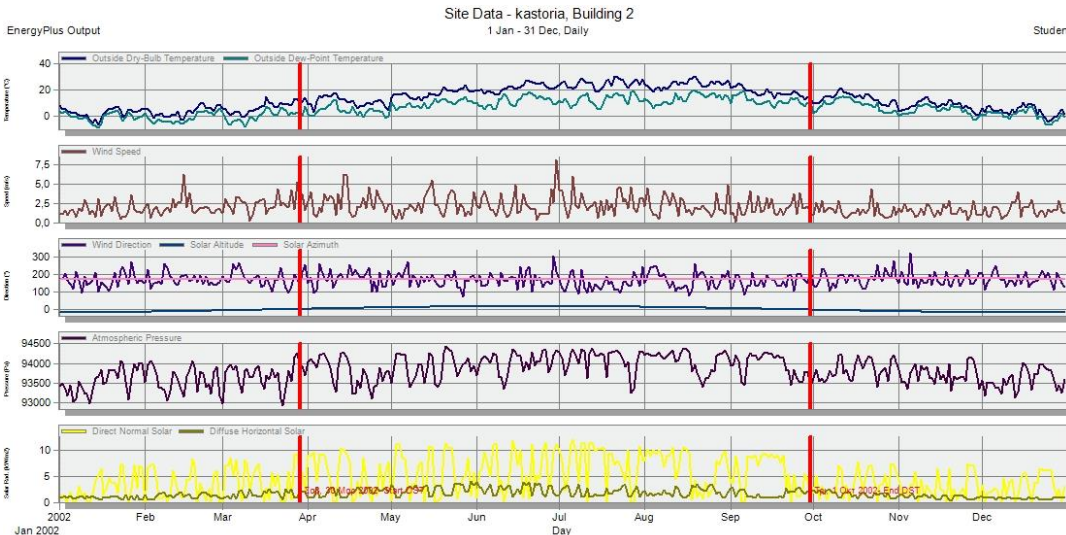
Διδάσκοντες: Ε. Αλεξάνδρου, Η. Ζαχαρόπουλος, Μ.Κατσαρός Φ. Μπουγιατιώτη

# Κλιματική Ανάλυση

## Τοποθεσία: Καστοριά



### Θερμοκρασία



Κλιματικά δεδομένα από DesignBuilder

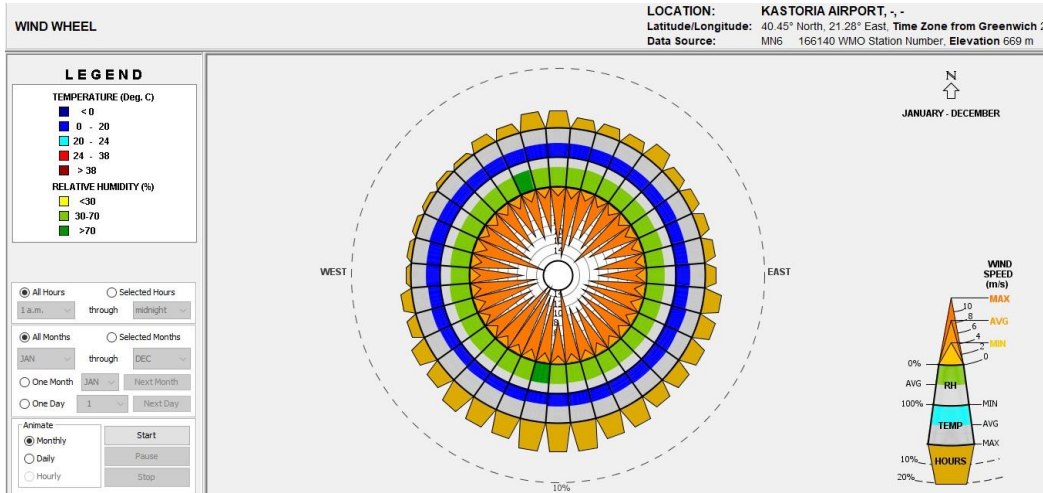
### Θερμοκρασία & Ακτινοβολία

#### Παρατηρήσεις:

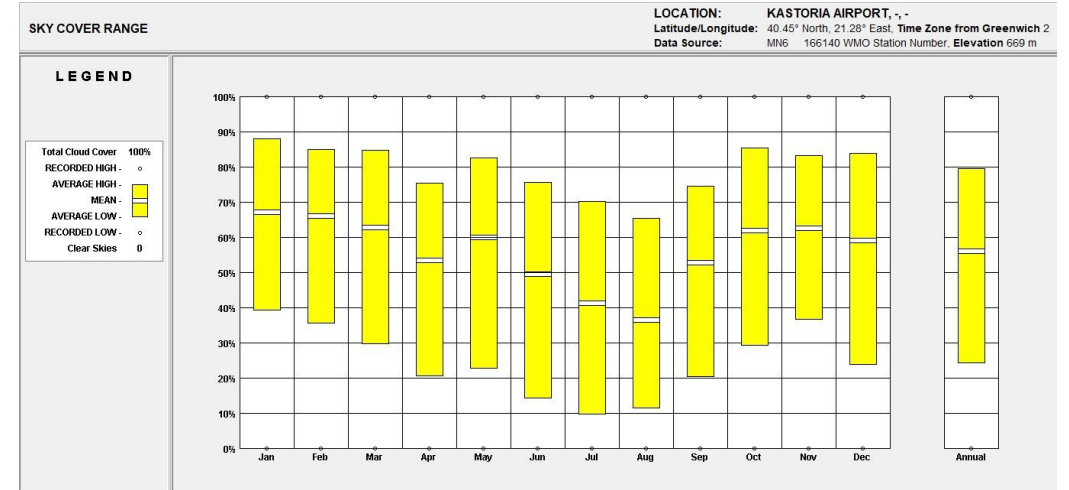
- Κυρίως χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα ενώ όχι πολύ υψηλές το καλοκαίρι
- Μέρος των καλοκαιρινών μηνών εντός της ζώνης άνεσης
- Χαμηλή ακτινοβολία το καλοκαίρι και παρόμοια το χειμώνα (σε σύγκριση με κλιματικά δεδομένα Αθήνας)

# Κλιματική Ανάλυση

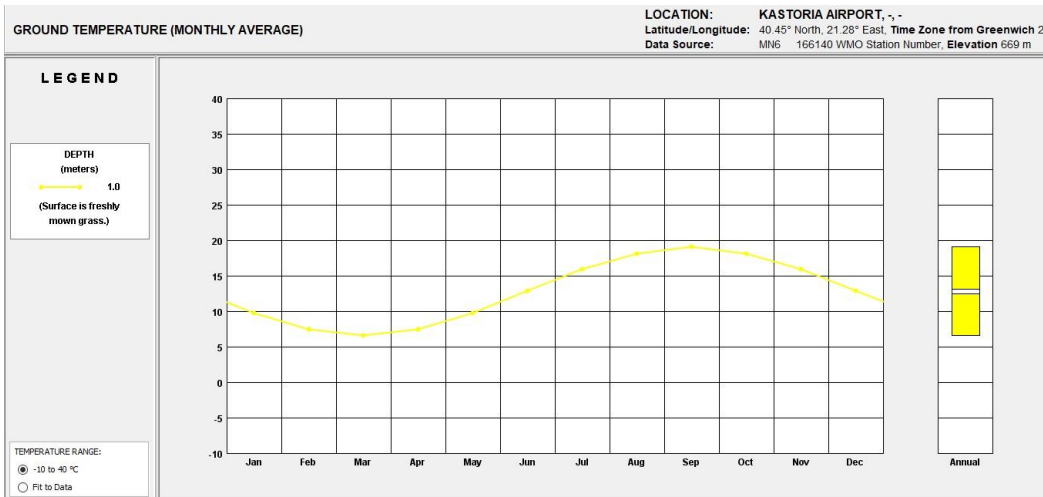
## Τοποθεσία: Καστοριά



Ταχύτητα και Θερμοκρασία Ανέμου



Συννεφοκάλυψη



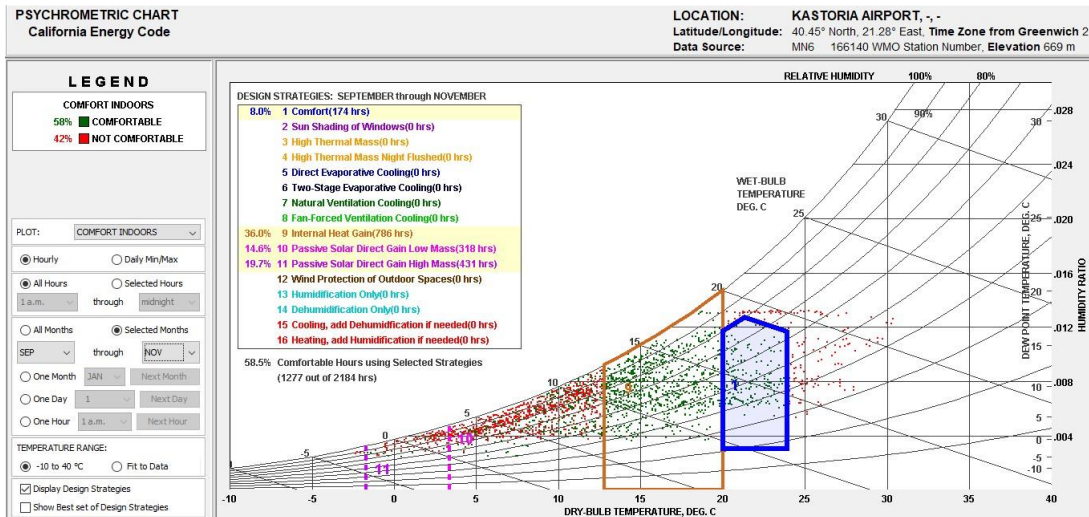
Θερμοκρασία Εδάφους

### Παρατηρήσεις:

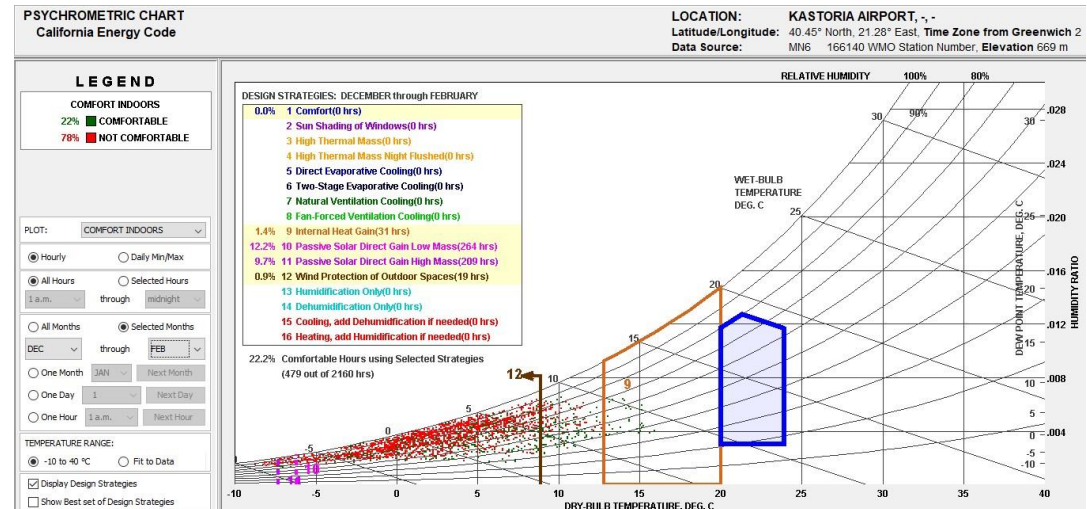
- Ψυχροί και ισχυροί άνεμοι σε όλες τις εποχές και από όλες της κατευθύνσης, αλλά κυρίως βόριοι και νότιοι
- Έντονη συννεφοκάλυψη όλες τις εποχές και κυρίως τους χειμερινούς μήνες
- Σταθερότερη θερμοκρασία εδάφους σε σύγκριση με την εξωτερική θερμοκρασία αέρα

# Κλιματική Ανάλυση

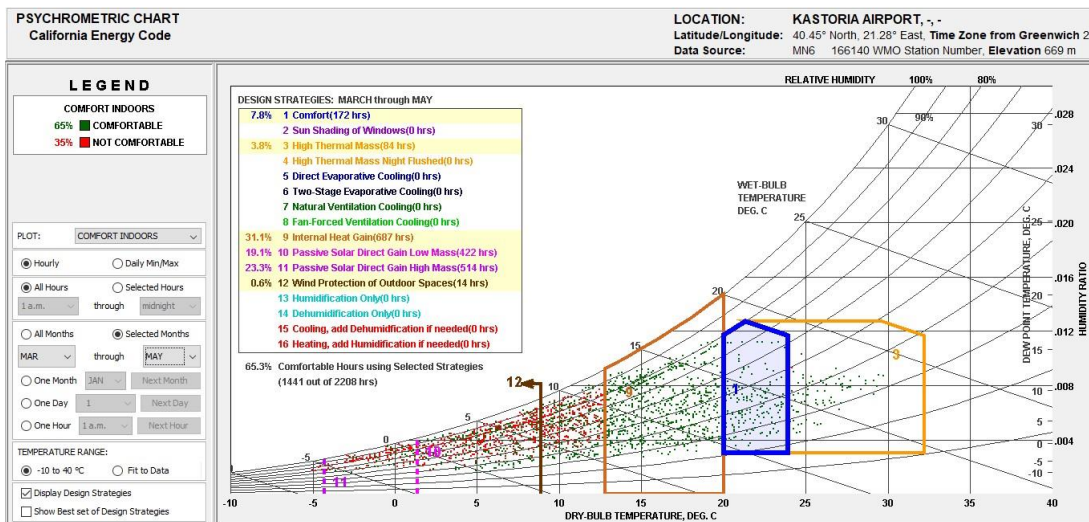
## Τοποθεσία: Καστοριά



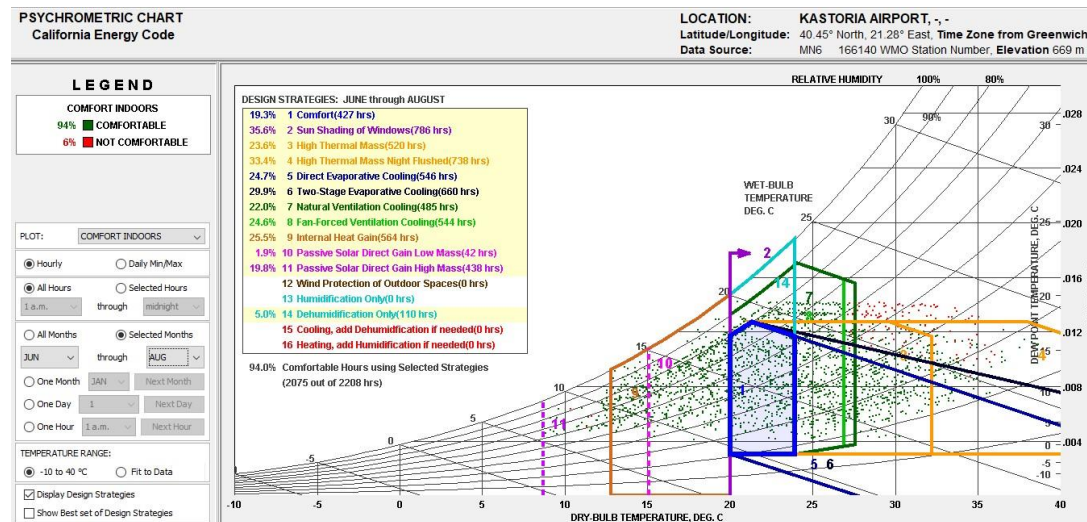
Ψυχομετρικο διάγραμμα μηνών Σεπτεμβρίου έως Νοεμβρίου



Ψυχομετρικο διάγραμμα μηνών Δεκεμβρίου έως Φεβρουαρίου



Ψυχομετρικο διάγραμμα μηνών Μαρτίου έως Μαΐου



Ψυχομετρικο διάγραμμα μηνών Ιουνίου έως Αυγούστου

# Κλιματική Ανάλυση

## Τοποθεσία: Καστοριά

---

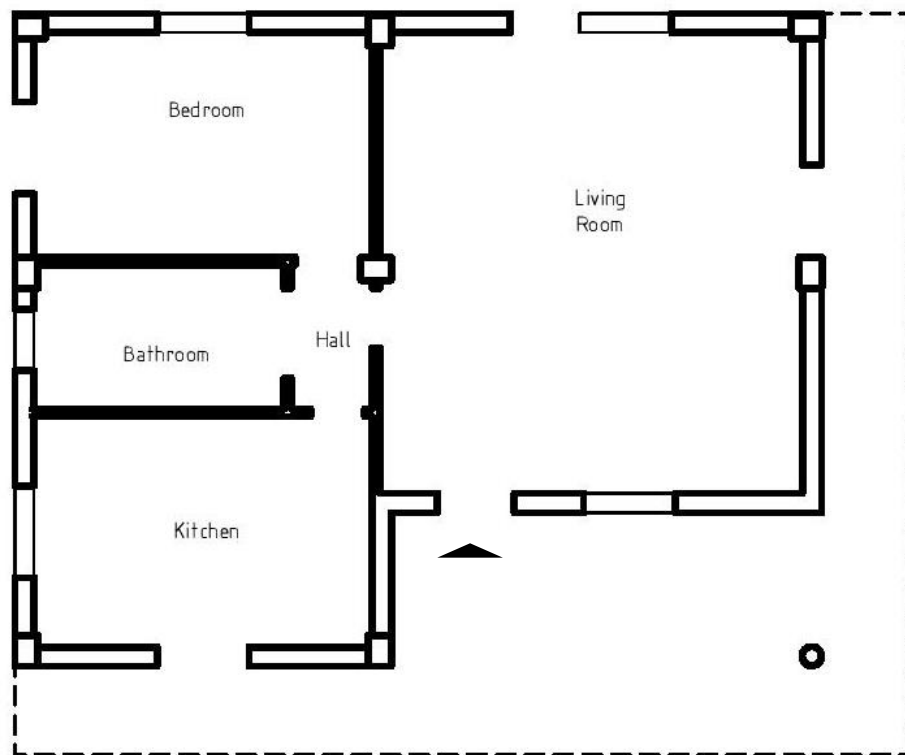
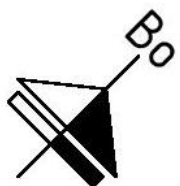
### Παρατηρήσεις επί των ψυχομετρικών διαγραμμάτων:

- Η μηχανική θέρμανση είναι απαραίτητη κυρίως τους χειμερινούς μήνες καθώς μηδενικό ποσοστό βρίσκεται στη ζώνη άνεσης ακόμα και μετά την εφαρμογή οποιονδήποτε τεχνικών
- Κύρια πρόταση σχεδιασμού για όλες τις εποχές η εκμετάλλευση του άμεσου ηλιακού κέρδους
- Μικρό ποσοστό των καλοκαιρινών μηνών βρίσκεται εκτός της ζώνης άνεσης και φαίνεται να αντιμετωπίζεται εύκολα με σκίαση ανοιγμάτων και φυσικό αερισμό

### Συμπεράσματα/Προτάσεις σχεδιασμού:

- Κύριως προστασία ενάντια στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα
- Νότιος προσανατολισμός κυρίων χώρων
- Ισχυρή θερμομόνωση
- Προστασία από τους ισχυρούς ανέμους, αν και δεν προτείνετε έντονα από τα ψυχομετρικά διαγράμματα
- Επιφύλαξη ως προς τη δυνατότητα εκμετάλλευσης του άμεσου ηλιακού κέρδους λόγω έντονης συννεφοκάλυψης, αν και προτείνετε από τα ψυχομετρικά διαγράμματα
- Εκμετάλλευση θερμοκρασίας εδάφους

# Παρουσίαση Κτιρίου



Κάτοψη

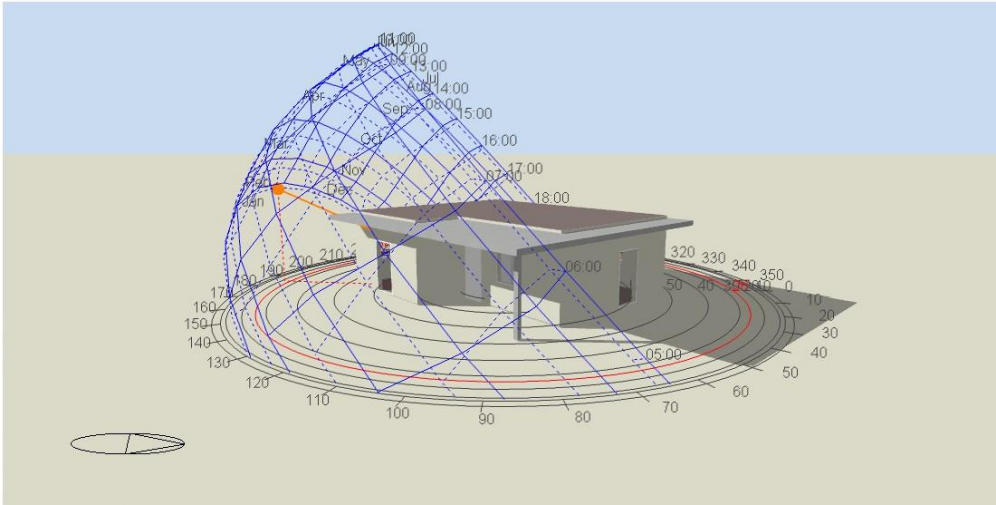
## Θετικά Χαρακτηριστικά:

- Τοποθέτηση καθιστικού και μεγάλου ημιυπαιθρίου με νοτιοανατολικό προσανατολισμό
- Σκίαση νοτιοανατολικών ανοιγμάτων από πρόβολο
- Διαμπερή ανοίγματα σε όλους τους κύριους χώρους

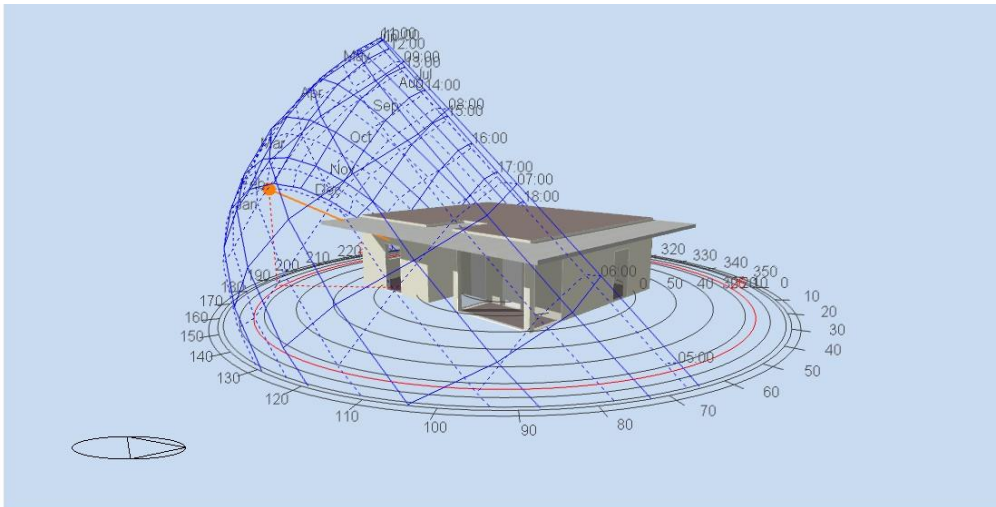
## Αρνητικά χαρακτηριστικά:

- Ίδιο μέγεθος ανοιγμάτων προς όλες τις κατευθύνσεις, καμία προστασία από τους ισχυρούς ανέμους
- Προνομακή θέση κουζίνας σε σχέση με το βορειοδυτικό υπνοδωμάτιο
- Μείωση ηλιακών κερδών (που είναι περισσότερο αναγκαία από τη σκίαση των ανοιγμάτων) λόγω του μεγάλου νοτιοανατολικού προβόλου

# Παρουσίαση Κτιρίου



3D απεικόνιση αρχικού κτιρίου



3D απεικόνιση κτιρίου με ηλιακό χώρο

## Υλικά κατασκευής (σενάριο 0):

- Μπατική σοβατισμένη μέσα-έξω οπτοπλινθοδομή για τις πληρώσεις
- Οπλισμένο σκυρόδεμα σοβατισμένο μέσα έξω για το φέροντα οργανισμό
- Σοβατισμένη εσωτερικά πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος με ελαφροσκυρόδεμα ρύσεων και τελική επικάλυψη από μωσαϊκό ως οριζόντιο δώμα
- Πλάκα επί εδάφους από οπλισμένο σκυρόδεμα με τελικό δάπεδο από μωσαϊκό

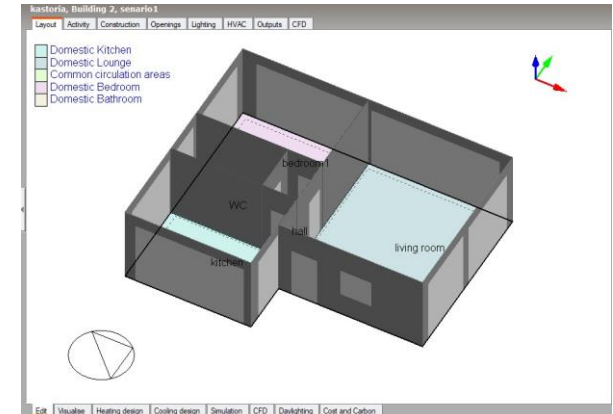
## Αλλαγές:

- Σενάριο 1: εξωτερική θερμομόνωση όλων των στοιχείων του κελύφους έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι προδιαγραφές ου Κ.Εν.Α.Κ.
- Σενάριο 2α: Προσθήκη ηλιακού χώρου στη νότια πλευρά του καθιστικού, δίπλα στην είσοδο
- Σενάριο 2 β: προσθήκη ηλιακού χώρου και θερμομόνωση κελύφους

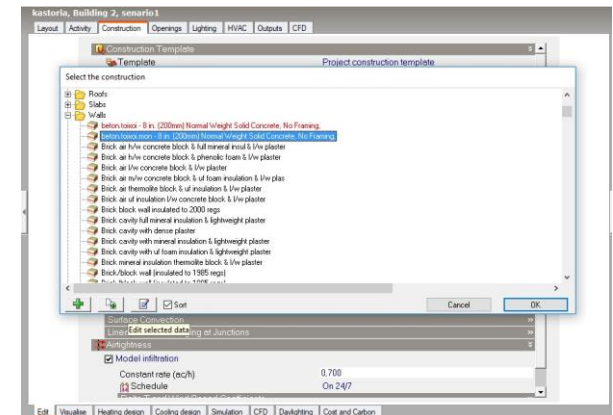
# Παρουσίαση Μοντέλου

## Βήματα κατασκευής:

- Εισαγωγή αρχείου AutoCad
- Δημιουργία του βασικού όγκου του κτιρίου (Add new block)
- Δημιουργία προβόλου (Add new block – Component)
- Διαχωρισμός χώρων με εσωτερικούς τοίχους (Draw Partition)
- Δημιουργία ανοιγμάτων (Draw window/door)
- Διαχωρισμός πληρώσεων από φέρων οργανισμό (Draw sub-surface)  
\*παραδοχή: τμήματα που θα έπρεπε να είναι sub-surfaces αλλά λόγω του πάχους των υλικών το πρόγραμμα δεν μπορεί να εντάξει σε αυτές θεωρούνται αμελητέα
- Στο tab: Activity ορίζουμε για κάθε χώρο-zone τη χρήση την οποία έχει
- Στο tab: Construction ορίζουμε τα υλικά κάθε στοιχείου του κελύφους  
\*παραδοχή: δημιουργία αντιγραφών υλικών που υπάρχουν στη βιβλιοθήκη του προγράμματος με κόντινές ιδιότητες με τα υλικά που θέλουμε και αλλάζουμε το U-value \*παραδοχή: για τη δημιουργία των μονωμένων στοιχείων προσθέτουμε στρώση-Layer και βάζω σε αυτή το κατάλληλο πάχος μόνωσης έτσι ώστε να έχω τον κατάλληλο U-value στο σύνολο των στρώσεων
- Στο tab: Openings ορίζουμε την κατασκευή των υαλοστασίων (η διάρκεια που είναι ανοιχτά έχει ήδη οριστεί σύμφωνα με τη χρήση του κάθε χώρου)
- Στα tabs: Lighting και HVAC απενεργοποιούμε τα πάντα έτσι ώστε να εξετάσουμε το μοντέλο ως ένα εντελώς παθητικό κέλυφος
- Στο επίπεδο του site ορίζουμε το προσανατολισμό και εισάγουμε τα κλιματικά δεδομένα
- Για την προσθήκη του ηλιακού χώρου στο σενάριο δύο προσθέτουμε τον όγκο του στο υπάρχων μοντέλο (Add new block)



Μοντέλο στο επίπεδο του block

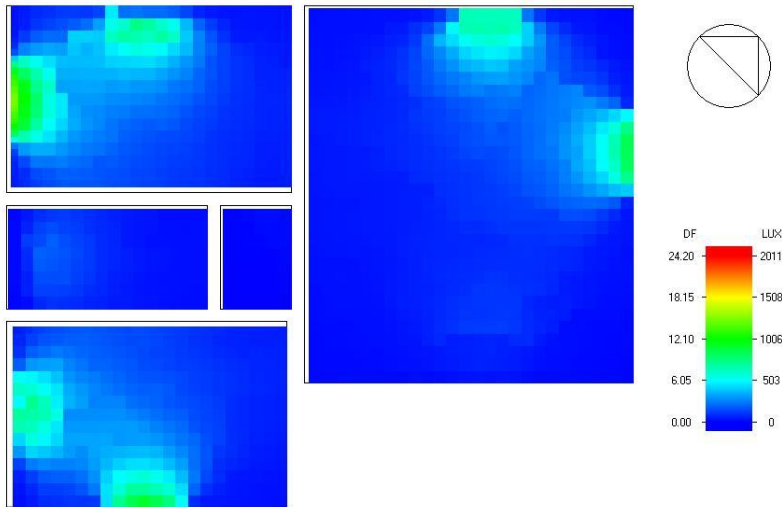


Επεξεργασία και ορισμός υλικών

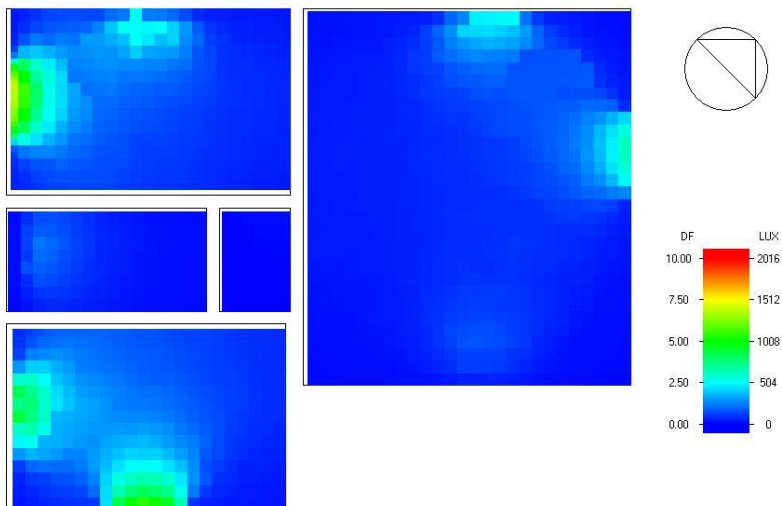


# Προσομοιώσεις

## Φυσικός Φωτισμός Σεναρίων 0 και 1



Φυσικός Φωτισμός: Χειμερινό Ηλιοστάσιο (21 Δεκεμβρίου 12:00)



Φυσικός Φωτισμός : Θερινό Ηλιοστάσιο (21 Ιουνίου 12:00)

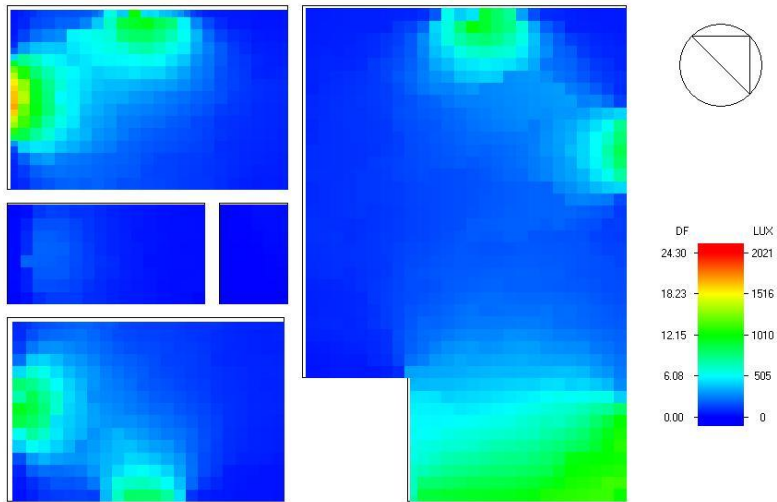
Γενικές παρατηρήσεις:

- Μειωμένος φωτισμός καθιστικού όλες τις εποχές αλλά μάλλον επαρκής για διάβασμα ή άλλες εργασίες
- Πολύ φωτεινές περιοχές σε υπνοδωμάτιο και κουζίνα (ίσως υπάρχουν προβλήματα θάμβωσης)
- Επαρκής σκίασμός ανοιγμάτων το καλοκαίρι
- Σχετικά ομοιόμορφη κατανομή (εκτός από περιοχές σε κουζίνα και υπνοδωμάτιο)

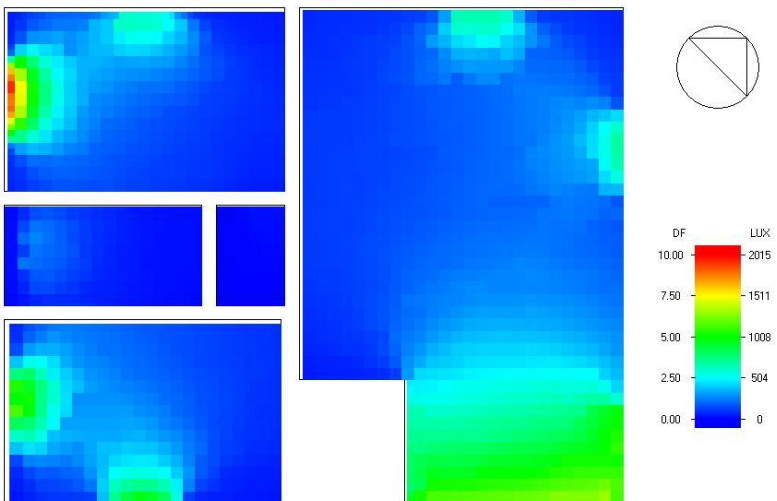
\*Για την προσομοίωση το χειμώνα χρησιμοποιήθηκε Sky Model -> overcastενώ για το καλοκαίρι χρησιμοποιήθηκε Sky Model -> sunny intermediate

# Προσομοιώσεις

## Φυσικός Φωτισμός Σεναρίου 2



Φυσικός Φωτισμός : Χειμερινό Ηλιοστάσιο (21 Δεκεμβρίου 12:00)



Φυσικός Φωτισμός : Θερινό Ηλιοστάσιο (21 Ιουνίου 12:00)

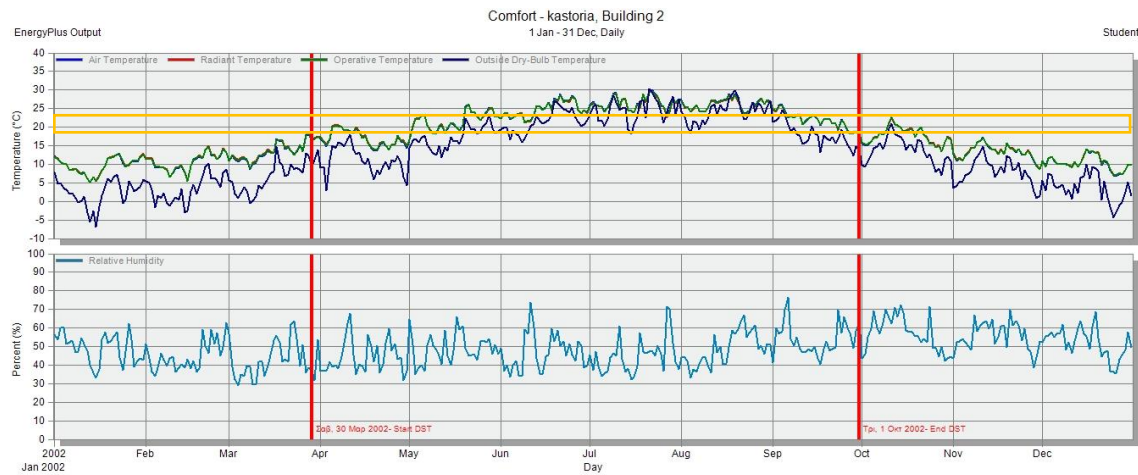
Παρατηρήσεις για τον ηλιακό χώρο:

- Αποτελεσματικός και φωτεινός ο ηλιακός χώρος το χειμώνα
- Υπερβολική ποσότητα φωτισμού στον ηλιακό χώρο για δραστηριότητες όπως διάβασμα αλλά μάλλον ιδανικός για τραπεζαρία
- Πρέπει να χρησιμοποιηθούν επιφάνειες που απορροφούν και αποθηκεύουν την ηλιακή ακτινοβολία και παράλληλα δεν είναι ανακλαστικές και δεν προκαλούν θάμβωση

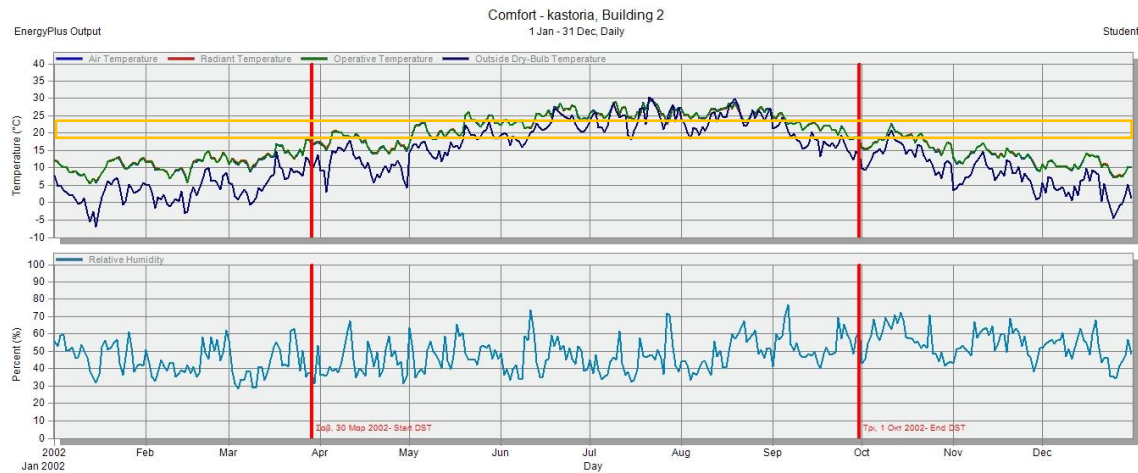
\*για την προσομοίωση το χειμώνα χρησιμοποιήθηκε Sky Model -> overcastd ενώ για το καλοκαίρι χρησιμοποιήθηκε Sky Model -> sunny intermediate day

# Προμοιώσεις

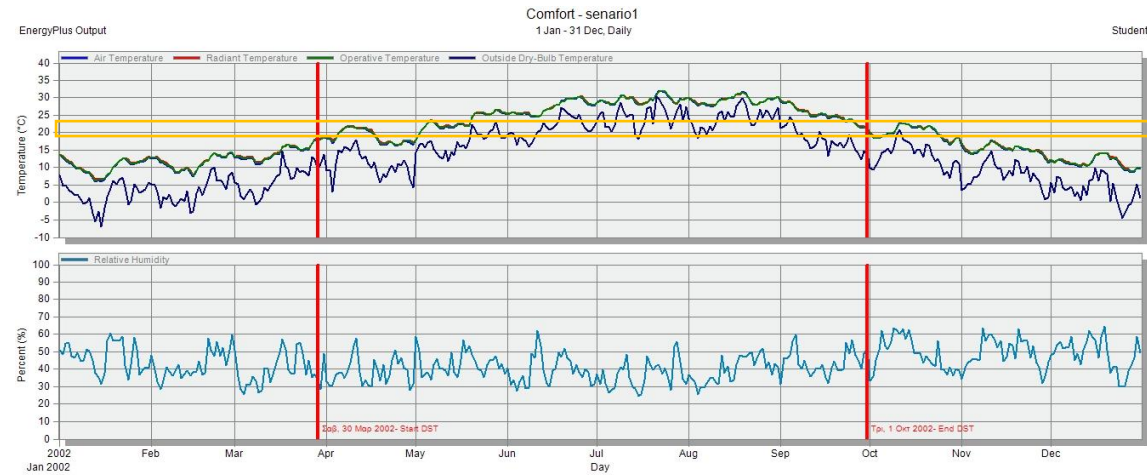
## Θερμοκρασία και Σχετική Υγρασία (Όλο το έτος)



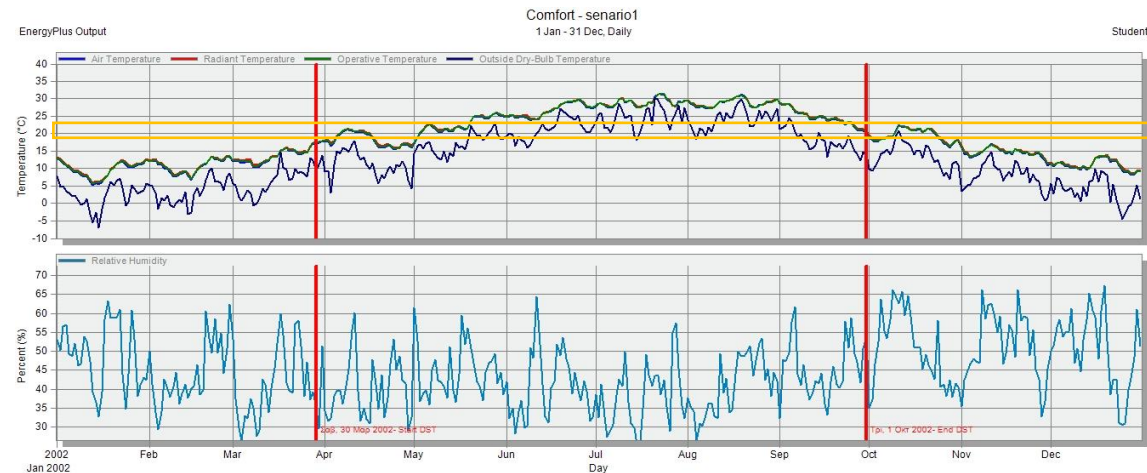
Σενάριο 0



Σενάριο 2α



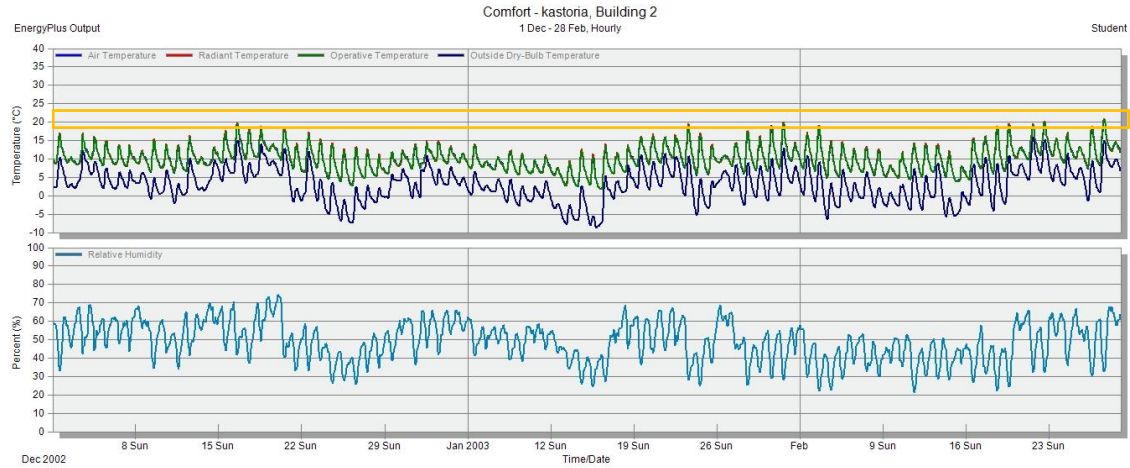
Σενάριο 1



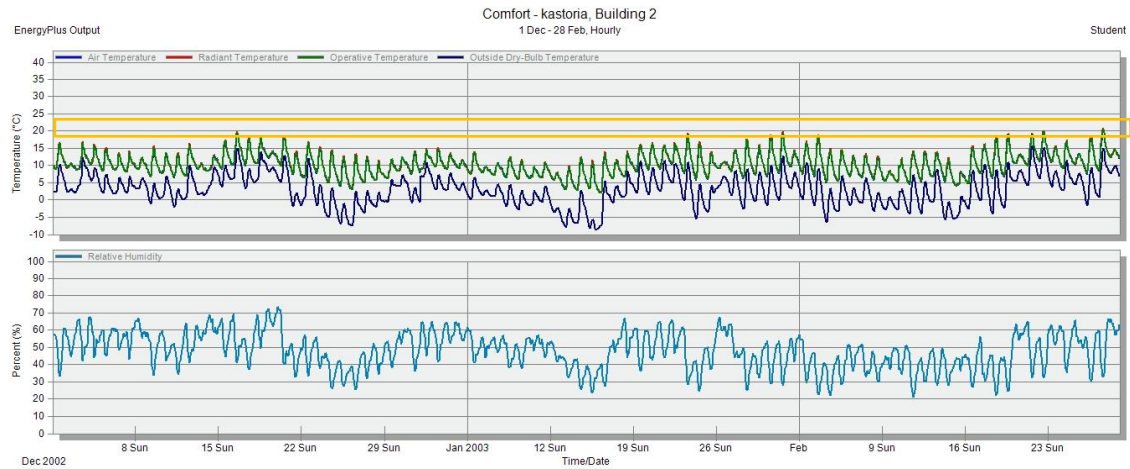
Σενάριο 2β

# Προσομοιώσεις

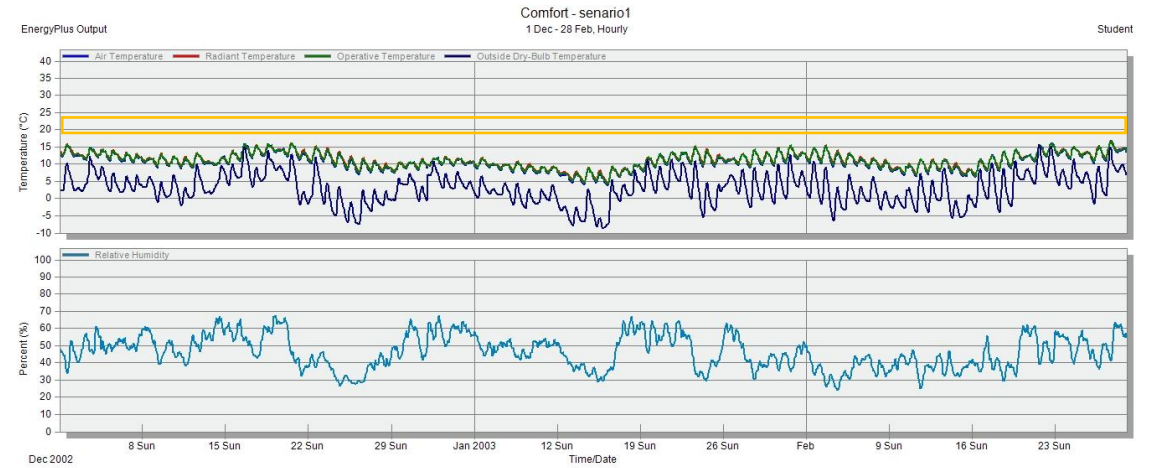
## Θερμοκρασία και Σχετική Υγρασία (Δεκέμβριος έως Φεβρουάριος)



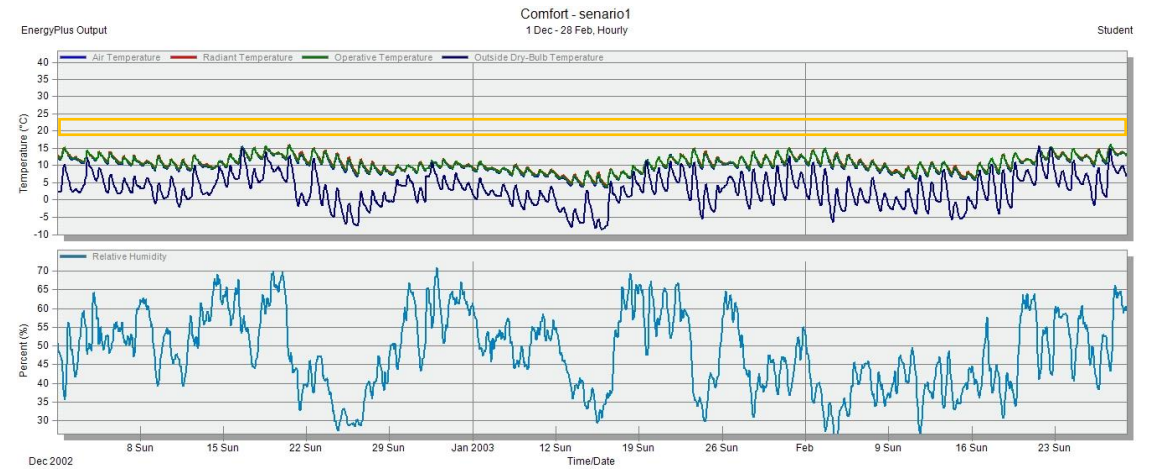
Σενάριο 0



Σενάριο 2α



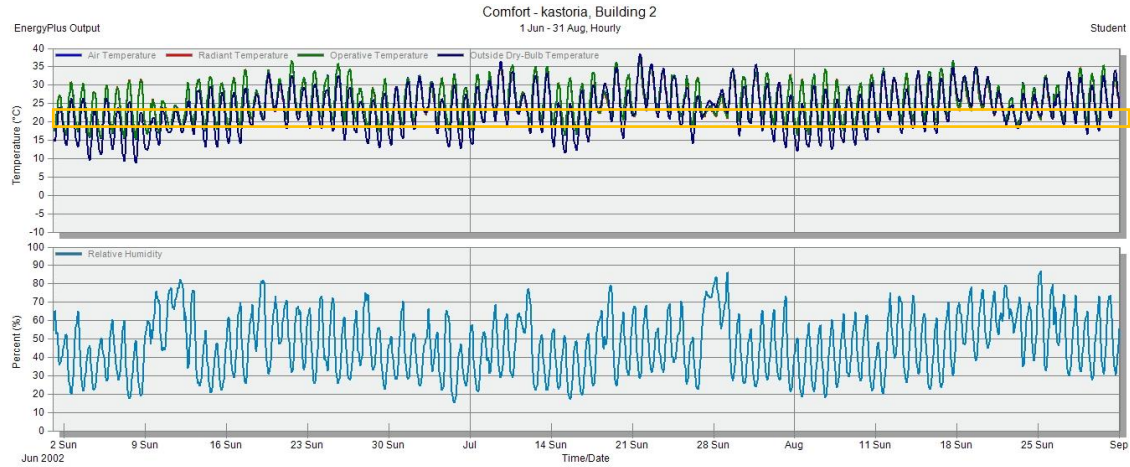
Σενάριο 1



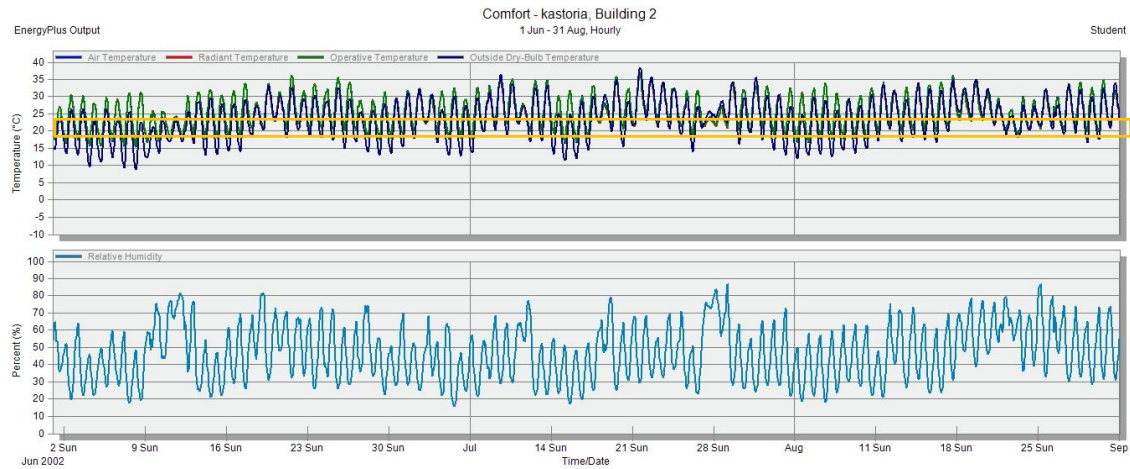
Σενάριο 2β

# Προσομοιώσεις

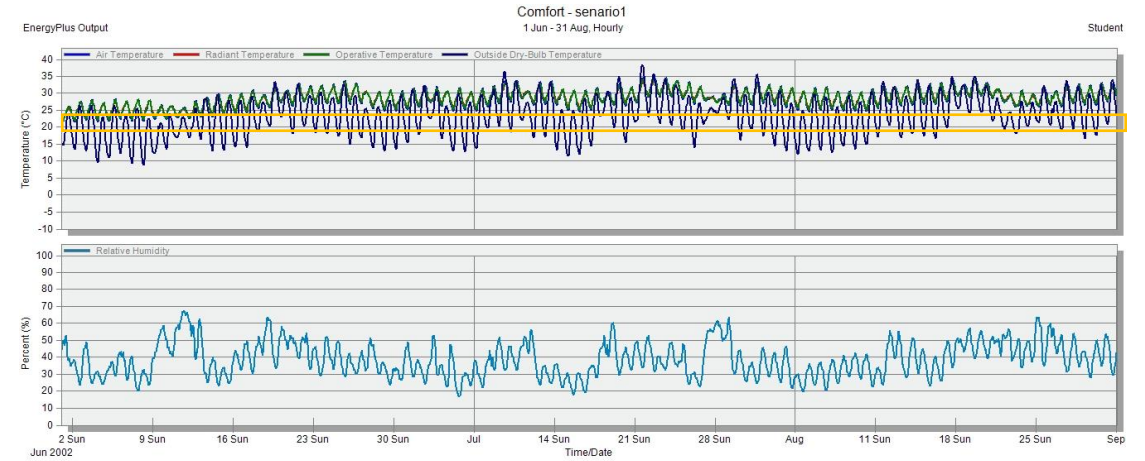
## Θερμοκρασία και Σχετική Υγρασία (Ιούνιος έως Αύγουστος)



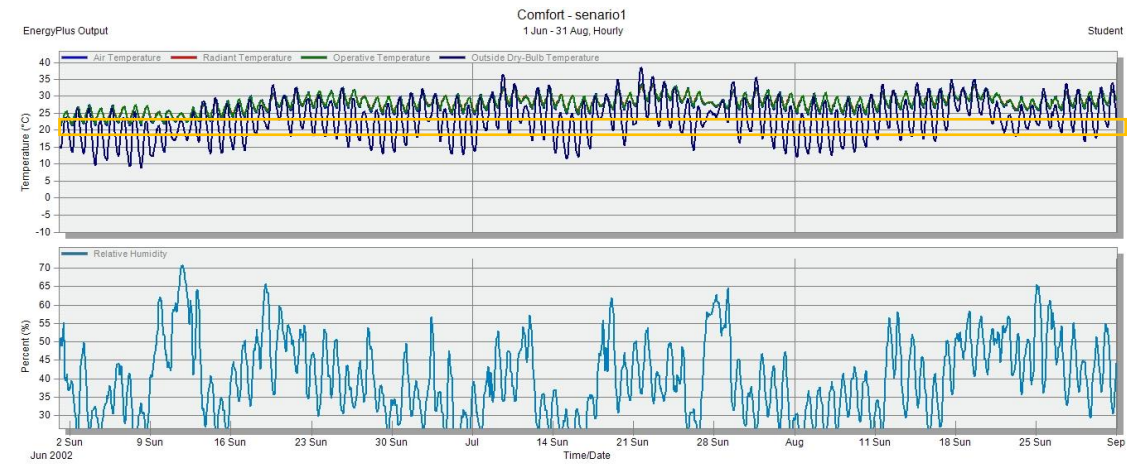
Σενάριο 0



Σενάριο 2α



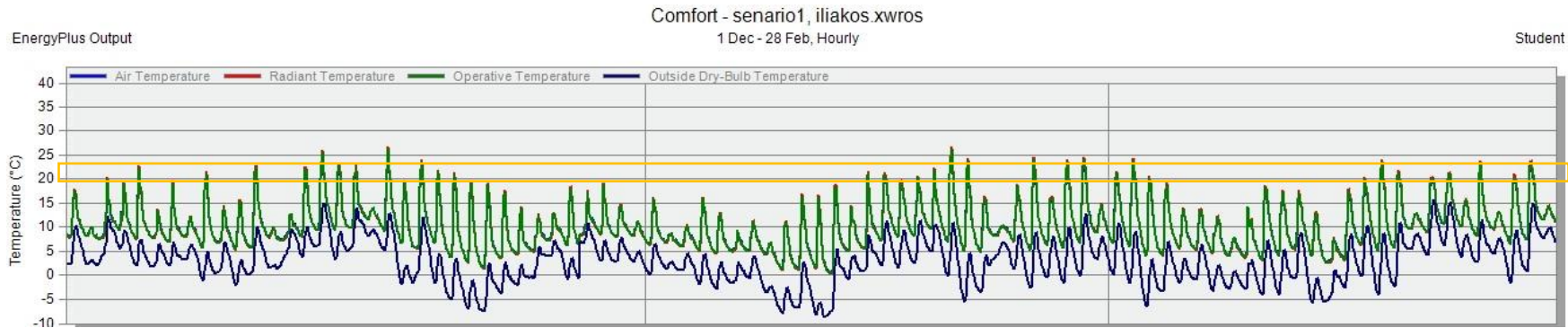
Σενάριο 1



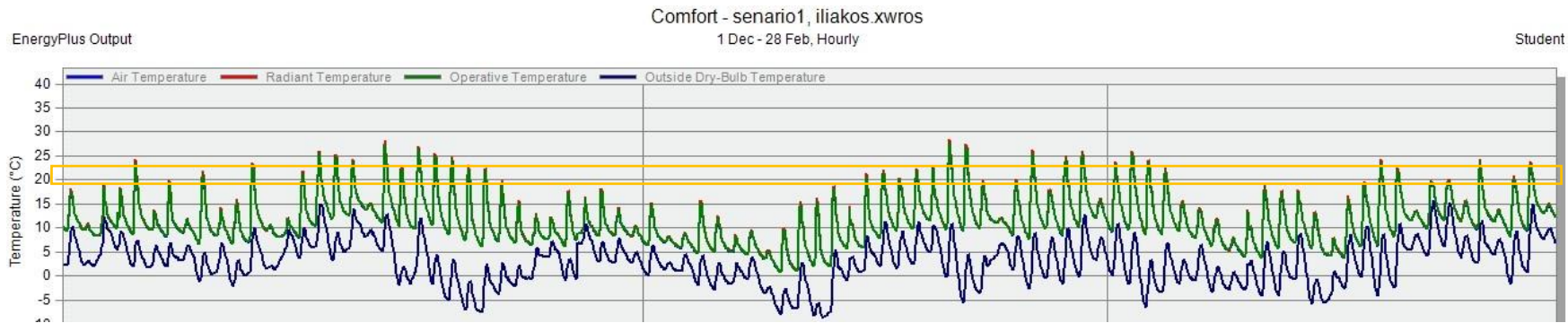
Σενάριο 2β

# Προσομοιώσεις

## Θερμοκρασία Ηλιακού Χώρου (Δεκέμβριος έως φεβρουάριος)



Σενάριο 2α



Σενάριο 2β

# Συμπεράσματα

## Θερμοκρασία και Σχετική Υγρασία

---

Συνολικά στο έτος παρατηρούμε ότι :

- Ακόμη και το μη μονωμένο κέλυφος (σενάριο 0) είναι ικανό να εξομαλύνει την εσωτερική θερμοκρασία σε σχέση με τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος
- Ένα θερμομονωμένο κέλυφος (σενάριο 1) μειώνει τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας
- Ο ηλιακός χώρος (σενάριο 2) δεν φαίνεται να προκαλεί σημαντικές αλλαγές είτε το κέλυφος είναι θερμομονωμένο είτε όχι

Το χειμώνα παρατηρούμε ότι :

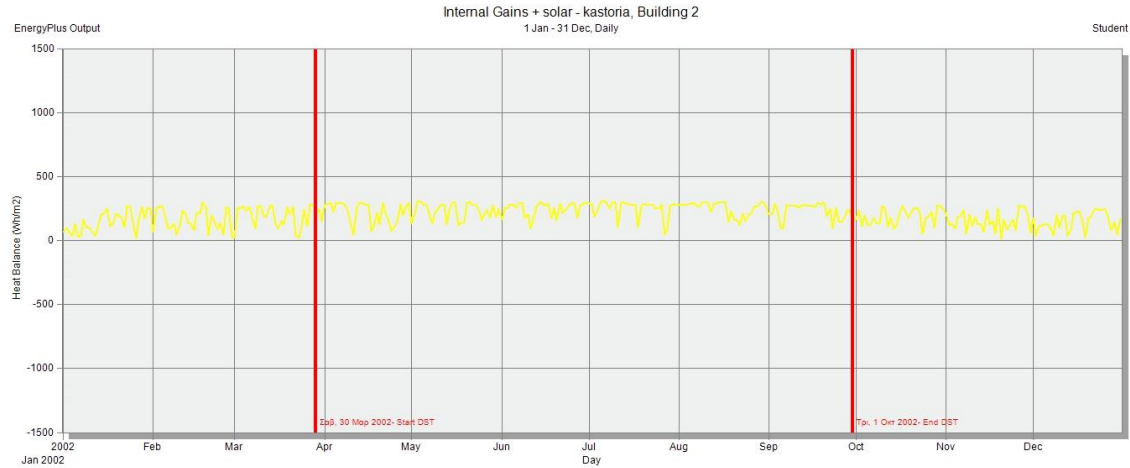
- Το κέλυφος προστατεύει το εσωτερικό από τις χαμηλές θερμοκρασίες σε κάθε περίπτωση
- Το θερμομονωμένο κέλυφος διατηρεί υψηλότερες και σταθερότερες θερμοκρασίες στο εσωτερικό κυρίως όταν οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος είναι οι ακραίες χαμηλές
- Ο ηλιακός χώρος δεν φαίνεται να ανεβάζει τις εσωτερικές θερμοκρασίες σε καμία από τις δύο περιπτώσεις
- Ο ηλιακός είναι αρκετά θερμότερος σε σχέση με το υπόλοιπο κτήριο και μπορεί να αποτελέσει έναν ευχάριστο χώρο αφού σε κάποιες περιπτώσεις φτάνει σε θερμοκρασίες εντός της ζώνης άνεσης χωρίς μηχανική υποστήριξη

Το καλοκαίρι παρατηρούμε ότι :

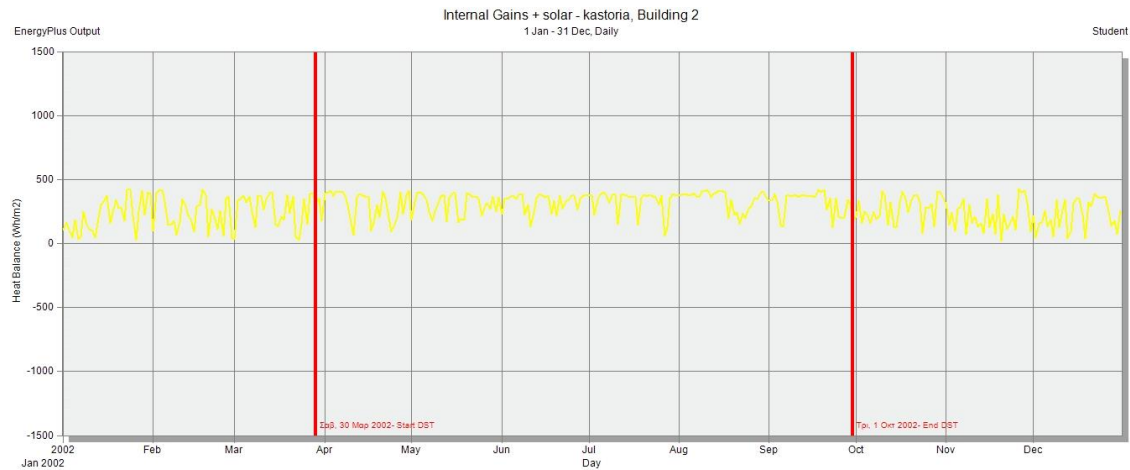
- Το κέλυφος δεν προστατεύει το εσωτερικό από τις υψηλές θερμοκρασίες και κάποιες φορές τις εντίνει σε κάθε περίπτωση
- Το θερμομονωμένο κέλυφος και ο ηλιακός χώρος ανεβάζουν τις θερμοκρασίες στο εσωτερικό εκτός ζώνης άνεσης κάτι που όμως εύκολα αντιμετωπίζεται με φυσικό αερισμό αφού μεγάλο μέρος των καλοκαιρινών ημερών βρίσκεται στη ζώνη άνεσης όσον αφορά την εξωτερική θερμοκρασία

# Προσομοιώσεις

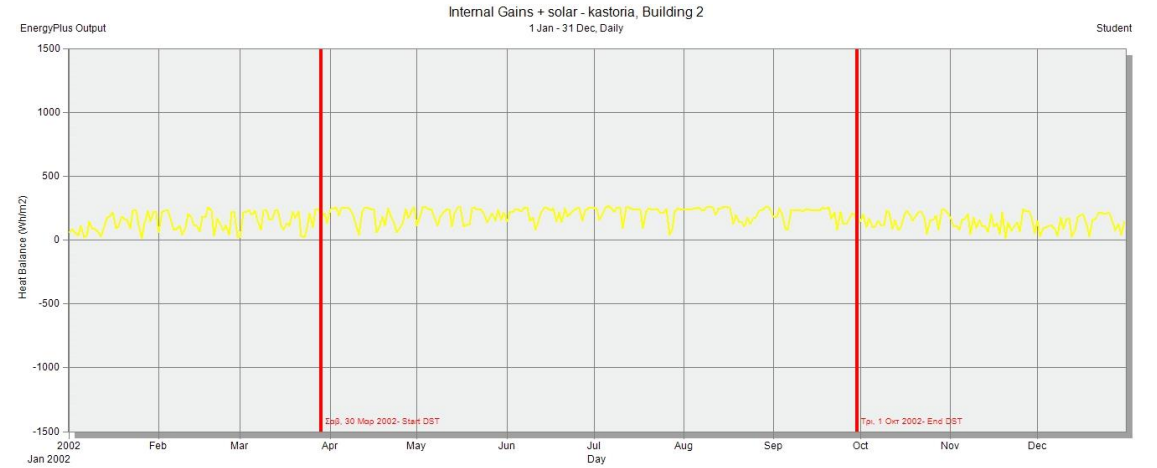
## Ηλιακά κέρδη (Όλο το έτος)



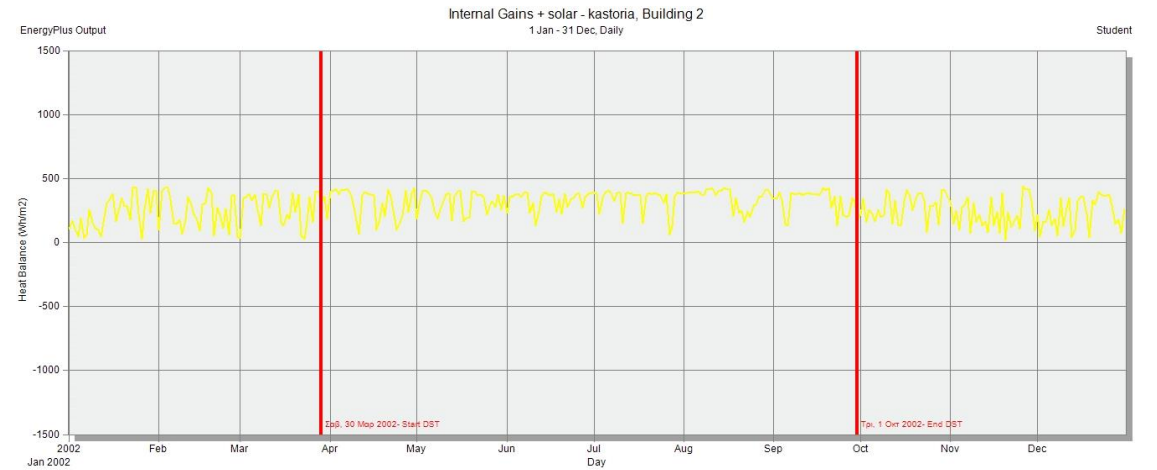
Σενάριο 0



Σενάριο 2α



Σενάριο 1

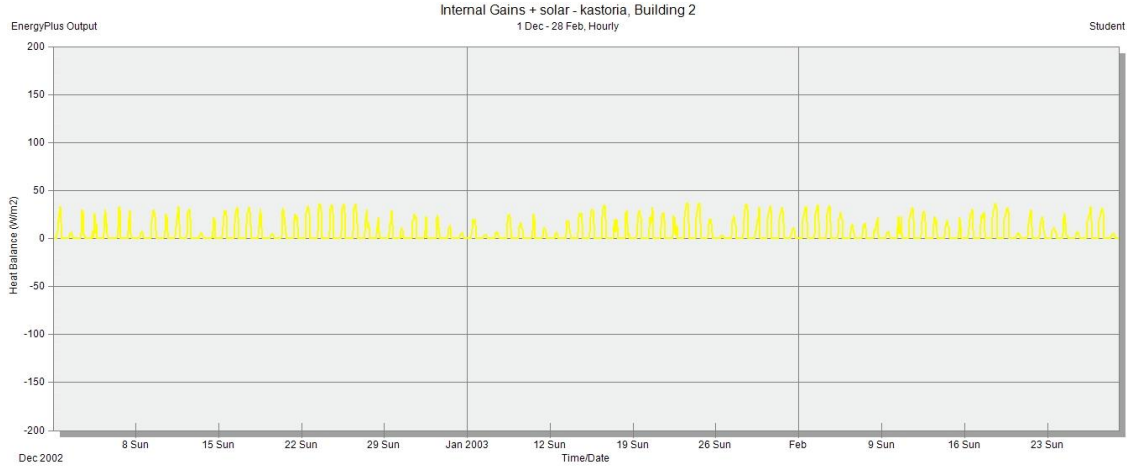


Σενάριο 2β

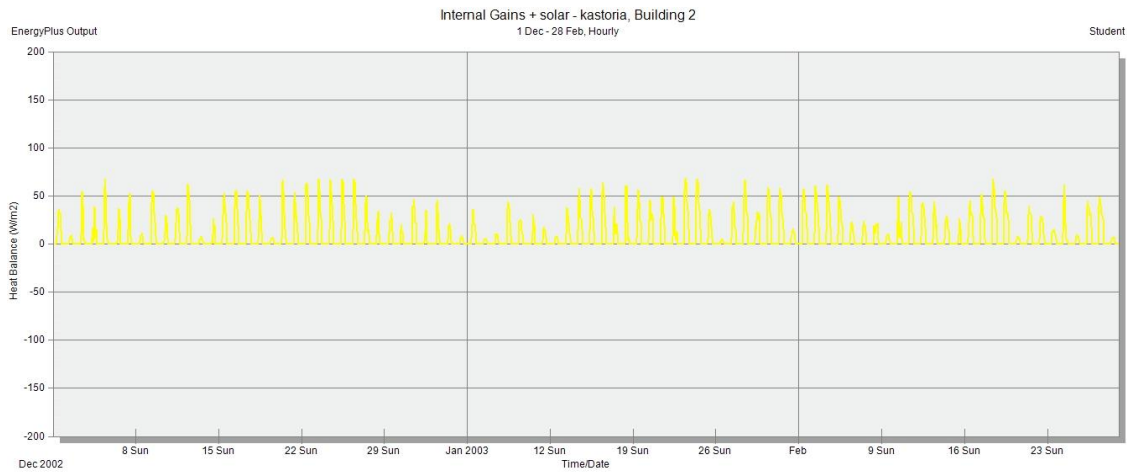


# Προσομοιώσεις

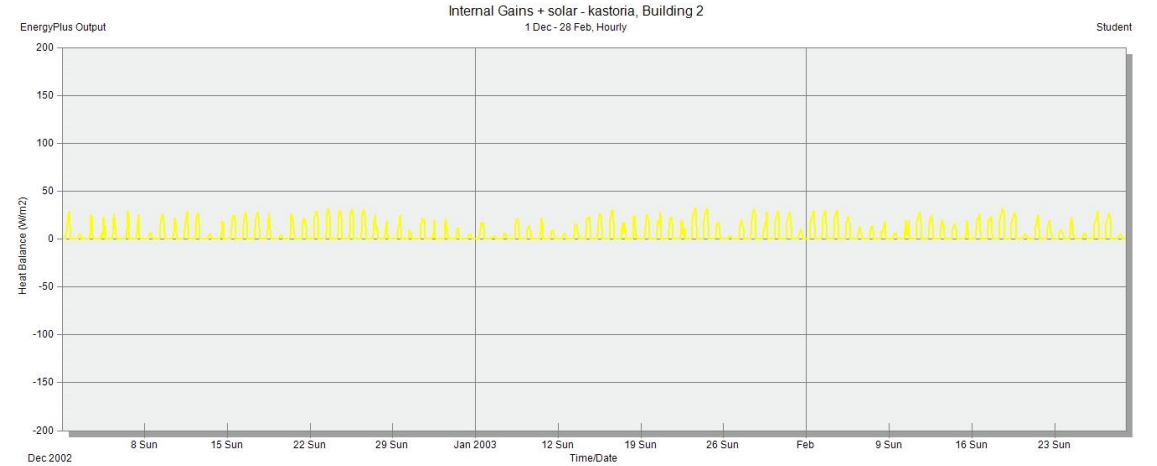
## Ηλιακά κέρδη (Δεκέμβριος έως Φεβρουάριος)



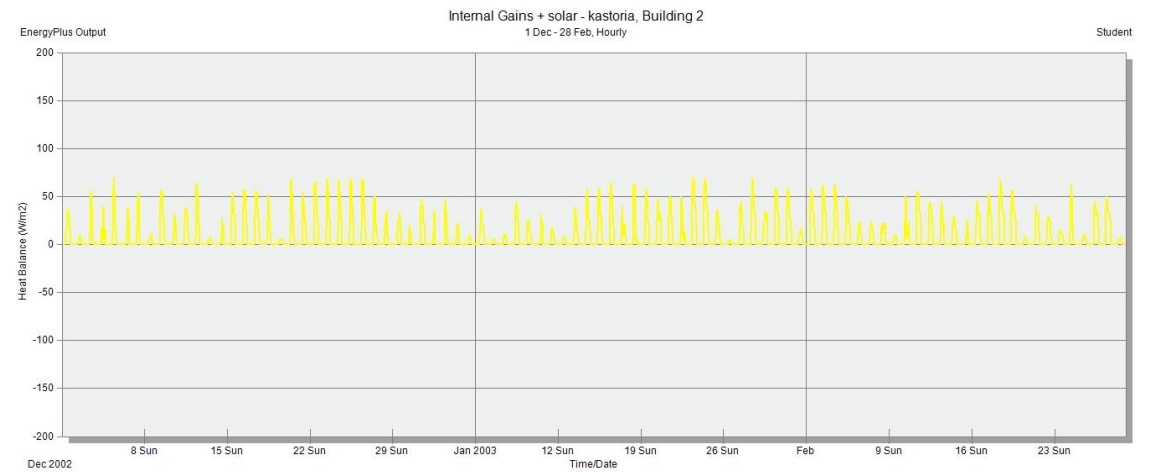
Σενάριο 0



Σενάριο 2α

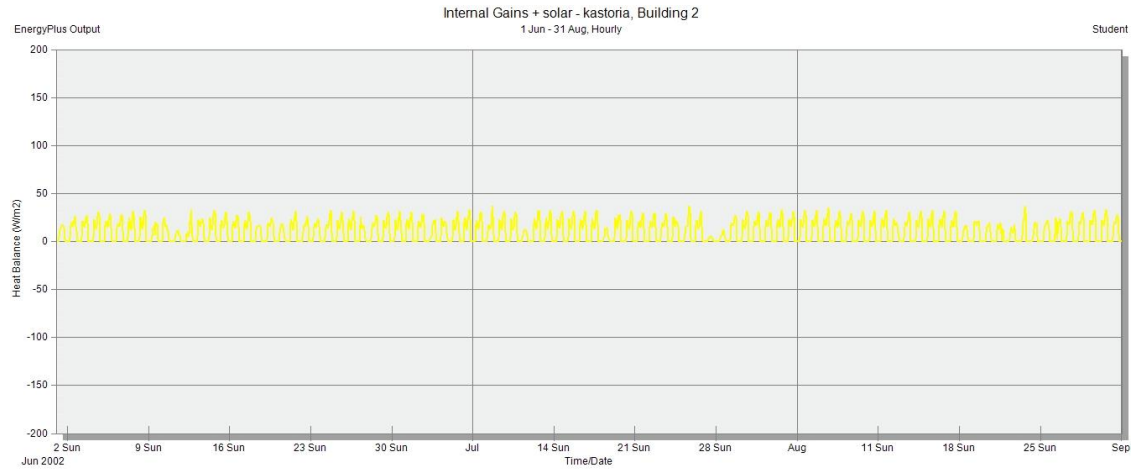


Σενάριο 1

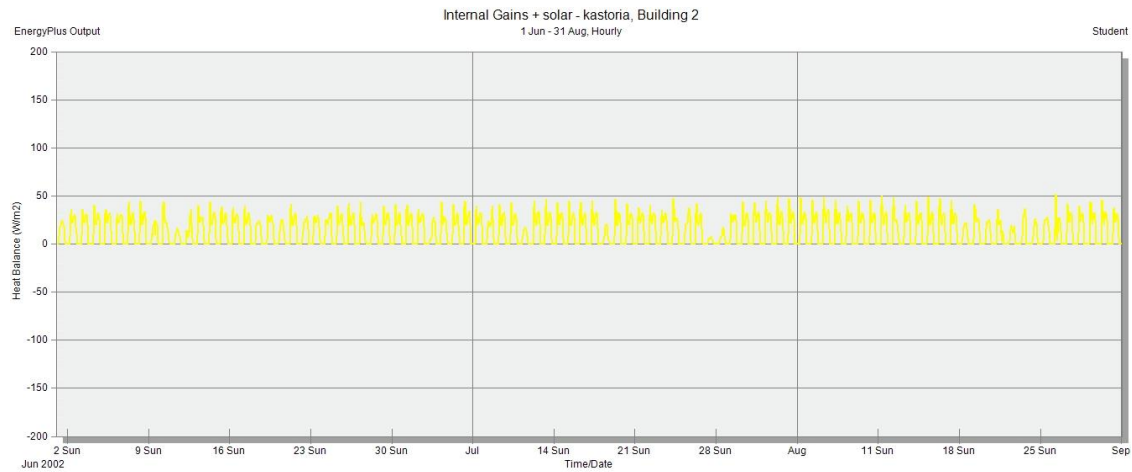


Σενάριο 2β

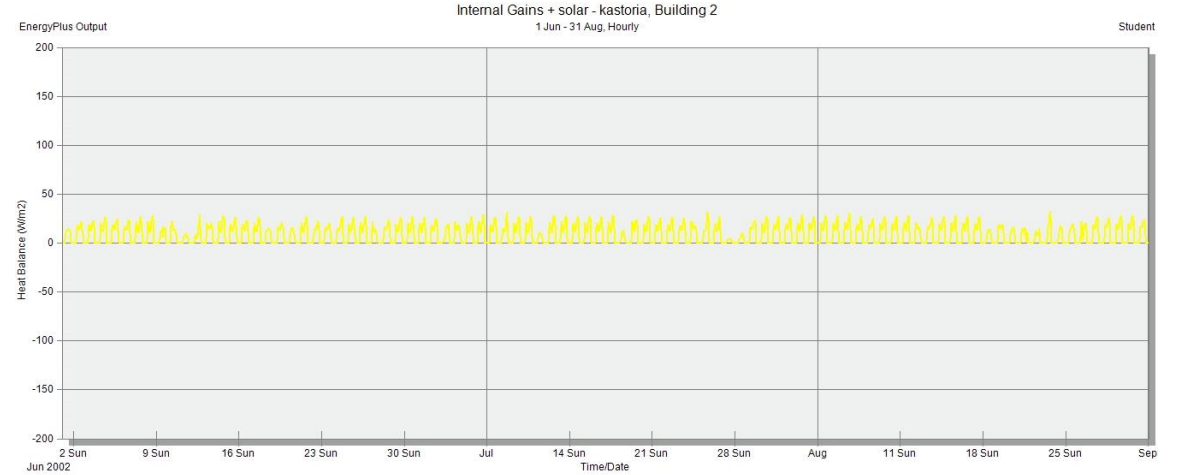
# Προσομοιώσεις Ηλιακά κέρδη (Ιούνιος έως Αύγουστος)



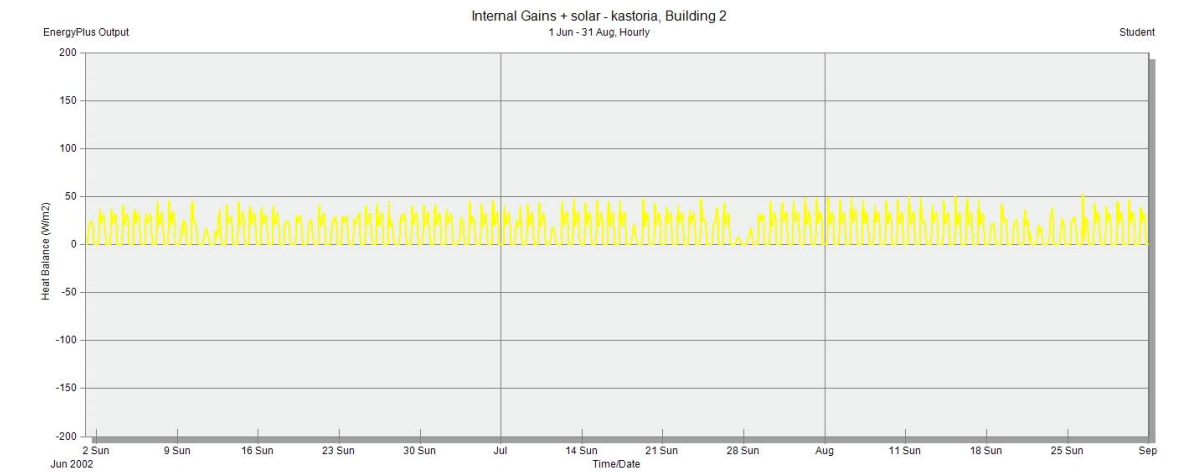
Σενάριο 0



Σενάριο 2α



Σενάριο 1



Σενάριο 2β

# Συμπεράσματα

## Ηλιακά Κέρδη

---

Συνολικά στο έτος παρατηρούμε ότι :

- Έχουμε έντονη αύξηση των ηλιακών κερδών μετά τη προσθήκη του ηλιακού χώρου (σενάριο 2)
- Η θερμομόνωση του κελύφους (διπλά υαλοστάσια) ίσως μειώνουν ελάχιστα τα ηλιακά κέρδη

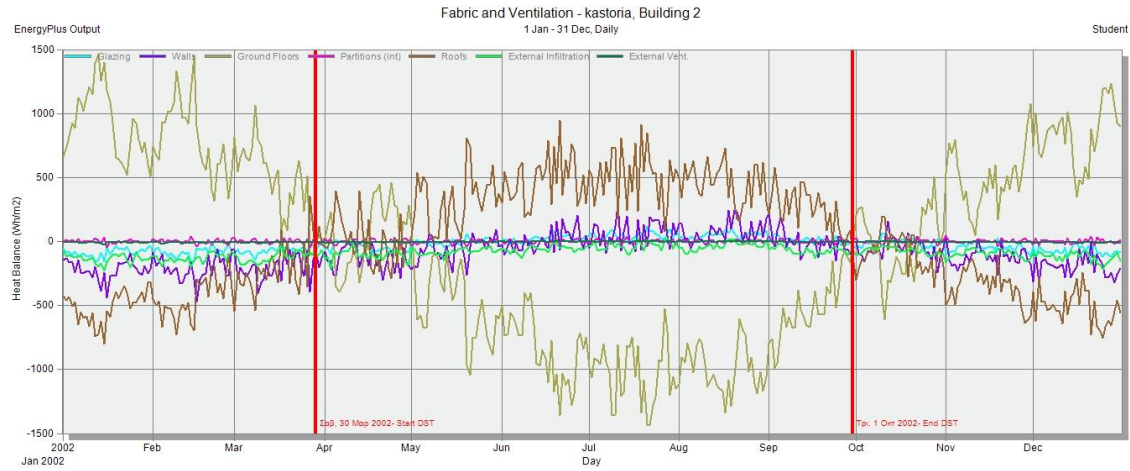
Το χειμώνα παρατηρούμε ότι :

- Παρατηρούμε σχεδόν διπλάσια ηλιακά κέρδη μετά τη προσθήκη του ηλιακού χώρου

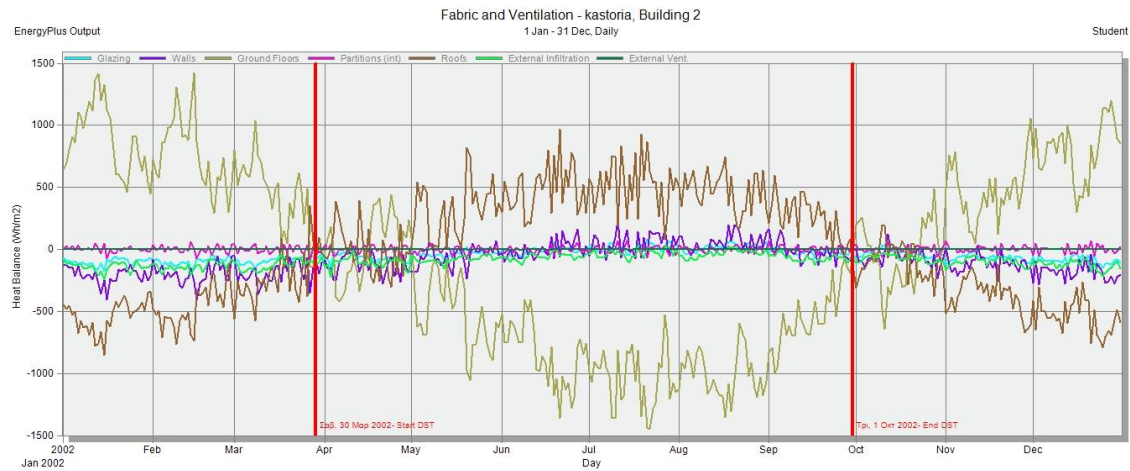
Το καλοκαίρι παρατηρούμε ότι :

- Παρατηρούμε και πάλι αύξηση των ηλιακών κερδών μετά τη προσθήκη του ηλιακού χώρου κάτι που πιθανόν να αυξάνει αρνητικά την εσωτερική θερμοκρασία
- Η παραπάνω παρατήρηση εύκολα αντιμετωπίζεται αν θερμομονωθεί ο διαχωριστικός τοίχος μεταξύ ηλιακού χώρου και καθιστικού και τα υαλοστάσια του ηλιακού χώρου παραμένουν ανοιχτά τους καλοκαιρινούς μήνες

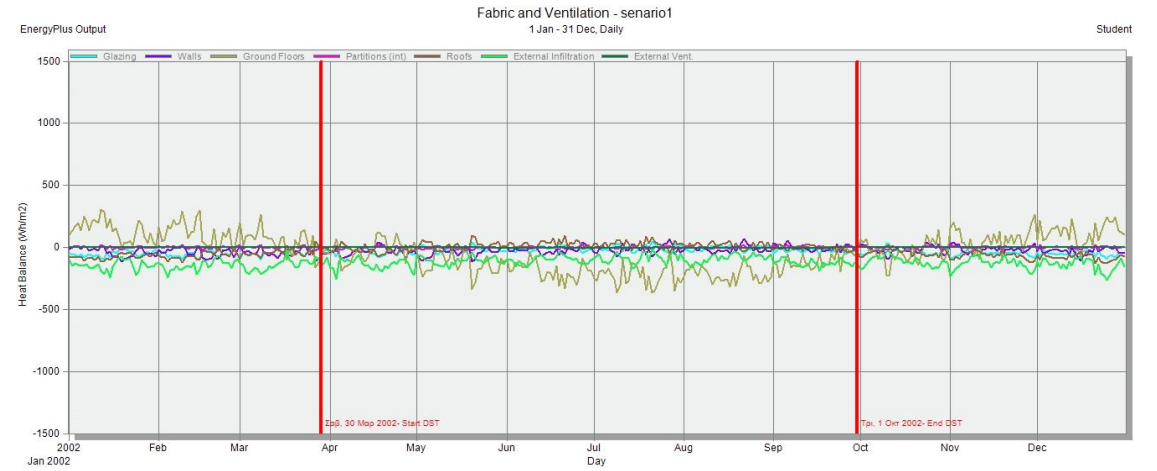
# Προσομοιώσεις Απώλειες (Όλο το έτος)



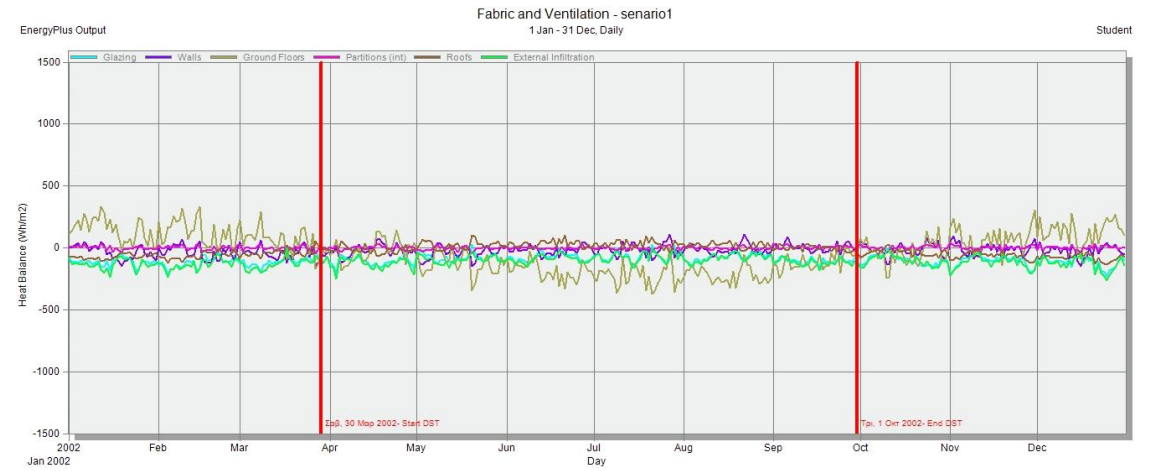
Σενάριο 0



Σενάριο 2α

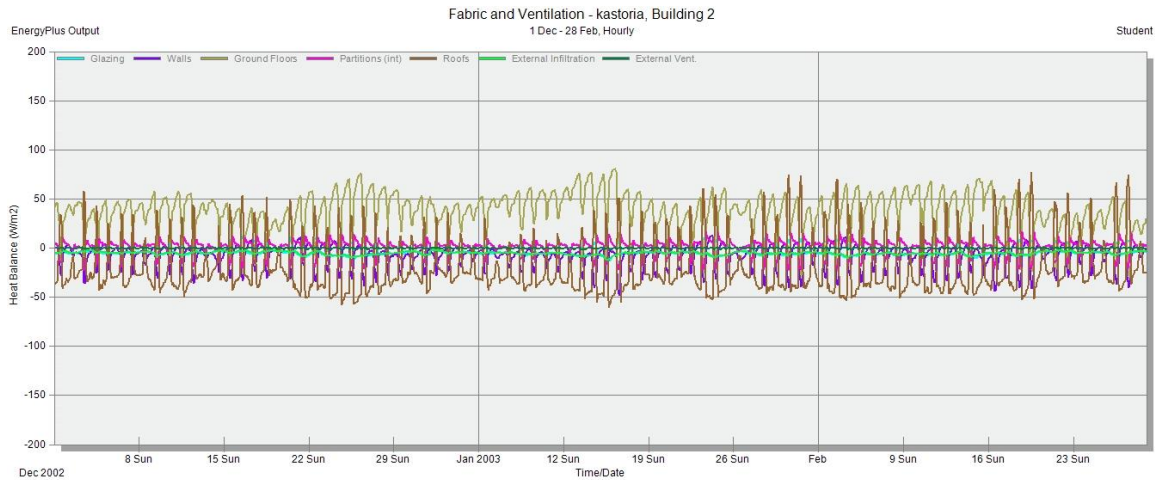


Σενάριο 1

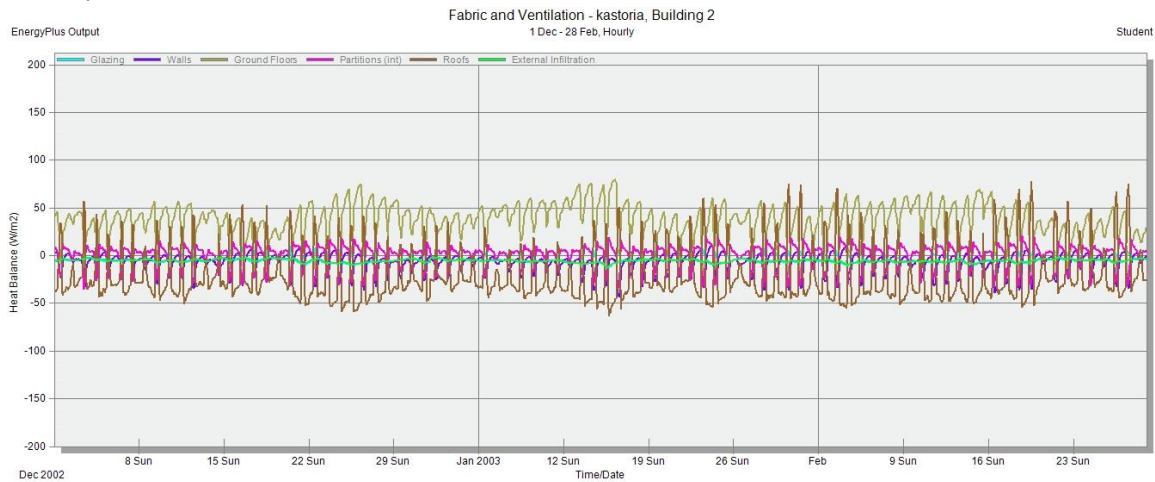


Σενάριο 2β

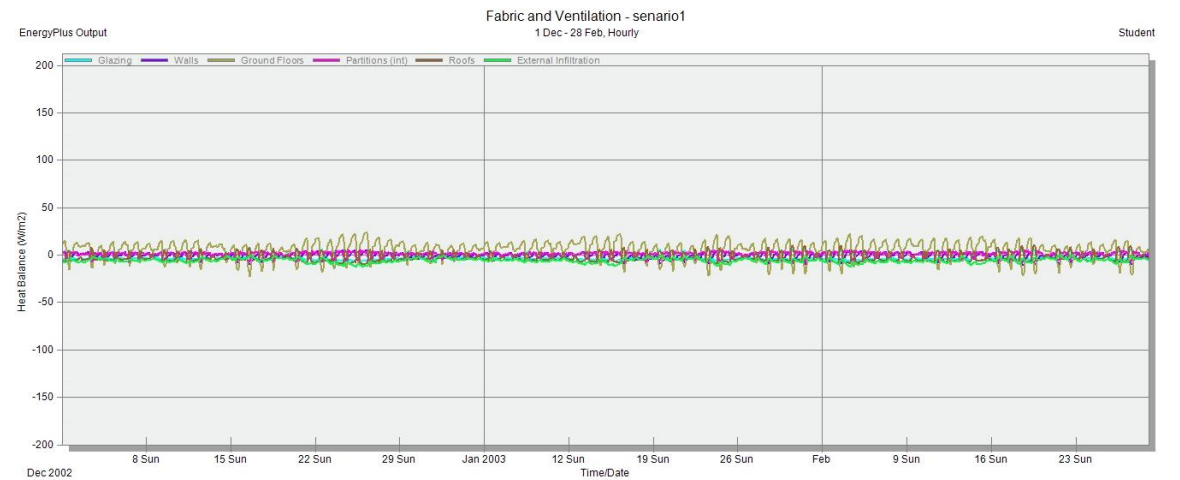
# Προσομοιώσεις Απώλειες (Δεκέμβριος έως Φεβρουάριος)



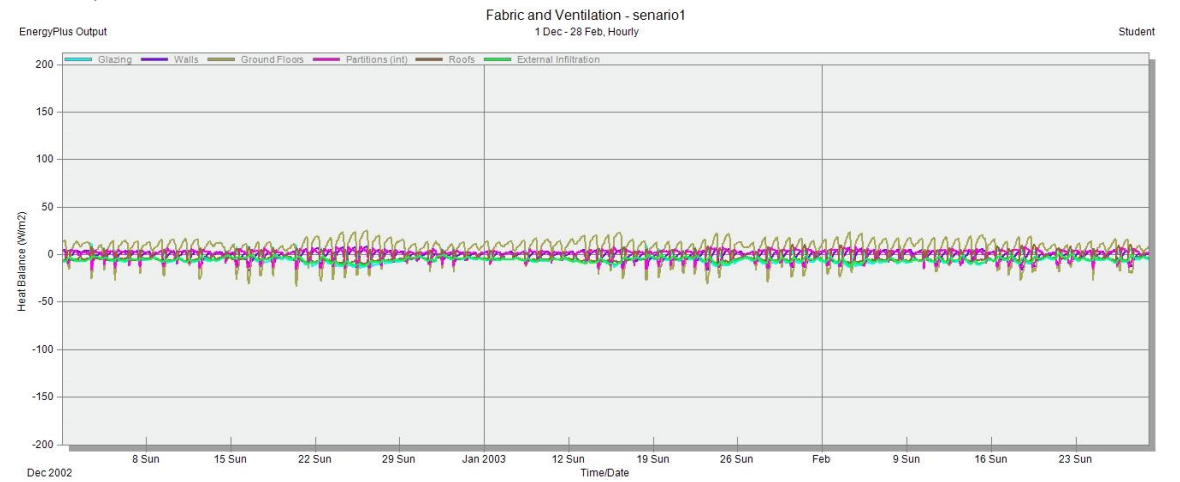
## Σενάριο 0



## Σενάριο 2α

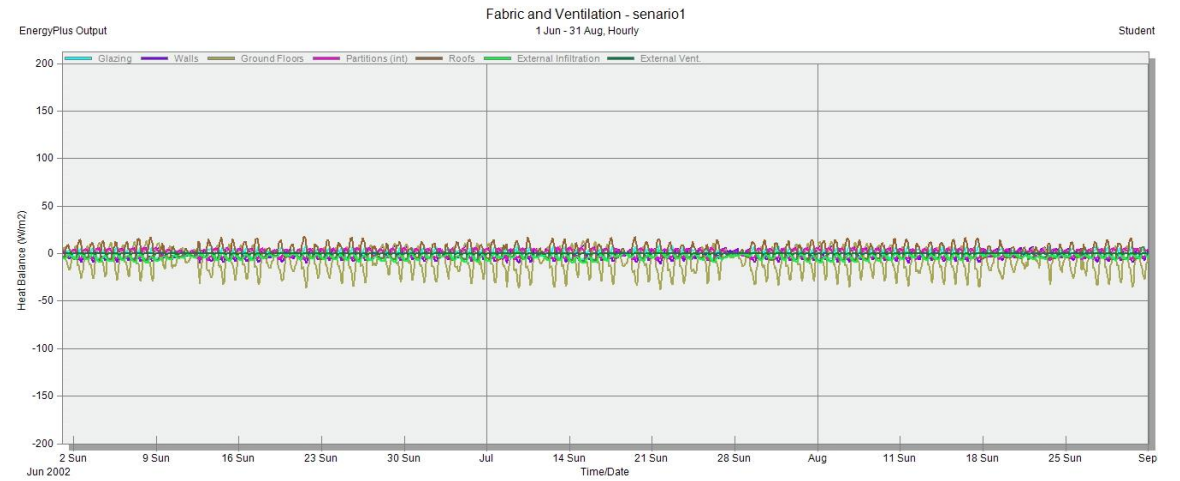
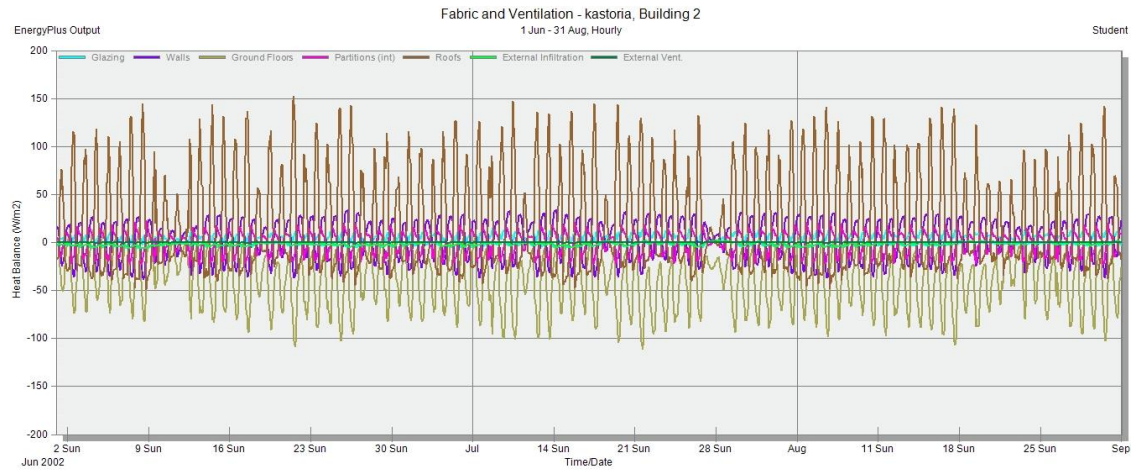


## Σενάριο 1

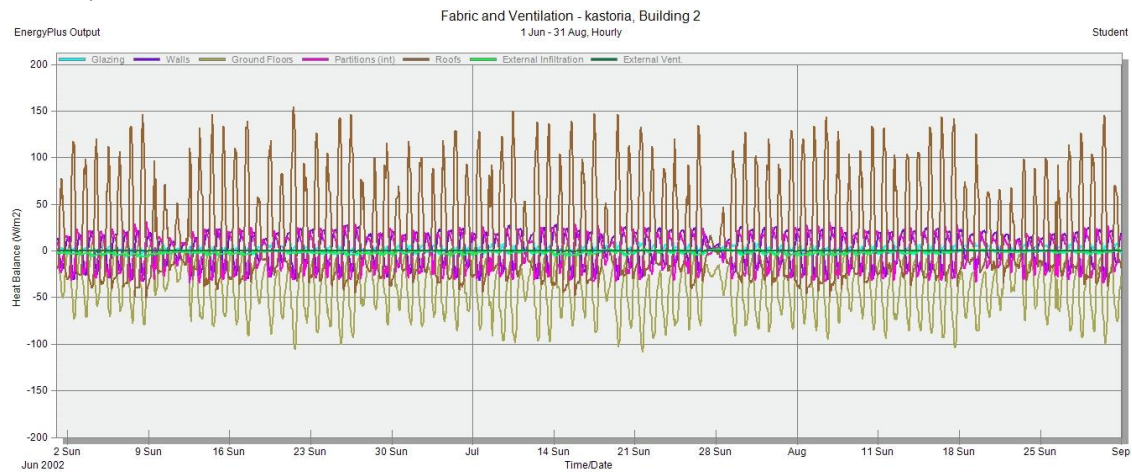


## Σενάριο 2β

# Προσομοιώσεις Απώλειες (Ιούνιος έως Αύγουστος)

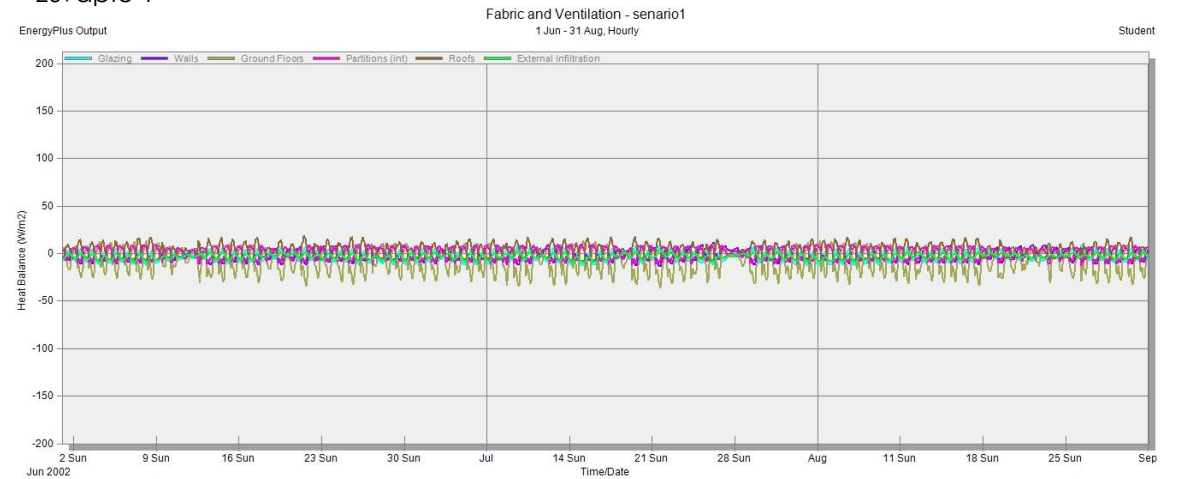


## Σενάριο 0



## Σενάριο 2α

## Σενάριο 1



## Σενάριο 2β

# Συμπεράσματα

## Απώλειες

---

Συνολικά στο έτος παρατηρούμε ότι :

- Κύριο πρόβλημα φαίνεται να αποτελεί το δώμα και έπειτα οι τοίχοι
- Αισθητή μείωση απωλειών από όλα τα στοιχεία του κελύφους
- Θετική επίδραση απωλειών από τη πλάκα επι εδάφους (και μείωση αυτής στα θερμομονωμένα κελύφη)
- Μετά την προσθήκη του ηλιακού χώρου δεν έχουμε μεγαλύτερες απώλειες από υαλοστάσια στα μη θερμομονωμένα κελύφη ενώ έντονότερη είναι η διαφορά στα θερμομονωμένα

Το χειμώνα παρατηρούμε ότι :

- Έντονη μείωση απωλειών από όλα τα στοιχεία του κελύφους όταν αυτό θερμομονώνεται
- Μικρή αύξηση απωλειών από υαλοστάσια μετά τη προσθήκη του ηλιακού χώρου

Το καλοκαίρι παρατηρούμε ότι :

- Μείωση των απωλειών από όλα τα στοιχεία του κελύφους
- Οι απώλειες από το δώμα δεν αποκτούν σε καμία περίπτωση αρνητικό πρόσημο στα θερμομονωμένα κελύφη και έτσι συμπεραίνουμε ότι δεν μπορούμε να εκμεταλλευτούμε την εκπομπή θερμότητας προς τον καθαρό νυχτερινό ουρανό

# Συμπεράσματα

## Συνολικά

---

- Η ισχυρή θερμομόνωση αποτελεί την αποτελεσματικότερη μέθοδο ενάντια στις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες της Καστοριάς τους χειμερινούς μήνες
- Οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν δεν επηρεάζουν ιδιαίτερα τις εσωτερικές συνθήκες τους καλοκαιρινούς μήνες χωρίς αυτό να αποτελεί πρόβλημα καθώς βρισκόμαστε ήδη στη ζώνη άνεσης
- Ο ηλιακός χώρος δεν φαίνεται να αποφέρει ιδιαίτερη βελτίωση στις εσωτερικές συνθήκες ίσως λόγω της υπερβολικής του σκίασης. Παρόλα αυτά αποτελεί έναν θερμό χώρο το χειμώνα που ίσως μπορεί 'σε κάποιες περιπτώσεις να λειτουργεί παθητικά
- Η θερμομόνωση της πλάκας επί εδάφους φαίνεται να έχει αρνητική επίδραση καθώς η σταθερή θερμοκρασία του σε σχέση με τις εξωτερικές συνθήκες επηρεάζει θετικά το εσωτερικό

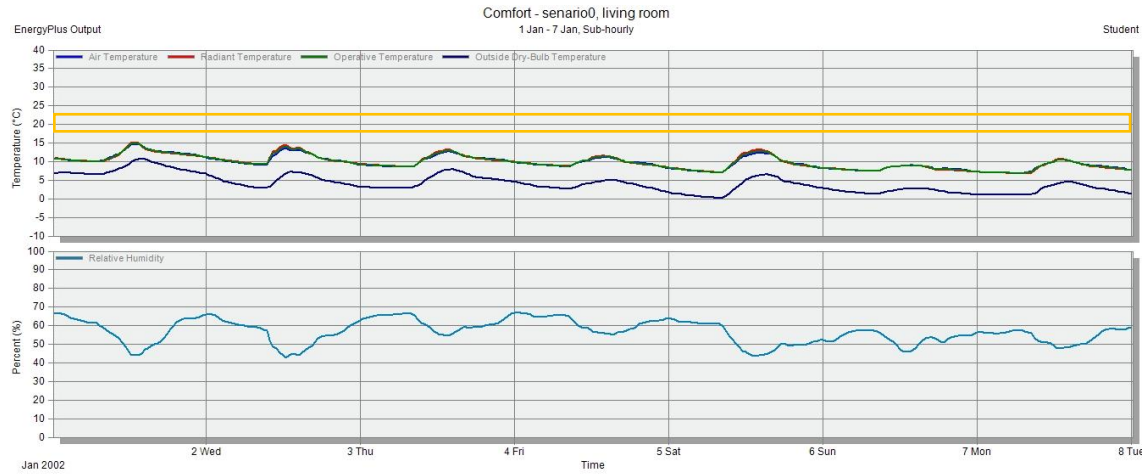
Περαιτέρω προτάσεις:

- Μικρότερη θερμομόνωση πλάκας επί εδάφους
- Μικρότερη σκίαση ηλιακού χώρου
- Φυσικός αερισμός το καλοκαίρι
- Σχεδιασμός του διαχωριστικού τοίχου μεταξύ ηλιακού χώρου και καθιστικού έτσι ώστε να κατανέμονται καλύτερα τα ηλιακά κέρδη που αποκομίζονται από τον πρώτο  
(Θεωρούμε λοιπόν μεγάλη ανοιχτή τζαμαρία μεταξύ καθιστικού και ηλιακού χώρου στο σενάριο 2, δηλαδή διαγράφουμε το partition, και πραγματοποιούμε προσομοιώσεις για την εβδομάδα 1 έως 7 Ιανουαρίου στο ενοποιημένο πια χώρο που παρουσιάζονται παρακάτω)

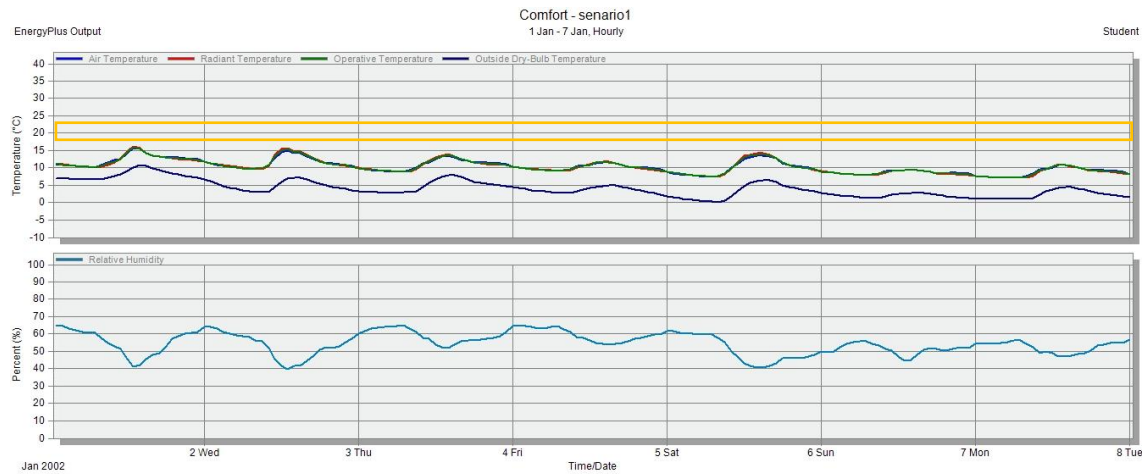


# Προσομοιώσεις στο καθιστικό-ηλιακό χώρο

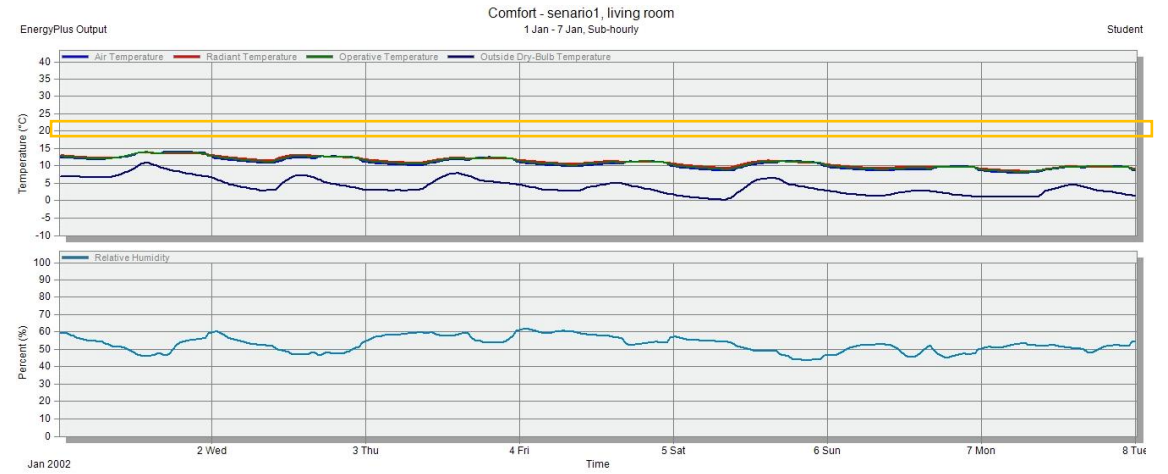
## Θερμοκρασία και Σχετική Υγρασία (1 έως 7 Ιανουαρίου)



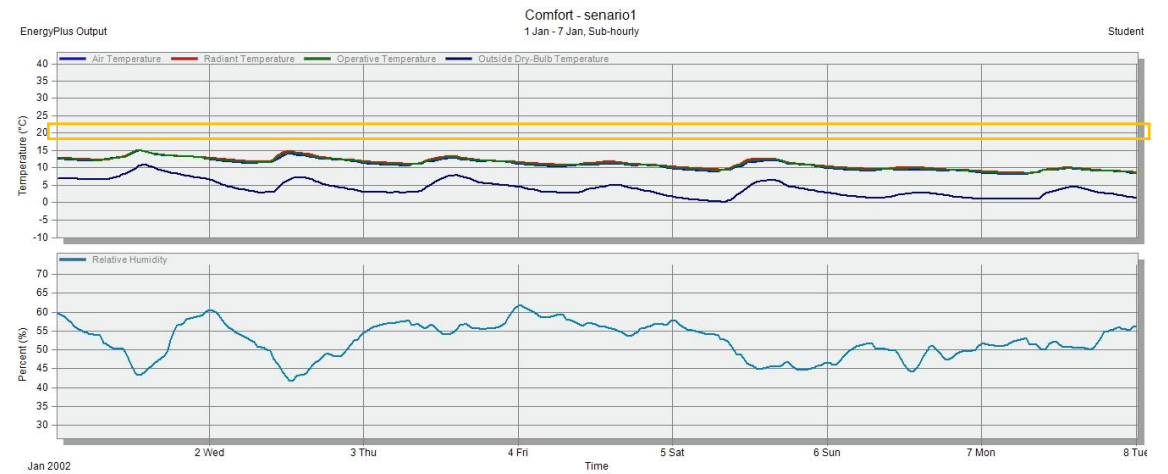
Σενάριο 0



Σενάριο 2α



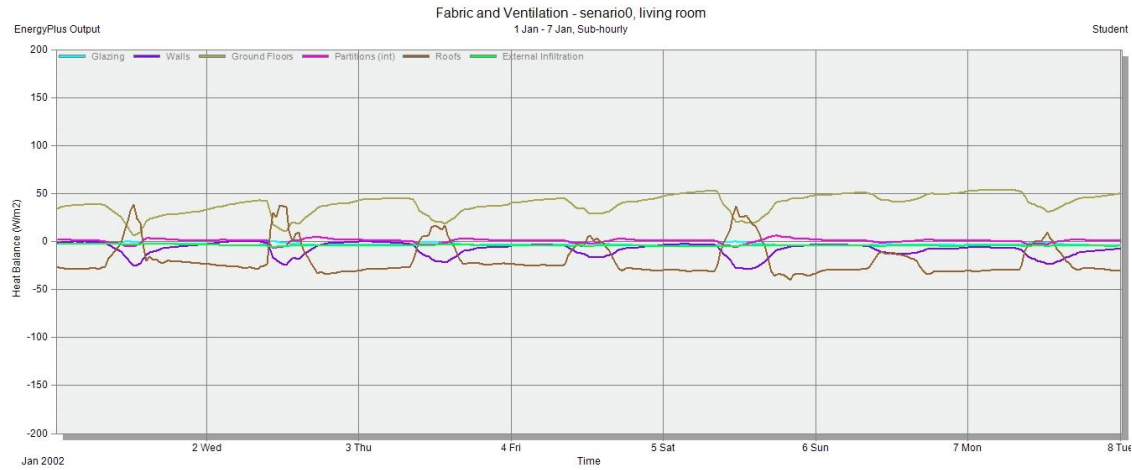
Σενάριο 1



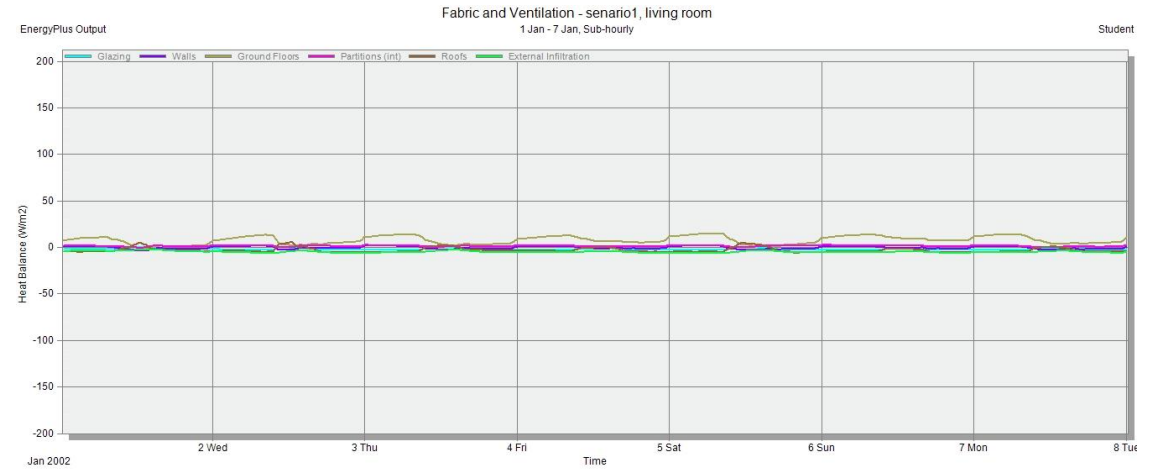
Σενάριο 2β

# Προσομοιώσεις στο καθιστικό-ηλιακό χώρο

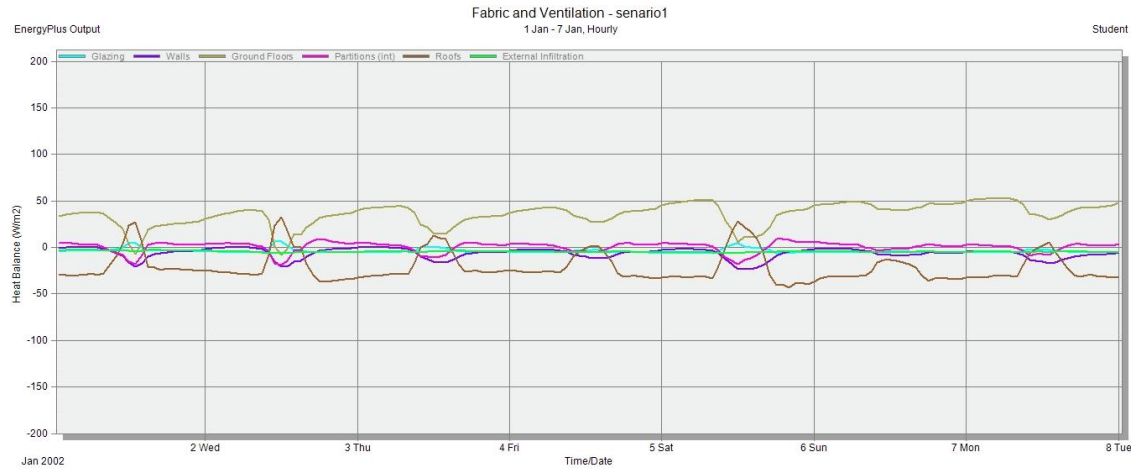
## Απώλειες (1 έως 7 Ιανουαρίου)



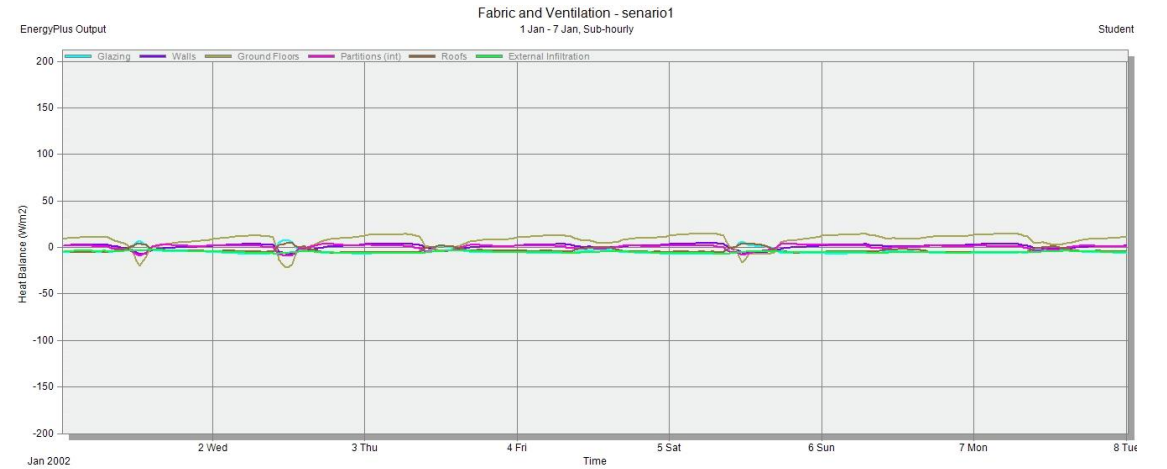
Σενάριο 0



Σενάριο 1



Σενάριο 2α



Σενάριο 2β

# Συμπεράσματα

## Για τον ηλιακό χώρο

---

- Η θερμοκρασία φαίνεται να ανεβαίνει με τη προσθήκη του ηλιακού χώρου κυρίως τις μεσημεριανές ώρες
- Η θερμομόνωση διατηρεί μία αρκετά σταθερή θερμοκρασία στο εσωτερικό το οποίο είναι βασικό τις νυχτερινές ώρες ενώ τις μεσημεριανές ώρες ίσως δεν επιτρέπει στον ηλιακό χώρο να αποδώσει το μέγιστο
- Παρατηρείται και πάλι ότι η σταθερή θερμοκρασία του εδάφους συμβάλει με θετικές προσόδους στα μη θερμομονωμένα κελύφη
- Από τα ωριαία δεδομένα παρατηρούμε ότι το δώμα συμβάλει θετικά τις μεσημεριανές ώρες ενώ έχει σημαντικές απώλειες τις νυχτερινές στα μη θερμομονωμένα κελύφη
- Με την προσθήκη του ηλιακού χώρου οι απώλειες από υαλοστάσια αυξήθηκαν ελάχιστα, κυρίως όταν υπάρχουν διπλά υαλοστάσια