



**ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ &
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

Τιμαγένης Δημήτρης

Περιεχόμενα

1. Κλιματική Ανάλυση	3 - 4
1.1 Βασικά Κλιματικά Δεδομένα	3
1.2 Ψυχομετρικό Διάγραμμα	4
1.3 Στόχοι Βιοκλιματικού Σχεδιασμού	4
2. Παρουσίαση Κτηρίου	5
2.1 Περιγραφή Σχεδιασμού	5
2.2 Υλικά Κατασκευής	5
3. Παρουσίαση Μοντέλου	6 - 7
3.1 Βήματα Κατασκευής	6
3.2 Παραδοχές Κατασκευής	7
4. Παρουσίαση Προσομοιώσεων	8 - 29
4.1 Παραδοχές Προσομοίωσης	8
4.2 Σενάριο 0 - Βασικό Μοντέλο	9
4.2.1 Υποθέσεις	9
4.2.2 Δεδομένα	9 - 10
4.2.3 Θερμική Άνεση	11
4.2.4 Εσωτερικά και Ηλιακά Κέρδη	12 - 13
4.2.5 Απώλειες και Πρόσοδοι	14
4.3 Σενάριο 1 - Θερμομονωμένο Μοντέλο	15
4.3.1 Υποθέσεις	15
4.3.2 Δεδομένα	15 - 16
4.3.3 Θερμική Άνεση	17
4.3.4 Εσωτερικά και Ηλιακά Κέρδη	18
4.3.5 Απώλειες και Πρόσοδοι	19
4.4 Σενάριο 2α - Βασικό Μοντέλο με φυτεμένο δώμα	20
4.4.1 Υποθέσεις	20
4.4.2 Δεδομένα	20 - 21
4.4.3 Θερμική Άνεση	22
4.4.4 Εσωτερικά και Ηλιακά Κέρδη	23
4.4.5 Απώλειες και Πρόσοδοι	24
4.5 Σενάριο 2β - Θερμομονωμένο Μοντέλο με φυτεμένο δώμα	25
4.5.1 Υποθέσεις	25
4.5.2 Δεδομένα	25 - 26
4.5.3 Θερμική Άνεση	27
4.5.4 Εσωτερικά και Ηλιακά Κέρδη	28
4.5.5 Απώλειες και Πρόσοδοι	29
5. Συμπεράσματα	30
5.1 Θερμική Άνεση	30
5.2 Εσωτερικά και Ηλιακά Κέρδη	31
5.3 Απώλειες και Πρόσοδοι	32
6. Βιβλιογραφία	33

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

Ειδικά Θέματα Βιοκλιματικού
& Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού

Σπουδαστής
Δημήτρης Τιμαγένης
ar14206

Υπ. Καθηγητές
Ελένη Αλεξάνδρου
Φλώρα Μπουγιατιώτη
Μιλτιάδης Κατσαρός

Ιούνιος 2017

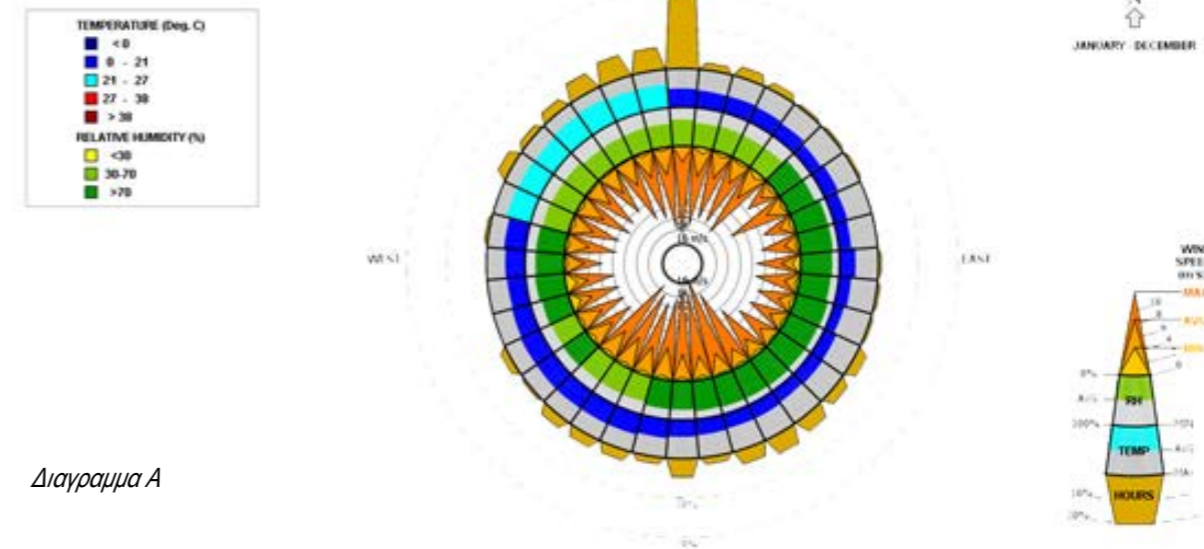
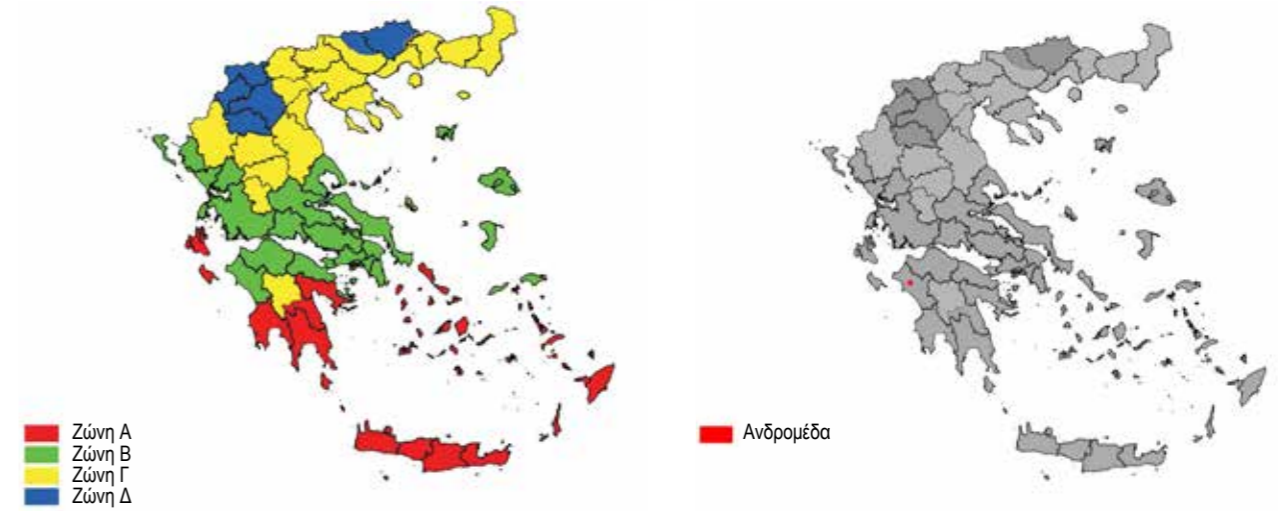
1.Κλιματική Ανάλυση

1.1 Βασικά Κλιματικά Δεδομένα

Η περιοχή η οποία επιλέχθηκε να μελετηθεί η κατοικία είναι η Ανδραβίδα. Βρίσκεται στην Πελοπόννησο στον νομό Ηλείας ο οποίος υπάγεται στην κλιματική ζώνη Β της Ελλάδος.

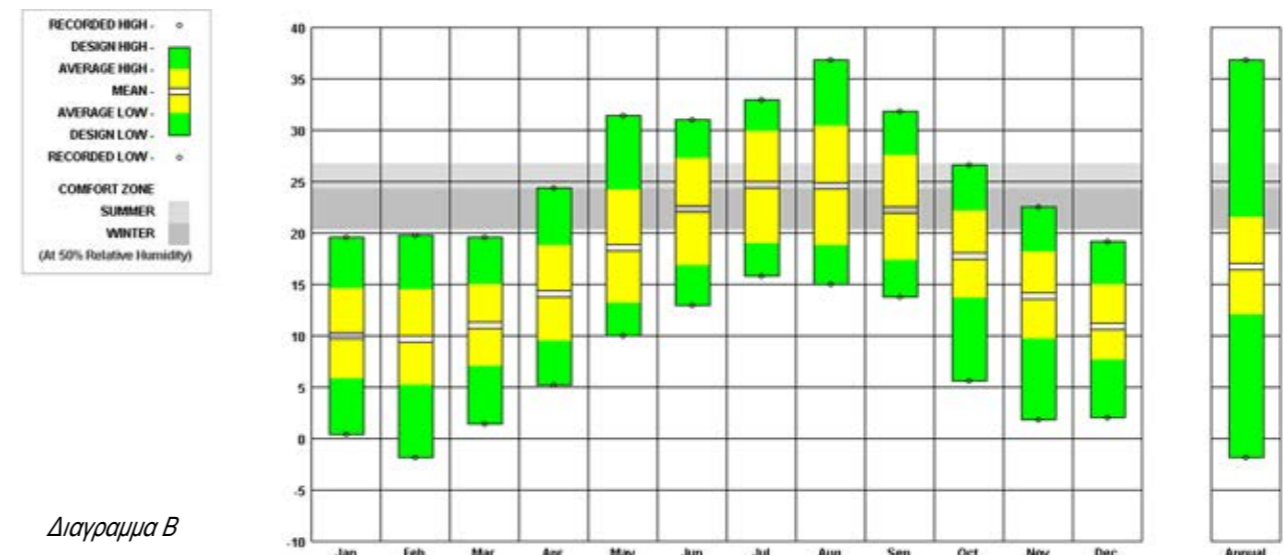
Στο διάγραμμα Α παρατηρούμε πως οι συχνότεροι άνεμοι έρχονται από τον βορρά. Ωστόσο παρατηρούμε πως η περιοχή δέχεται τους ισχυρότερους ανέμους και από το βορρά αλλά και από το νότο. Επιπλέον παρατηρούμε πως η σχετική υγρασία του βορειοδυτικού αέρα κυμαίνεται στα 30-70% (επιθυμητή τιμή), ενώ οι νοτιοανατολικοί έχουν >70% υγρασία.

Στο διάγραμμα Β εμφανίζεται η θερμοκρασικές τιμές ανά μήνα. Βλέπουμε λοιπόν πως η υψηλότερη θερμοκρασία στην Ανδραβίδα μπορεί να είναι 37 περίπου βαθμούς κελσίου (το μήνα Αύγουστο) ενώ η χαμηλότερη -2 βαθμούς κελσίου (το μήνα Φεβρουάριο). Επίσης παρατηρούμε πως μόνο οι μήνες από Απρίλιο μέχρι Νοέμβριο έχουν θερμοκρασίες που βρίσκονται εντός της ζώνης άνεσης.



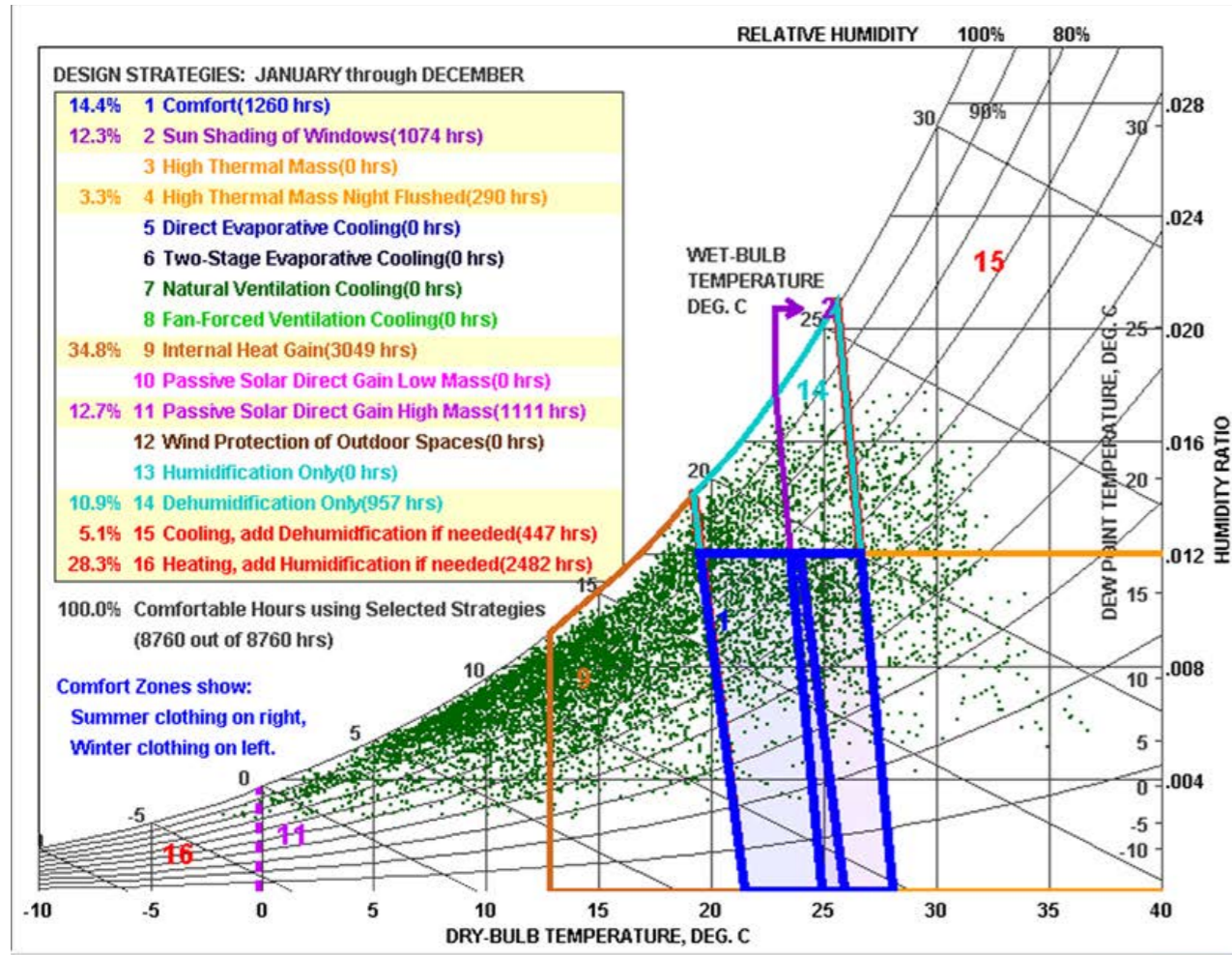
Διαγραμμα Α

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜ-ΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m².K)]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U_D	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_W	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	U_{DL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U_G	1,20	0,90	0,75	0,70



Διαγραμμα Β

1.2 Ψυχομετρικό Διάγραμμα



Ψυχομετρικό Διαγραμμα Ανδραβίδας

Το ψυχομετρικό διάγραμμα αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Επί της ουσίας μας δείχνει ποιες στρατηγικές μπορούμε να ακολουθήσουμε προκειμένου να πετύχουμε να βρισκόμαστε εντός της ζώνης άνεσης τις διαφορετικές εποχές του έτους.

Τα πράσινα σημεία αποτελούν τις τιμές υγρασίας και θερμοκρασίας που επικρατούν στην περιοχή κατά τη διάρκεια του χρόνου.

Όλα τα περιγράμματα και τα στοιχεία τα οποία βρίσκονται αριστερά της μπλέ ζώνης (ζώνης άνεσης) αποτελούν τις στρατηγικές που θα ήταν καλό να ακολουθήσουμε κατά την χειμερινή περίοδο προκειμένου να επεκταθεί η ζώνη άνεσης και στις χαμηλότερες θερμοκρασίες, ενώ όσα περιγράμματα βρίσκονται δεξιά αντιστοιχούν στις στρατηγικές που θα ακολουθούσαμε την θερινή περίοδο.

Παραδείγματος χάρι η στρατηγική 9 (■), η οποία αποτελεί αύξηση των εσωτερικών θερμικών κερδών, θα μπορούσε να διευρύνει την ζώνη άνεσης κατά 8°C χαμηλότερα απ'ότι είναι τώρα. Η στρατηγική 4 (■) προτείνει την αποβολή της θερμικής μάζας των δομικών στοιχείων τις θερινές περιόδους, για την διεύρυνση της ζώνης θερμικής άνεσης δεξιά.

1.3 Στόχοι Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Κύριος στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι αφενός η εξοικονόμηση ενέργειας και αφετέρου η υιοθέτηση μια λογικής σχεδιασμού η οποία ανταποκρίνεται άμεσα στις εποχιακές μεταβολές του κλίματος. Επιπλέον η εξοικονόμηση χρήματος για τους χρήστες των κτηρίων και η ένταξη ανανεώσιμων στην σύνθεση αποτελούν βασικό σκοπό. Προκειμένου να επιτευχθούν τα ανωτέρω είναι σημαντικό να τεθούν κάποιες θεμελιώδεις αρχές σχεδιασμού οι οποίες θα πλαισιώσουν την μέγιστη ενεργειακή λειτουργία του εκάστοτε κτηρίου.

1. Η χωροθέτηση του κτηρίου και η τοποθέτηση του εντός του οικοπέδου οφείλει να έχει άμεση σχέση με τον προσανατολισμό καθώς και τις επιπτώσεις που προκαλούν στην βιοκλιματική λειτουργία τα γύρω κτήρια

2. Η οργάνωση των εσωτερικών χώρων πρέπει να είναι τέτοια ώστε να εξυπηρετεί τις χρήσεις και να συνδέεται με τον προσανατολισμό. Έτσι, μια αποθήκη θα ήταν καλύτερα να τοποθετηθεί στον βορρά όπου υπάρχει μικρότερη ποσότητα φωτισμού, και στο νότο να τοποθετηθεί κάποιος χώρος όπου θα μας βόλευε να έχει περισσότερο φως (π.χ χώρος διημέρευσης).

3. Οι διαστάσεις των χώρων πρέπει να εξυπηρετούν στη διέλευση του φωτός καθώς και στον βέλτιστο αερισμό. Π.χ ένας χώρος βαθύς αλλά χαμηλός, δεν επιτρέπει στο φως να φτάσει σε όλα τα σημεία, ενώ με μεγαλύτερο ύψος υπάρχει η δυνατότητα διείσδυσης των ηλιακών ακτίνων.

4. Η τοποθέτηση των ανοιγμάτων καθώς και οι διαστάσεις τους αποτελούν πιθανώς την κρίσιμότερη απόφαση στο σχεδιασμό. Γενικότερα η πρόθεση είναι να υπάρχει μέγιστο ηλιακό και θερμικό κέρδος το χειμώνα, ταυτόχρονα όμως το καλοκαίρι να μην υπάρχει δυσλειτουργία στη χρήση (θάμπωμα) ή υπερθέρμανση του χώρου. Επιπροσθέτως οι σχέσεις μεταξύ των παραθύρων ρυθμίζουν και τον αερισμό του χώρου, γεγονός το οποίο καθιστά την τοποθέτησή τους ακόμη σημαντικότερη.

2. Παρουσίαση Κτηρίου

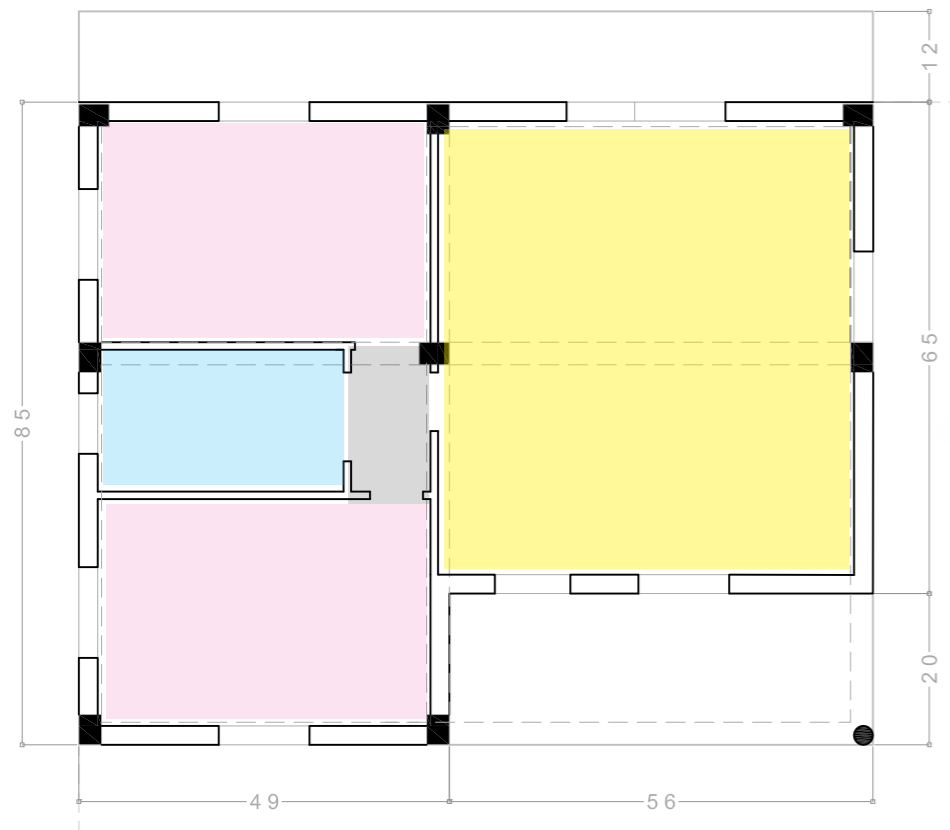
2.1 Περιγραφή Σχεδιασμού

Το κτήριο το οποίο θα μελετηθεί αποτελεί ισόγεια κατοικία με δώμα και ημιυπαίθριο χώρο χρονολογίας 1950-1980 και εμβαδού 78,05 μ².

Διαθέτει δύο υπνοδωμάτια (), ένα μπάνιο (), ένα χόλ () και έναν χώρο διημέρευσης ().

Όλοι οι χώροι έχουν επαφή με τον νότο, ωστόσο ο χώρος διημέρευσης και ένα υπνοδωμάτιο έχουν και βορινό προσανατολισμό.

Τα ανοίγματα έχουν ίδιες σχετικά αναλογίες σε όλες τις όψεις του κτηρίου. Το μέγεθος τους είναι συμβατό για όσα βρίσκονται στον βορρά. Ωστόσο τα ανοίγματα που βρίσκονται νότια θα μπορούσαν πιθανώς να έχουν μεγαλύτερο άνοιγμα ώστε να αυξηθεί το ηλιακό κέρδος το χειμώνα.



Κάτοψη
Κλίμακας 1:100

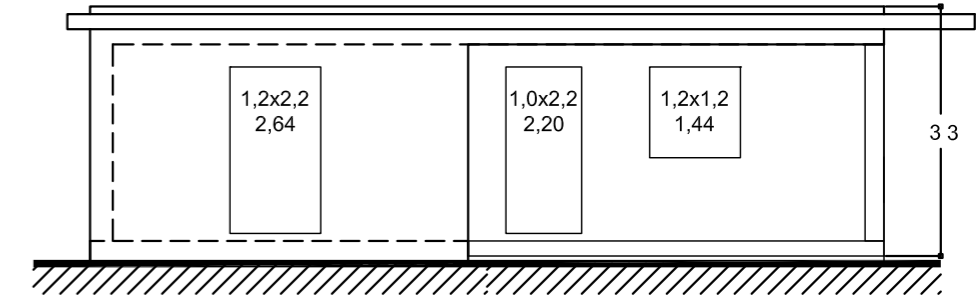
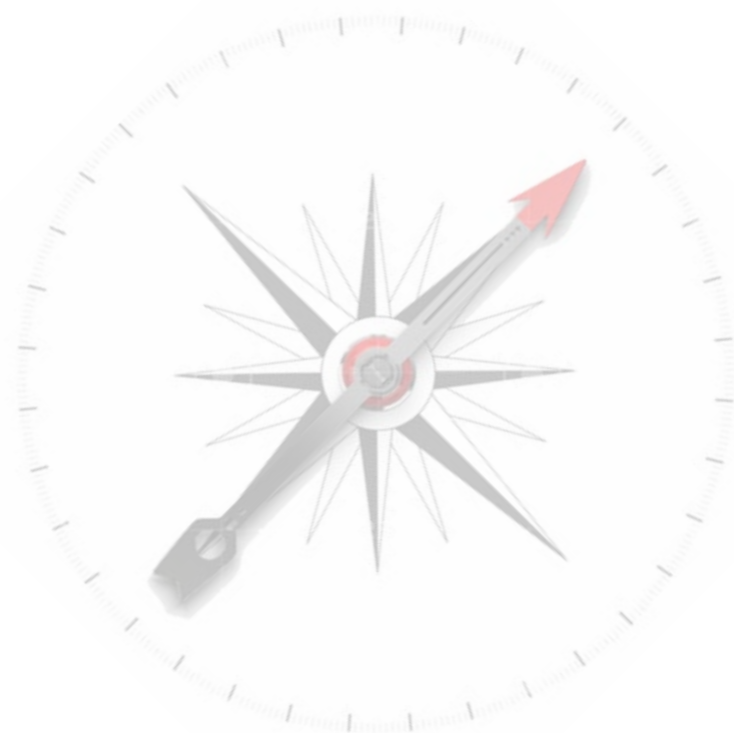
2.2 Υλικά Κατασκευής

Ο φέροντες τοίχοι είναι κατασκευασμένοι από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 25 εκατοστών το οποίο εξωτερικά και εσωτερικά είναι επενδεδυμένο με ασβεστοσιμεντοκονίαμα.

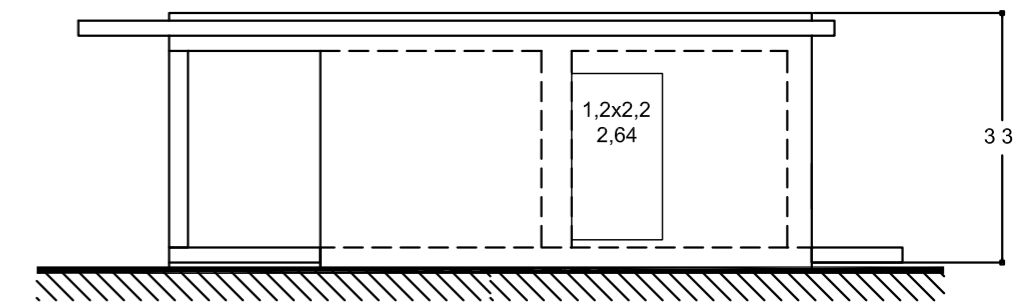
Τα στοιχεία πλήρωσης αποτελούνται από διάτρητη μπατική οπτοπλινθοδομή πάχους 19 εκατοστών. επενδεδυμένη επίσης με ασβεστοσιμεντοκονίαμα.

Η πλάκα του δώματος είναι 10 εκατοστά και επενδύεται από κάτω με ασβεστοσιμεντοκονίαμα. Από πάνω υπάρχουν 8 εκατοστά γαρμπιλόδεμα και ως τελική στρώση έχει τοποθετηθεί μωσαικό 3 εκατοστών.

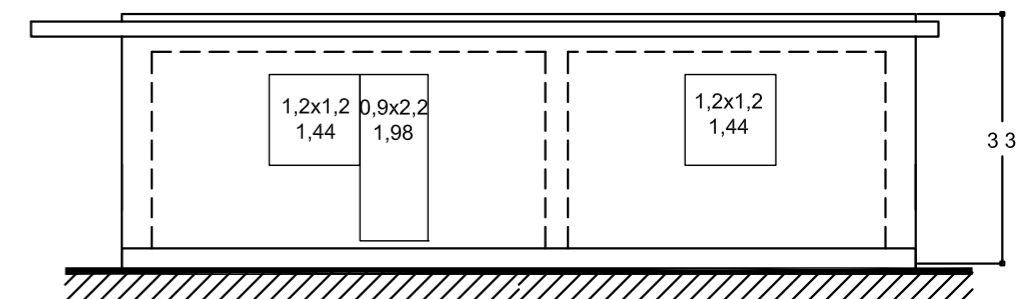
Το πάτωμα έχει πλάκα 13 εκατοστών η οποία από πάνω έχει 5 εκατοστά γαρμπιλόδεμα και 3 εκατοστά μωσαικό.



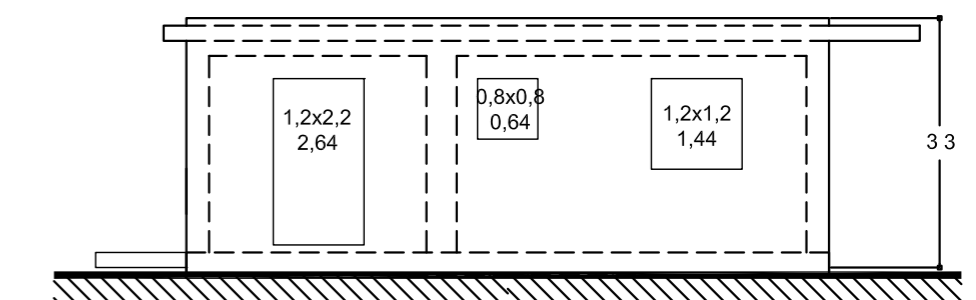
Νοτιοανατολική Όψη
Κλίμακας 1:100



Βόριοανατολική Όψη
Κλίμακα 1:100



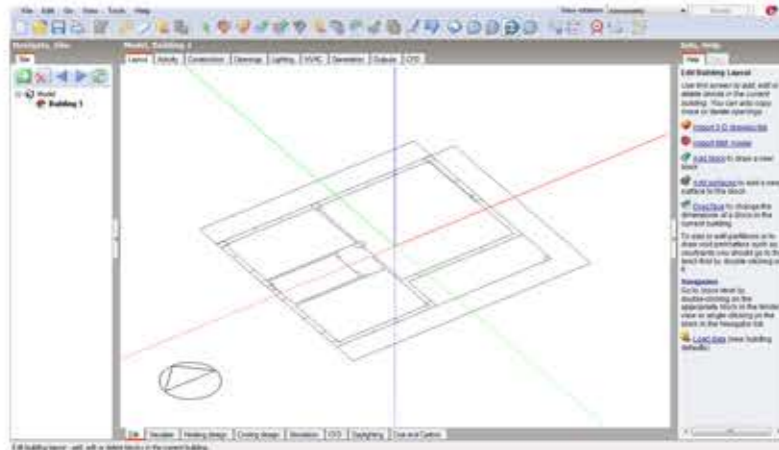
Βόριοδυτική Όψη
Κλίμακα 1:100



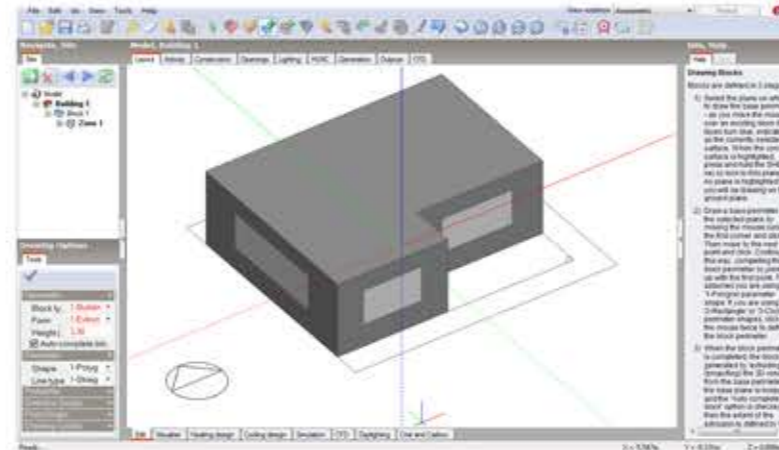
Νοτιοδυτική Όψη
Κλίμακα 1:100

3. Παρουσίαση Μοντέλου

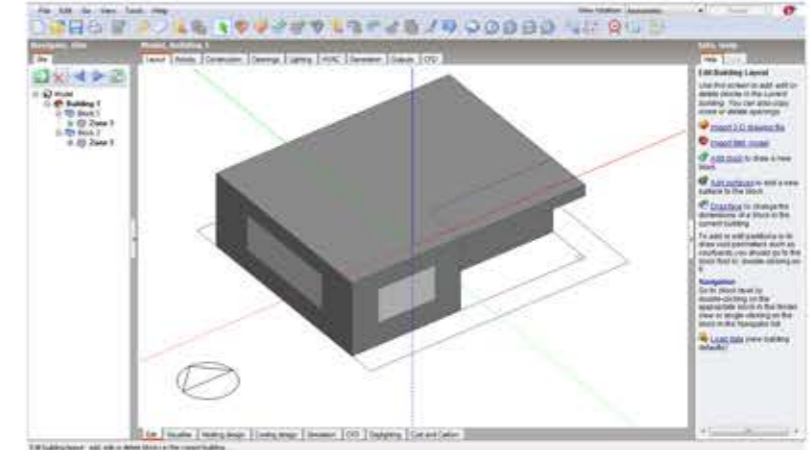
3.1 Βήματα Κατασκευής



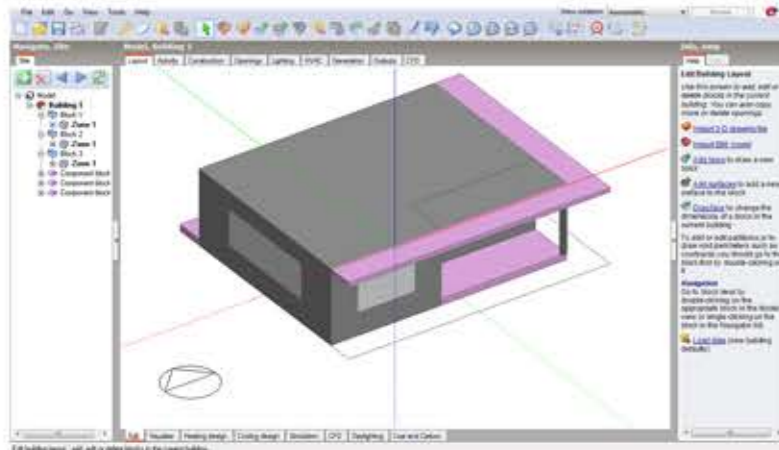
Εισαγωγή κάτοψης στο πρόγραμμα



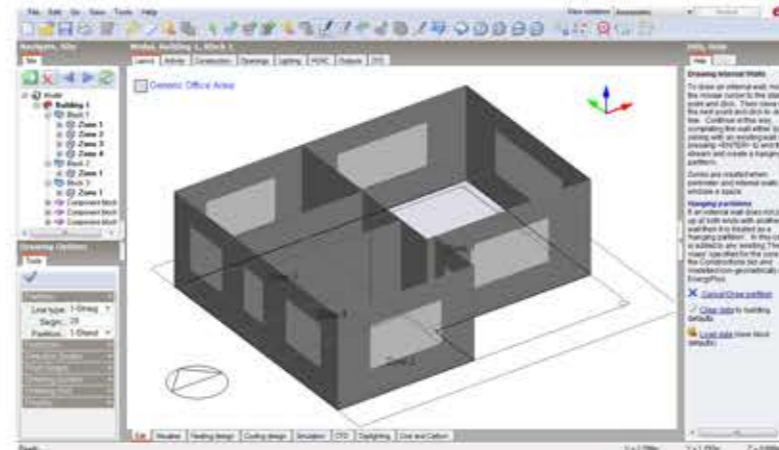
Εξώθηση εξωτερικών τοίχων



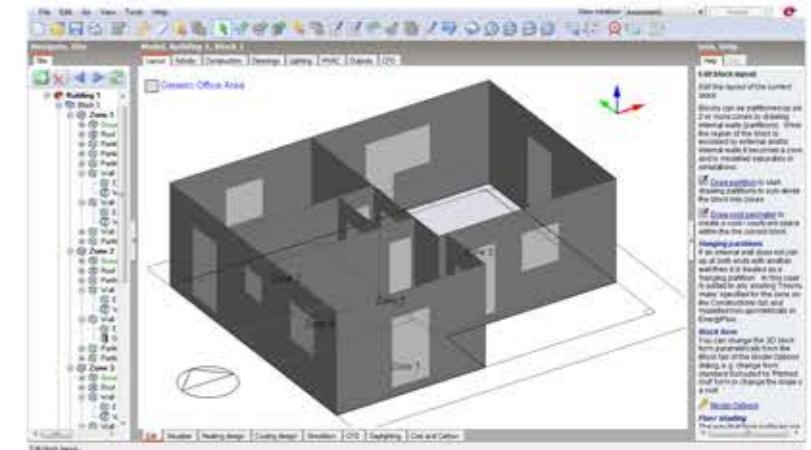
Ολοκλήρωση εξωτερικού κελύφους



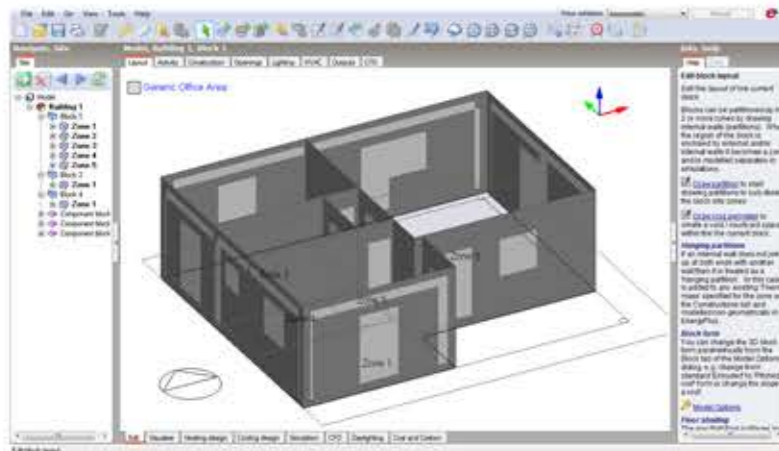
Προσθήκη δευτερευόντων στοιχείων



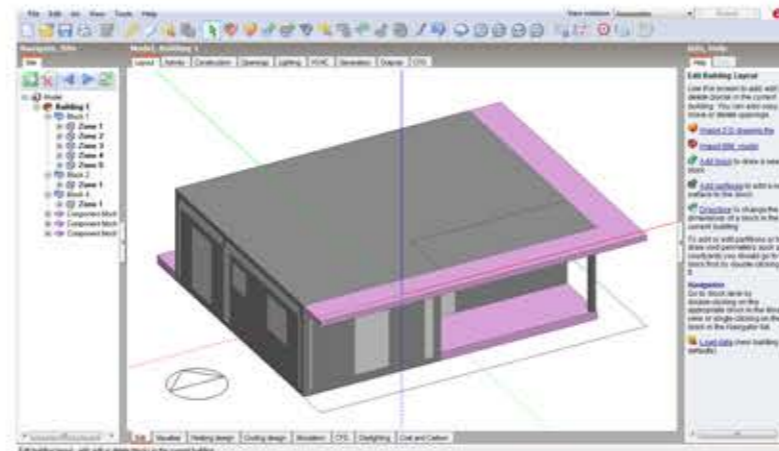
Δημιουργία εσωτερικών χωρισμάτων



Ρύθμιση εσωτερικών - εξωτερικών ανοιγμάτων

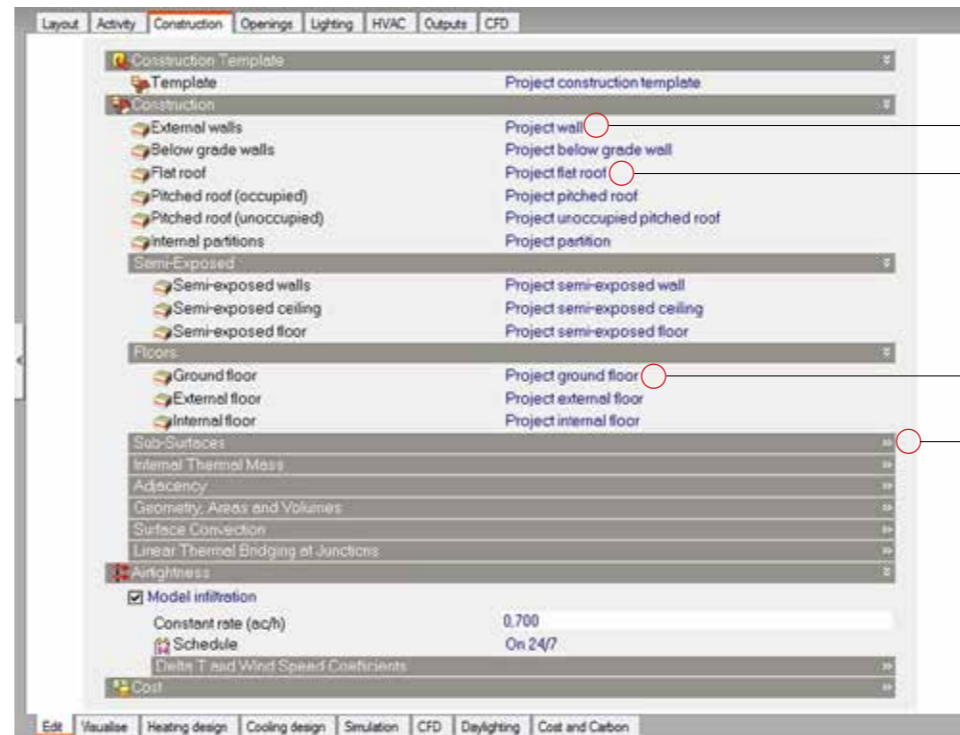


Ρύθμιση φέροντα οργανισμού



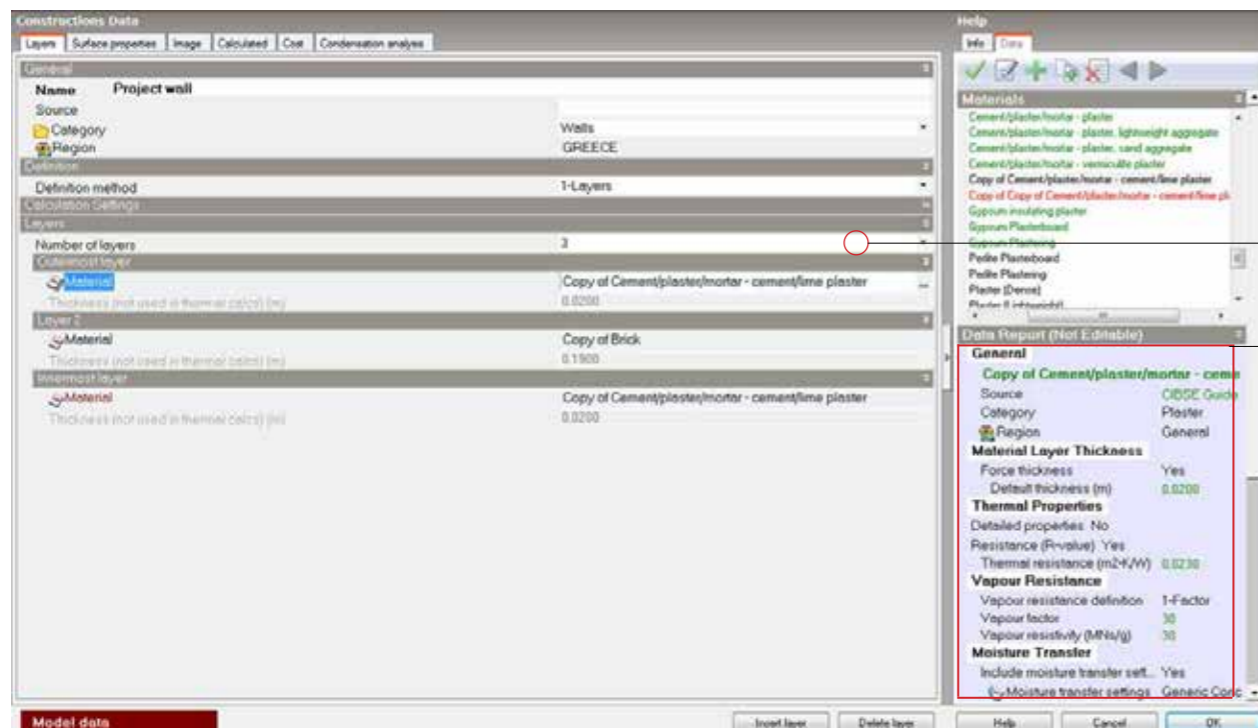
Τελικό μοντέλο

3.2 Παραδοχές Κατασκευής



Μετά την κατασκευή του βασικού μοντέλου ακολουθεί η εισαγωγή των υλικών στο πρόγραμμα. Τα υλικά τα οποία τοποθετούνται σε κάθε σημείο του κελύφους εξαρτώνται από το κάθε σενάριο που γίνεται η ανάλυση. Έτσι έχουμε υλικά τα οποία διαφοροποιούνται:

- Στους τοίχους όπου έχουμε στοιχεία πληρώσεως
- Στο δώμα
- Στο δάπεδο
- Στους τοίχους όπου έχουμε τον φέροντα οργανισμό



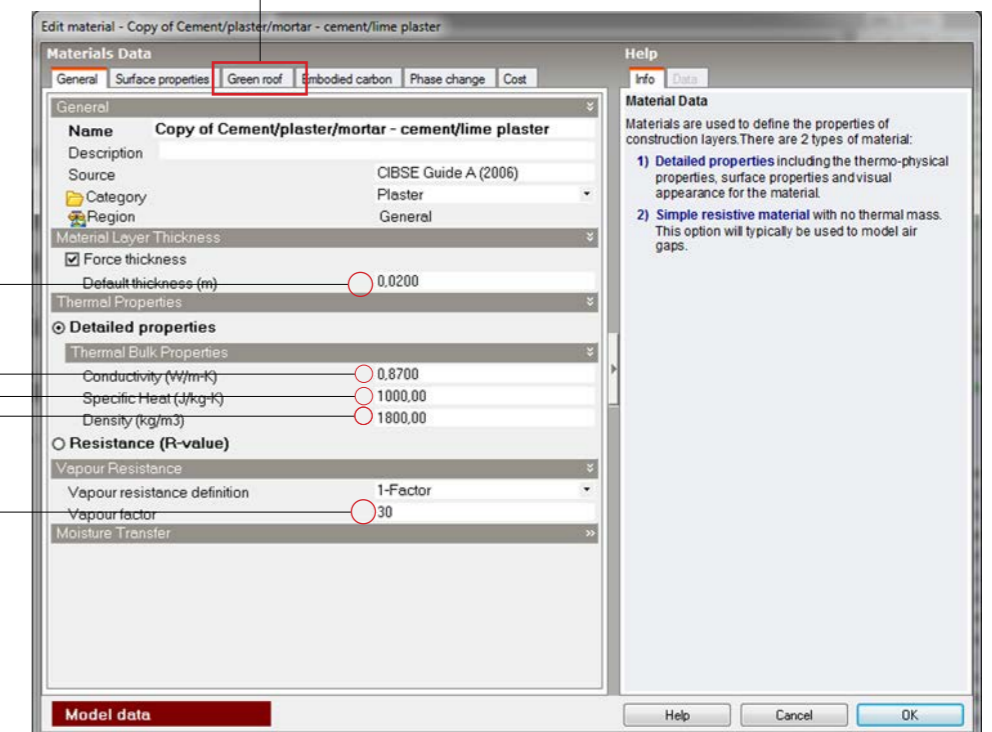
Το πρόγραμμα διαθέτει ενσωματωμένη βιβλιοθήκη όπου υπάρχουν κάποια προεπιλεγμένα υλικά. Στο πρώτο στάδιο ρυθμίζονται οι στρώσεις των υλικών που αποτελούν το εκάστοτε κομμάτι του κτηρίου. Έπειτα γίνεται η επιλογή του υλικού ανάλογα με τα δεδομένα του κάθε σεναρίου.

Περιγραφή των στοιχείων του κάθε υλικού

Στην περίπτωση όπου επιθυμούμε φυτεμένο δώμα ενεργοποιούμε την επιλογή και ρυθμίζουμε τα στοιχεία του παθητικού συστήματος.

Πέραν των υλικών της βιβλιοθήκης μπορεί να υπάρξει και διαμόρφωση τους ή δημιουργία νέου. Αυτό είναι εφικτό εάν επηρεαστούν οι παράμετροι των στοιχείων.

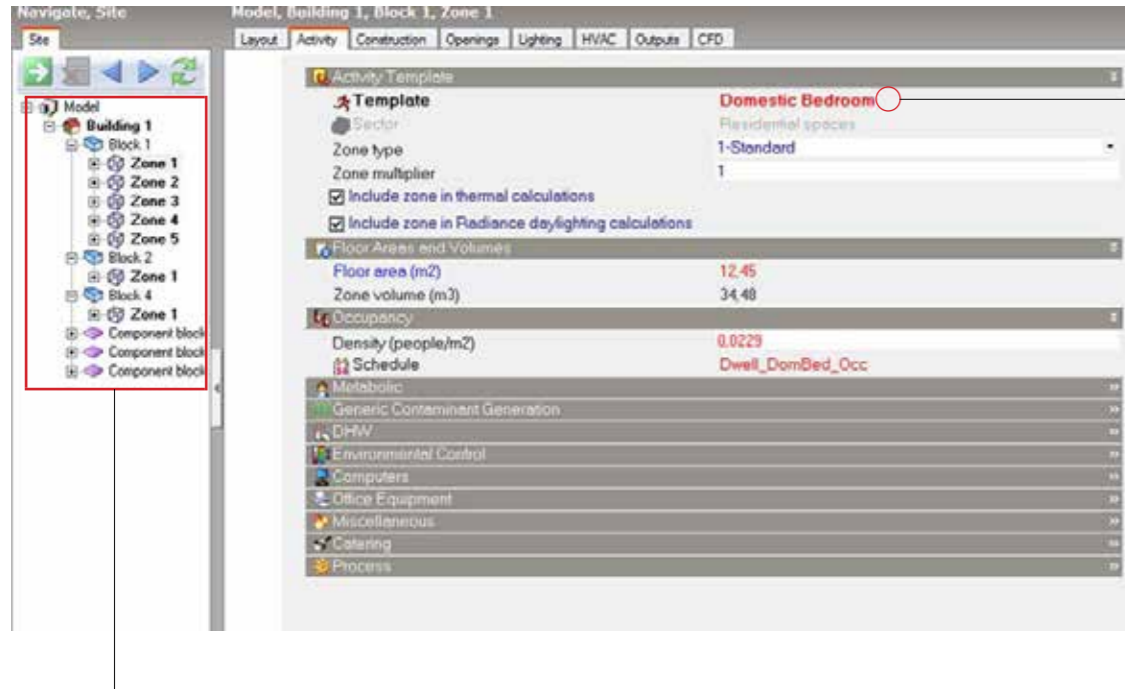
- Πάχος υλικού d
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ
- Ειδική θερμοχωρητικότητα c_p
- Πυκνότητα ρ
- Αντίσταση θερμοδιαφυγής R
- Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ



4. Παρουσίαση Προσομοιώσεων

4.1 Παραδοχές Προσομοίωσης

Τελευταίο βήμα πριν την έναρξη των υπολογισμών είναι ο καθορισμός ορισμένων βασικών παραμέτρων οι οποίες έχουν άμεση σχέση με τα αποτελέσματα που θα παρουσιάσει το πρόγραμμα.

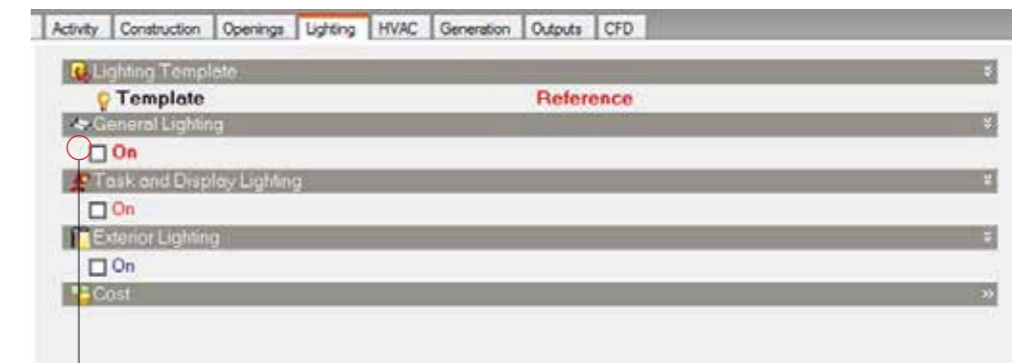


Βασικός στόχος είναι να μελετηθεί το κτήριο ενώ βρίσκεται στην μέγιστη παθητική κατάσταση. Ορίζουμε τις ρυθμίσεις έτσι ώστε το πρόγραμμα να μην λάβει υπόψιν του τυχόν εξαερισμό, θέρμανση, ψύξη ή χρήση ζεστού νερού για κάποια χρήση.

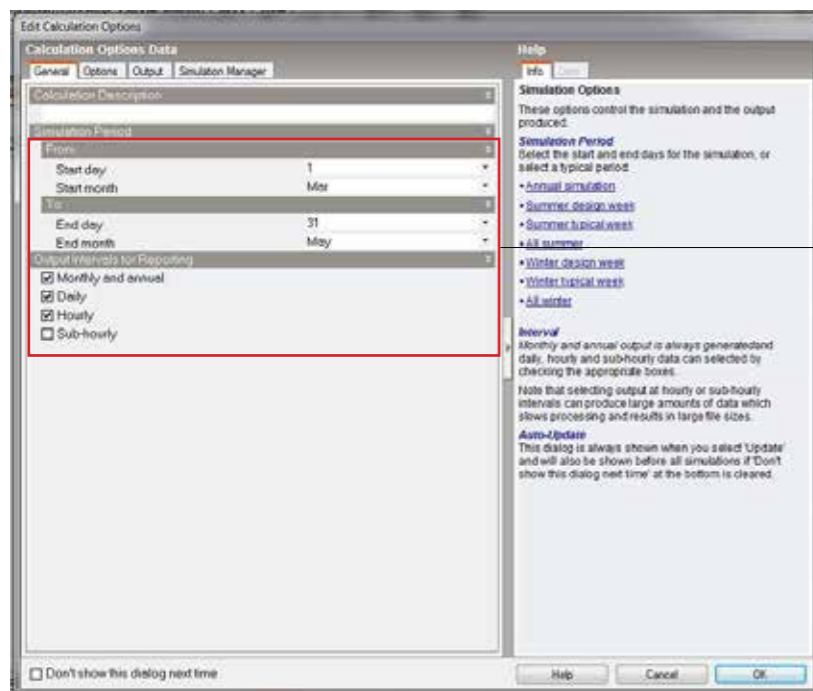


Ο φυσικός αερισμός αποτελεί μια μεταβλητή παράμετρο αφού το καλοκαίρι είναι εφικτός ενώ το χειμώνα όχι, Συνεπώς είναι ενεργοποιημένος για την θερινή περίοδο ενώ για την χειμερινή όχι.

Πολύ βασικό στοιχείο το οποίο πρέπει να θέσουμε στο κτήριο μας, είναι η χρήση του κάθε χώρου (με βάση την ενότητα 2.1), προκειμένου να οριστεί και η πληρότητα του κάθε χώρου.

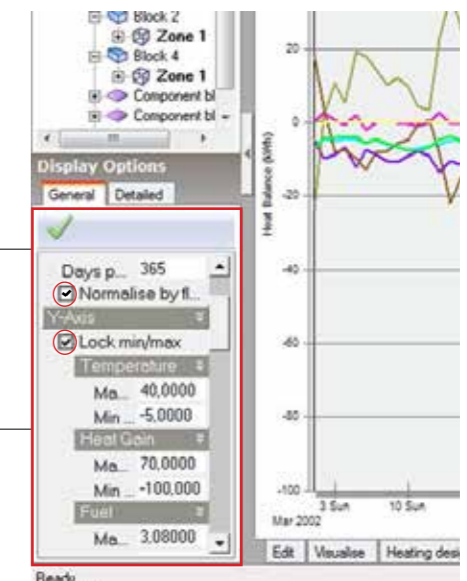


Ο φωτισμός επίσης αποτελεί παράμετρο την οποία δεν επιθυμούμε να ληφθεί υπόψιν κατά τη διαδικασία των μετρήσεων



Κατά τη διαδικασία των υπολογισμών (Simulation) έχουμε τη δυνατότητα να ρυθμίσουμε δύο βασικές μεταβλητές: την περίοδο όπου επιθυμούμε να γίνουν οι μετρήσεις και την συχνότητα (μηνιαία, ημερήσια, ωριαία).

Για για την καλύτερη προσέγγιση των πληροφοριών, επιλέγουμε τα αποτελέσματα να εμφανίζονται ανά τετραγωνικά μέτρα



Επίσης σημαντικό είναι να οριστεί μια σταθερή κλίμακα, με ανώτατη και χαμηλότερη τιμή στα διαγράμματα προκειμένου να έχουμε την δυνατότητα άμεσης σύγκρισης μεταξύ των διαφορετικών περιόδων.

4.2 Σενάριο 0 - Βασικό Μοντέλο

4.2.1 Υποθέσεις

Στο πρώτο σενάριο αντιμετωπίζουμε ένα κτήριο το οποίο δεν διαθέτει καμία προστασία ενάντια στο ψύχος και τη θερμότητα. Αναμένουμε λοιπόν η συμπεριφορά του κτηρίου να ακολουθεί τις καιρικές μεταβολές. Όσο αφορά τον συντελεστή θερμοπερατότητας (U) παρατηρούμε (όπως και είναι λογικό) πως έχει απόκλιση από τον κανονισμό του ΚΕΝΑΚ. Επίσης θεωρητικά θα παρηγορούνται περισσότερες απώλειες από τους τοίχους και την οροφή παρά από το δάπεδο αφού δεν υπάρχει ριλιτίς, οπότε το δάπεδο είναι λιγότερο εκτεθειμένο στις καιρικές συνθήκες.

Δομικό Στοιχείο – ΚΕΝΑΚ	K (W/m ² -K)
1. Εξωτερικοί Τοίχοι	0,50
2. Στέγασση – δώμα	0,45
3. Δάπεδο – Πλάκα επί εδάφους	0,90

4.2.2 Δεδομένα

5,130
0,040
8,197
0,332
3,012
0,2100
0,0000
0,332
0,332
8,197
0,332
3,012

K δαπέδου

19,870
5,130
0,040
6,505
0,294
3,405
0,2250
222,5000
0,294
0,294
6,505
0,294
3,405

K δώματος

19,870
5,130
0,040
2,674
0,544
1,838
0,2300
0,0000
0,544
0,544
2,674
0,544
1,838

K Πλήρωσης

19,870
5,130
0,040
6,410
0,326
3,067
0,2900
0,0000
0,326
0,326
6,410
0,326
3,067

K Φέροντα Οργανισμού

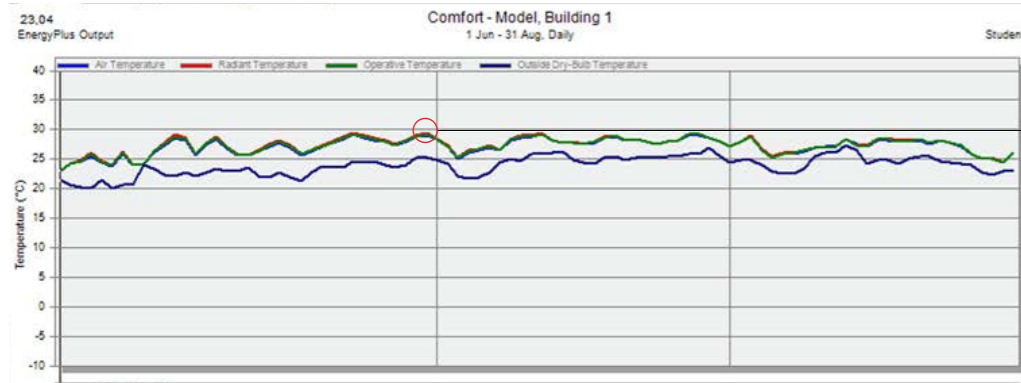
α/α	Α. Φέρων Οργανισμός Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m ² .K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m ³	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=25,00				0,040			
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,25	2,30	0,11		2300	1000	80
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αι=7,70				0,13			
	Αντίσταση θερμοπερατότητας, ΣR			0,325				

α/α	Β. Πληρώσεις Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m ² .K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m ³	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=25,00				0,040			
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
2	Οπτοπλινθοδομή (μπατική+διάτρητα)	0,19	0,58	0,328		1700	1000	5-10
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αί=7,70				0,13			
	Αντίσταση θερμοπερατότητας, ΣR			0,544				

α/α	Γ. Δώμα Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m ² .K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m ³	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=25,00				0,040			
1	Μωσαϊκό	0,030	1,50	0,020		1900		
2	Γαρμπιλόδεμα	0,080	1,100	0,073		1900		35
3	Φέρουσα πλάκα ο.σ	0,010	2,300	0,043		2300	1000	80
4	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,015	0,87	0,017		1800	1000	25-30
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αί=7,70				0,13			
	Αντίσταση θερμοπερατότητας, ΣR			0,293				

α/α	Δ. Δάπεδο ο.σ επί εδάφους Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m ² .K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m ³	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=0				0			
1	Μωσαϊκό	0,030	1,50	0,020		1900		
2	Γαρμπιλόδεμα	0,050	1,100	0,045		1900		35
3	Φέρουσα πλάκα ο.σ	0,013	2,300	0,057		2300	1000	80
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αί=7,70				0,13			
	Αντίσταση θερμοπερατότητας, ΣR			0,229				

4.2.3 Θερμική Άνεση



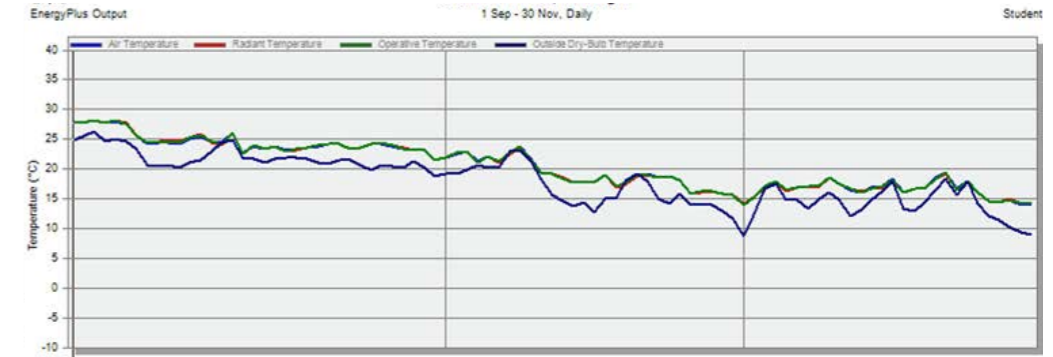
Καλοκαίρι

Στα ακόλουθα διαγράμματα παρουσιάζεται η διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας της κατοικίας (■) ανάλογα την εποχή. Όπως αναμέναμε οι τάσεις τις οποίες έχουν οι καμπύλες των εξωτερικών θερμοκρασιών (■) εμφανίζονται και στην εσωτερική θερμοκρασία του σπιτιού.

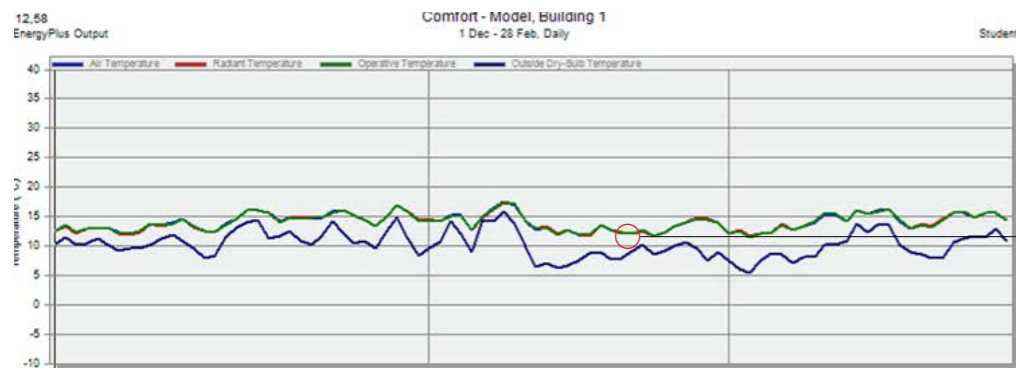
Παρατηρούμε δηλαδή, πως το καλοκαίρι η καμπύλη (■) έχει μια ανοδική πορεία στη αρχή (από Ιούνιο μέχρι Ιούλιο) ενώ μετά ακολουθεί κατά μέσο όρο μια σταθερή πορεία ανάλογη της εξωτερικής θερμοκρασίας. Στο φθινόπωρο αντίστοιχα επικρατούν οι θερμοκρασίες του καλοκαιριού στην αρχική περίοδο (Σεπτέμβρη) ενώ αργότερα συνεχίζει μια πτωτική πορεία η οποία καταλήγει στις θερμοκρασίες του χειμώνα οι οποίες φτάνουν το χαμηλότερο όριο (13°C).

Στο τέλος του Φεβρουαρίου ξεκινάει μια ανοδική πορεία όπου είναι ο πρόδρομος για την έναρξη της άνοιξης η οποία με τη σειρά της θα εμφανίσει την τάση για να αναπτυχθεί η ανώτατη θερμοκρασία (27°C) το καλοκαίρι.

Επίσης σημαντικό στοιχείο στις καμπύλες είναι η θερμοκρασιακή διαφορά που υπάρχει μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού αέρα η οποία είναι περίπου 4-5 °C.



Φθινόπωρο

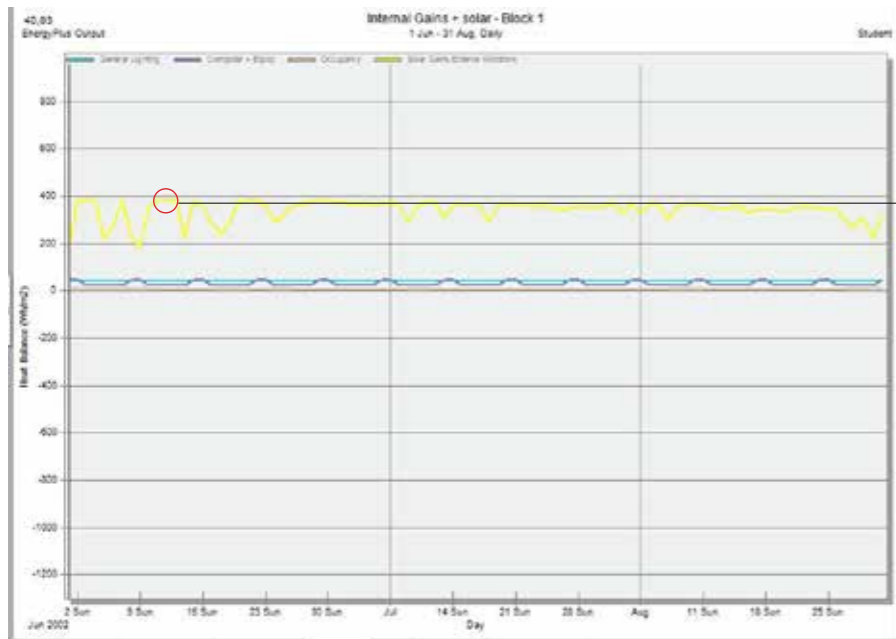


Χειμώνας

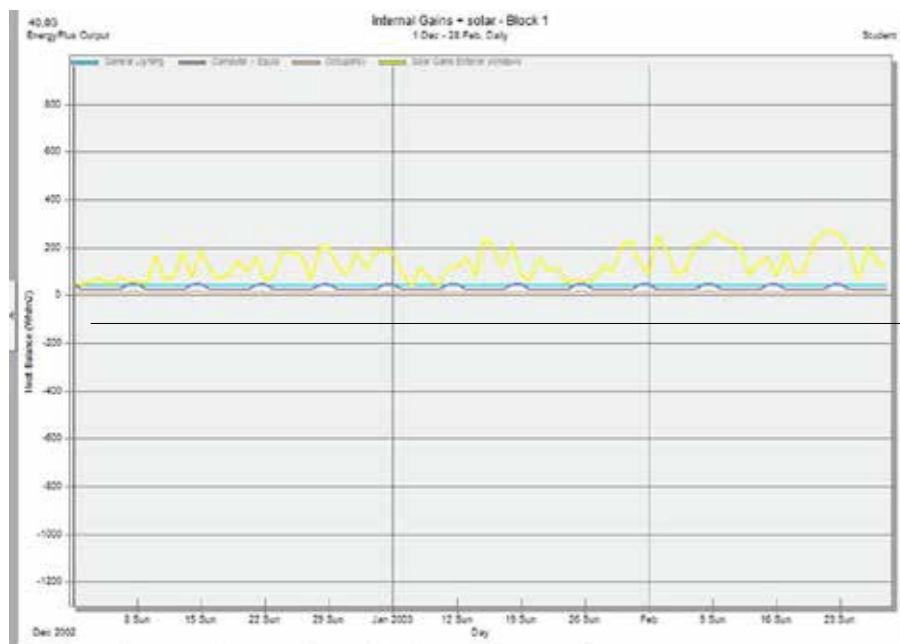


Άνοιξη

4.2.4 Εσωτερικά και Ηλιακά Κέρδη



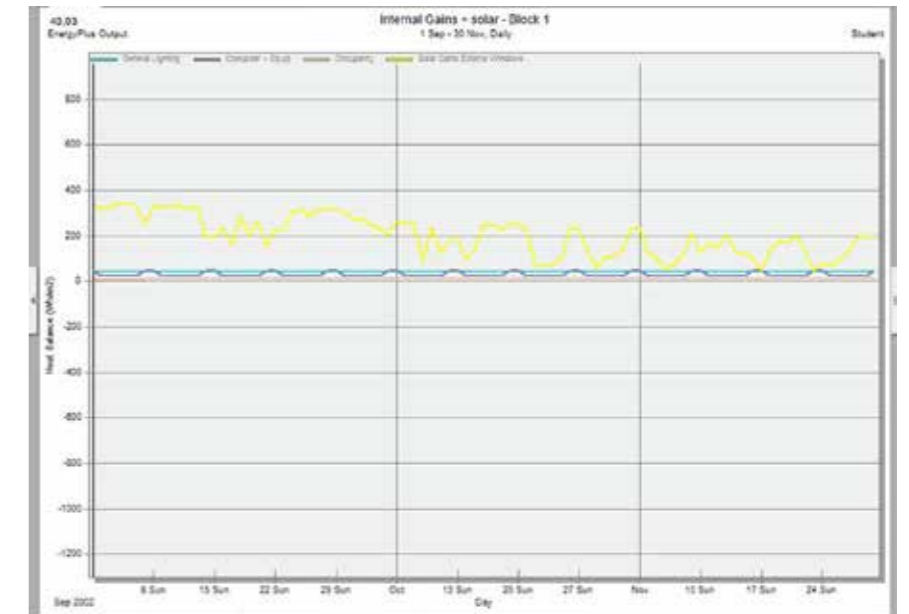
Καλοκαίρι



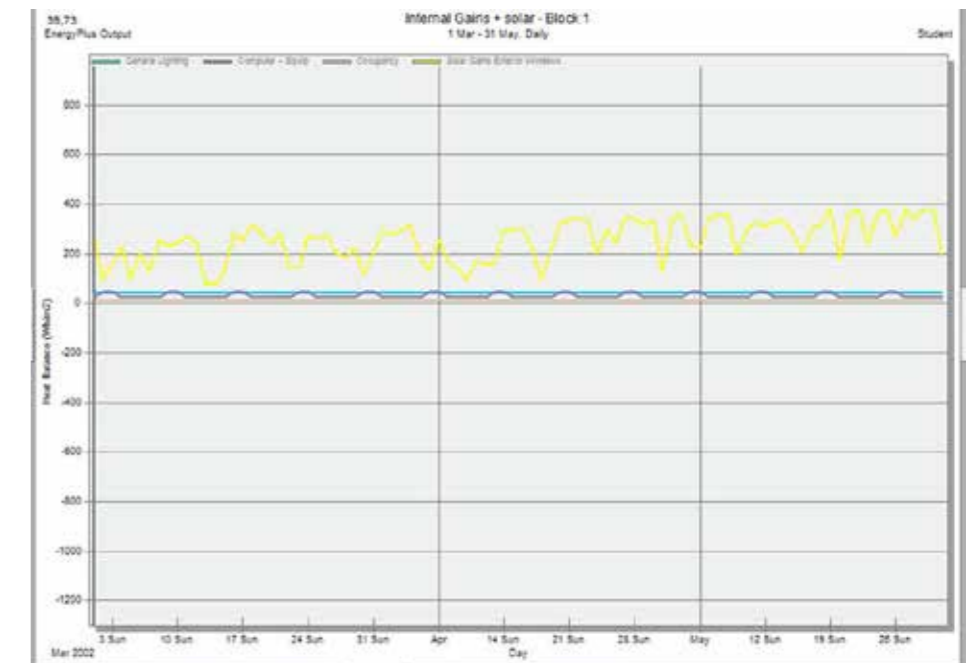
Χειμώνας

Οι συγκεκριμένες καμπύλες μας δείχνουν τα ενεργειακά κέρδη τα οποία έχει το κτήριο. Στις παρούσες εικόνες παρουσιάζεται μόνο το όφελος το οποίο έχουμε από την ηλιακή ακτινοβολία, αφού για τους λόγους της άσκησης έχουν απενεργοποιηθεί ο τεχνητός φωτισμός και ο οικιακός εξοπλισμός.

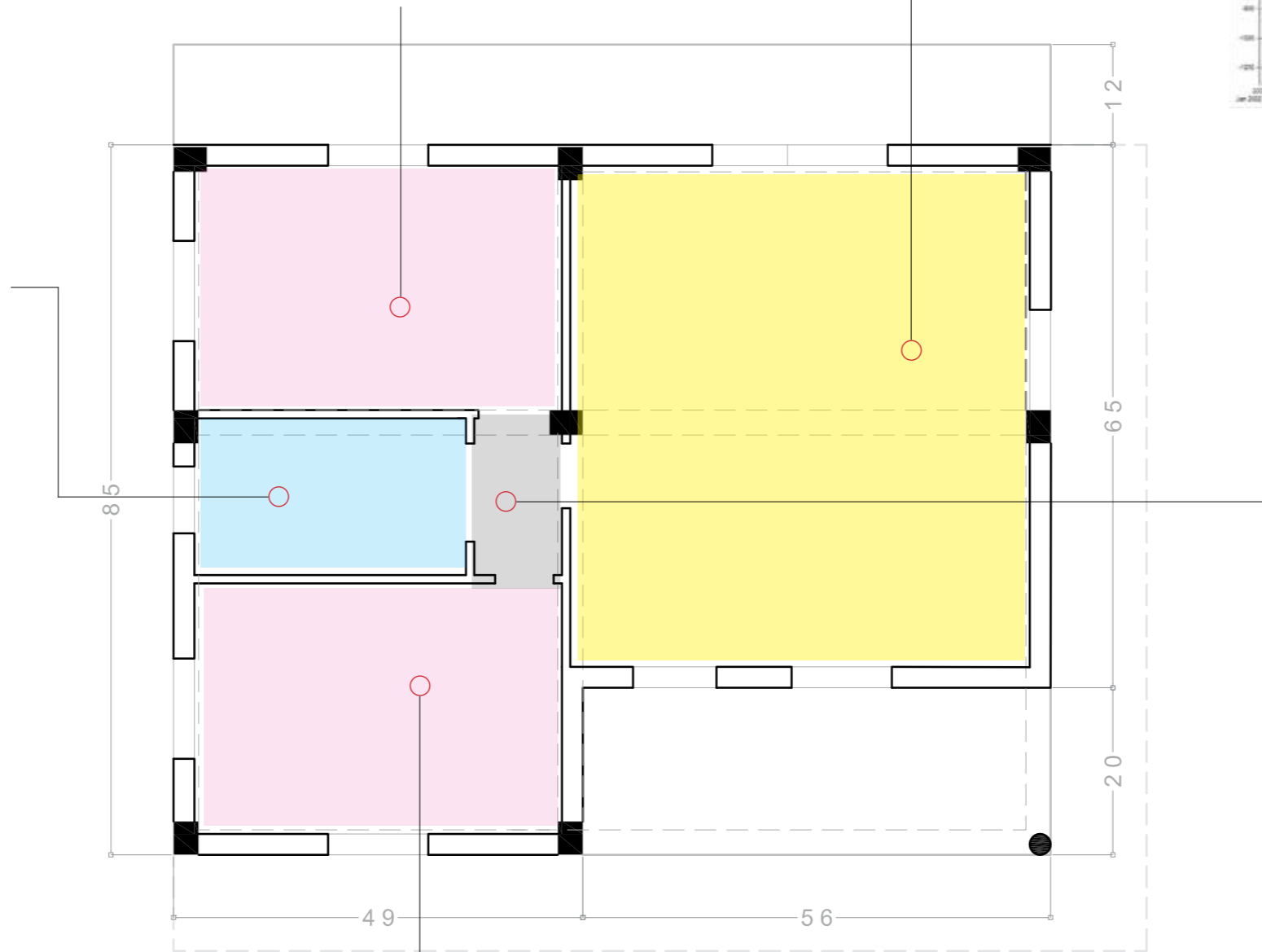
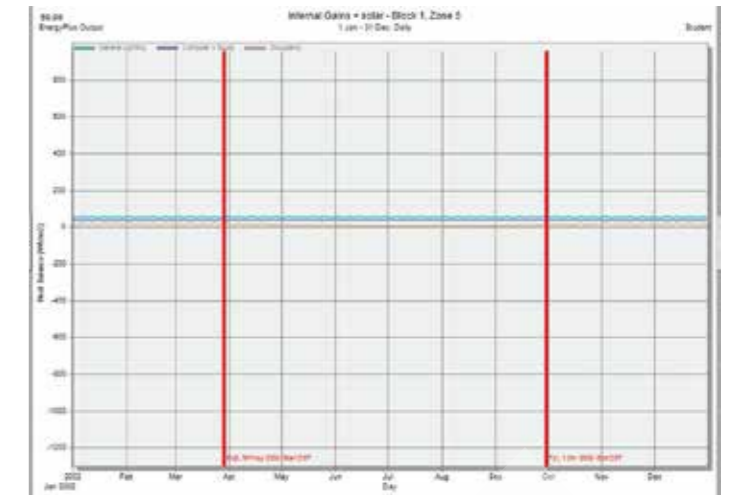
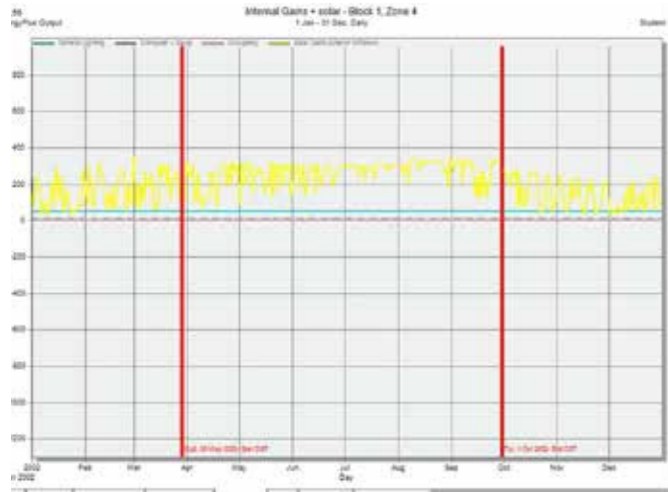
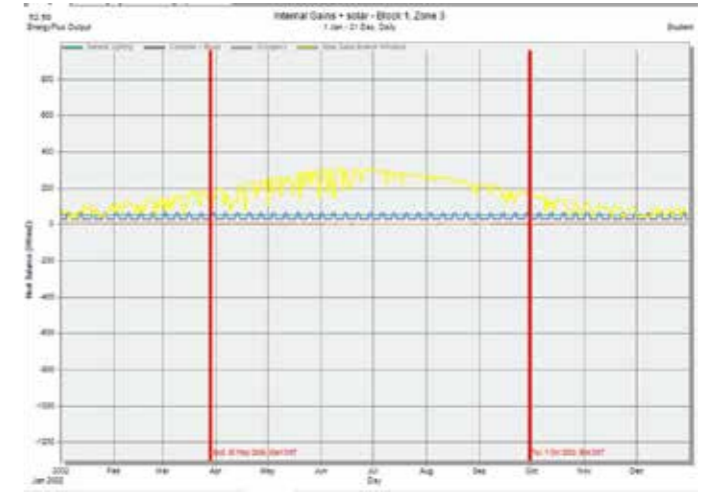
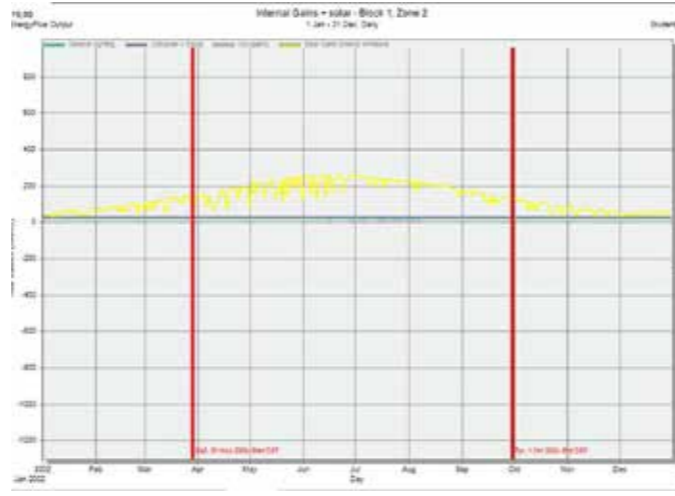
Ως πρώτο συμπέρασμα μπορούμε πολύ εύκολα να παρατηρήσουμε πως ανεξαρτήτως περιόδου υπάρχει σε ένα βαθμό μια ηλιακή ακτινοβολία η οποία προσφέρει θερμικό κέρδος στο κτήριο, κάτι το οποίο μπορούμε να θεωρήσουμε πως είναι λογικό αν συλλογιστούμε πως η Ελλάδα αποτελεί μια χώρα η οποία έχει αρκετή ηλιοφάνεια ακόμη και το χειμερινό ηλιοστάσιο. Ως δεύτερο συμπέρασμα παρατηρούμε πως το μέγιστο ηλιακό κέρδος το έχουμε το καλοκαίρι ($0,4 \text{ kW/h} \cdot \text{m}^2$) ενώ το ελάχιστο εμφανίζεται όπως αναμέναμε, το χειμώνα ($0 \text{ kW/h} \cdot \text{m}^2$).



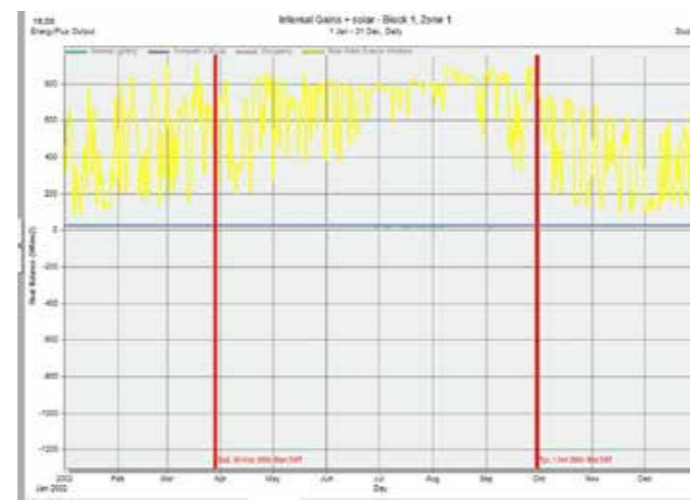
Φθινόπωρο



Ανοιξη

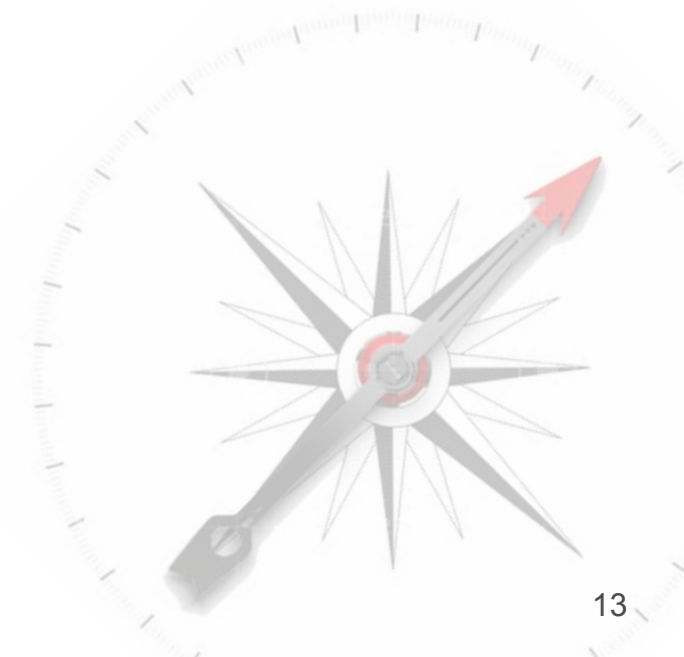


- Υπνοδωμάτια
- Μπάνιο
- Χώρο διημέρευσης
- Χόλ

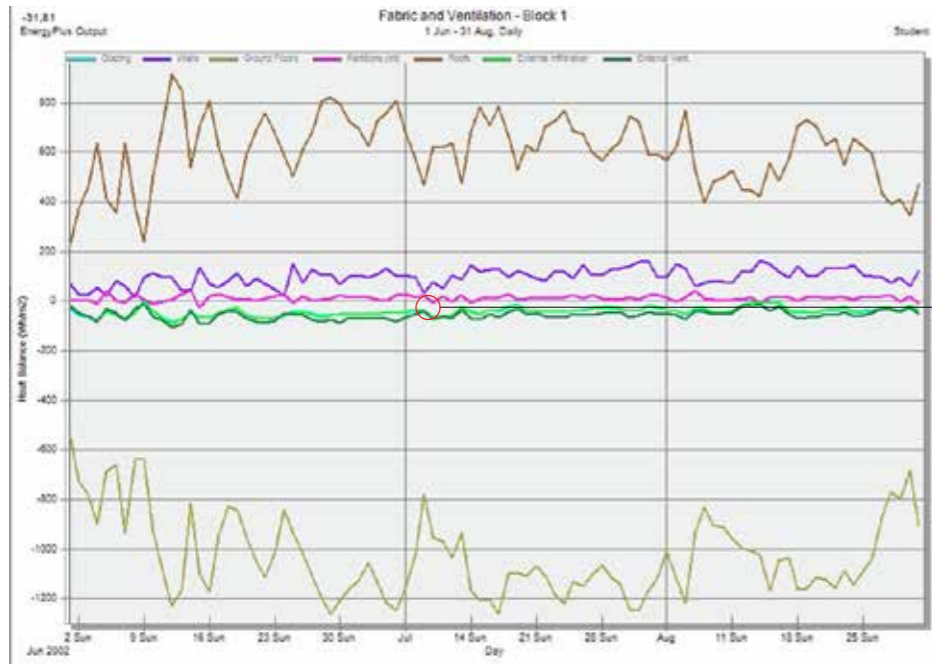


Στην συγκεκριμένη σελίδα παρουσιάζονται τα ετήσια ηλιακά κέρδη για κάθε χώρο. Φυσικά όπως αναμέναμε οι χώροι οι οποίοι έχουν κάποιο άνοιγμα προς το νότο θα εμφανίζουν ηλιακά κέρδη περισσότερα από τους υπόλοιπους. Έτσι η διαμορφωμένη κατάσταση είναι η εξής:

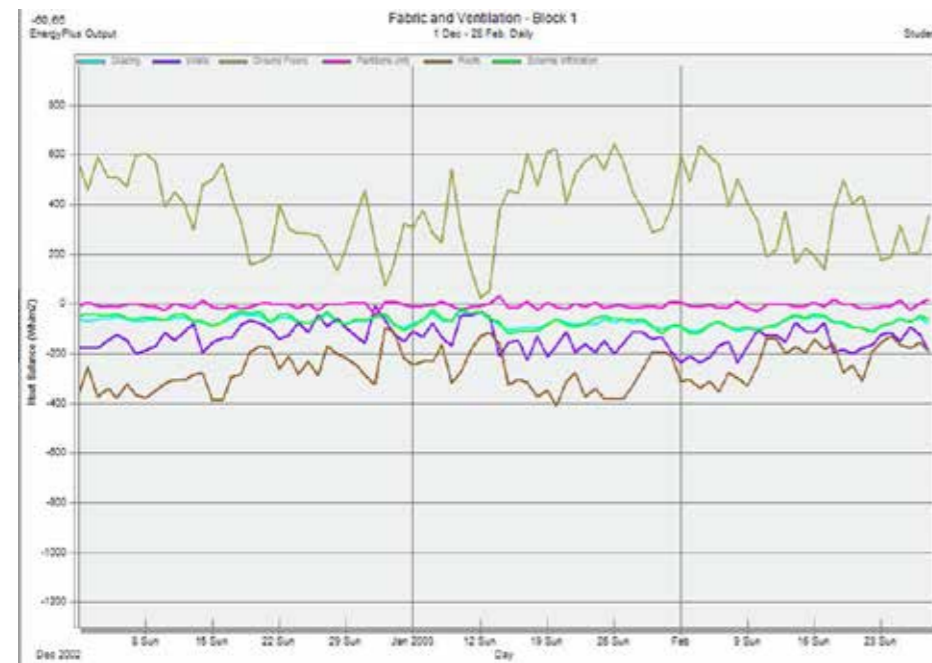
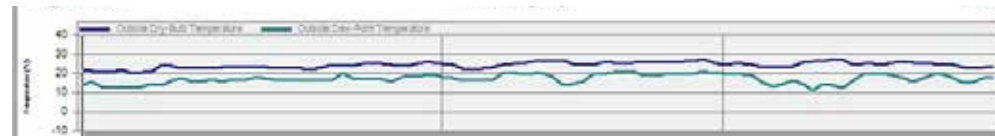
- Το νότιοανατολικό υπνοδωμάτιο έχει τα μεγαλύτερα ηλιακά κέρδη (0,9 kW/h*m²)
- Το μπάνιο αποτελεί τον δεύτερο χώρο με τα περισσότερα ηλιακά κέρδη
- Το βοριοδυτικό υπνοδωμάτιο και ο χώρος διημέρευσης εμφανίζουν επίσης κάποια ποσοστά ηλιακού κέρδους
- Το χολ εμφανίζει μηδενικά ποσοστά ηλιακού κέρδους.



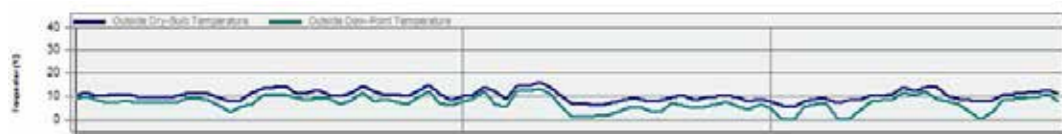
4.2.5 Απώλειες και Πρόσοδοι



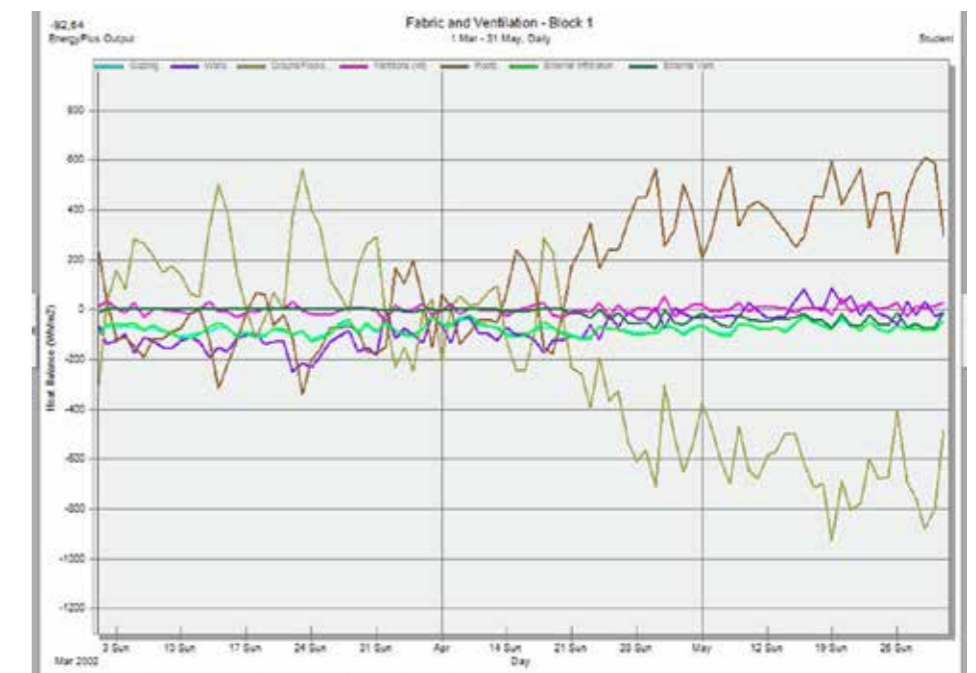
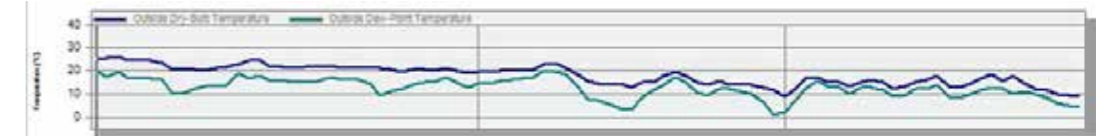
Καλοκαίρι



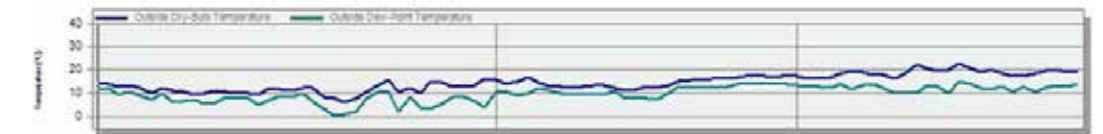
Χειμώνας



Φθινόπωρο



Ανοιξη



Οι θερμικές απώλειες του κτηρίου εμφανίζονται στα ακόλουθα διαγράμματα. Γενικώς και τις τέσσερις εποχές παρατηρούμε πως τα υαλοστάσια (■), και η γενικότερη διείσδυση του αέρα στο χώρο (■) έχουν σταθερές απώλειες (0,5 kW/h*m2). Οι τοίχοι (■) έχουν απώλειες τη χειμερινή περίοδο ενώ την θερινή εμφανίζουν θερμικό κέρδος. Ωστόσο μεγάλο ενδιαφέρον εμφανίζουν τα άλλα δύο στοιχεία, το δώμα (■) και το δάπεδο (■).

Όσο αφορά το πρώτο βλέπουμε πως το καλοκαίρι δεν έχουμε απώλειες, αντιθέτως το δώμα προσφέρει θερμότητα στο σπίτι, γεγονός απολύτως φυσιολογικό αν σκεφτεί κανείς πως όλη η επιφάνεια του δώματος είναι εκτεθειμένη στον ουρανό. Το φθινόπωρο η διεύθυνση της καμπύλης αρχίζει να αντιστρέφεται, και εμφανίζονται απώλειες, αφού πια οι θερμοκρασίες μειώνονται και δεν υπάρχει καμία προστασία για την πλάκα του δώματος.

Όσο αφορά το δάπεδο, το καλοκαίρι εμφανίζει απώλειες σε θερμότητα ενώ το χειμώνα έχουμε κέρδος.

Αυτή η αντίστροφη αναλογία που έχουν το δώμα και το δάπεδο είναι αξιοσημείωτη. Οφείλεται στο ότι το δώμα ακολουθεί κατά κάποιον τρόπο τις καιρικές μεταβολές ενώ το δάπεδο, ακολουθεί τη θερμοκρασία του εδάφους, η οποία όμως είναι σταθερή. Ωστόσο το καλοκαίρι είναι μικρότερη από του εξωτερικού περιβάλλοντος ενώ το χειμώνα μεγαλύτερη, αφού οι θερμοκρασίες του αέρα αλλάζουν.

4.3 Σενάριο 1 - Θερμομονωμένο Μοντέλο

4.3.1 Υποθέσεις

Στο δεύτερο σενάριο αντιμετωπίζουμε ένα κτήριο το οποίο διαθέτει προστασία ενάντια στο ψύχος και τη θερμότητα. Σε σχέση με το προηγούμενο σενάριο αναμένουμε να υπάρχουν αρκετά μικρότερες απώλειες από τα διάφορα σημεία του κελύφους. Επιπλέον η θερμοκρασία του σπιτιού δεν θα σχετίζεται με τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες. Αντιθέτως η καμπύλη θερμικής άνεσης θα είναι πιθανώς πιο ομαλή και δεν θα υπάρχουν έντονες μεταβολές. Τα ηλιακά κέρδη θεωρούμε πως δεν θα μεταβληθούν ιδιαίτερα. Όσο αφορά τον συντελεστή θερμοπερατότητας (U), έχει προσεγγίσει τις απαιτήσεις του KENAK.

Δομικό Στοιχείο – KENAK	K (W/m ² -K)
1. Εξωτερικοί Τοίχοι	0,50
2. Στέγαση – δώμα	0,45
3. Δάπεδο – Πλάκα επί εδάφους	0,90

4.3.2 Δεδομένα

5,130
0,040
8,197
0,332
3,012
0,2100
0,0000
0,332
0,332
8,197
0,332
3,012

K δαπέδου

19,870
5,130
0,040
0,337
3,111
0,321
0,3250
222,5000
3,111
3,111
0,337
3,111
0,321

K δώματος

19,870
5,130
0,040
0,381
2,798
0,357
0,3100
0,0000
2,798
2,798
0,381
2,798
0,357

K Πλήρωσης

19,870
5,130
0,040
0,415
2,580
0,388
0,3700
0,0000
2,580
2,580
0,415
2,580
0,388

K Φέροντα Οργανισμού

α/α	Α. Φέρων Οργανισμός Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ , W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής $R=d/\lambda$, m ² .K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/ α	Πυκνότητα ρ , kg/m ³	Ειδική θερμοχωρητικότητα C_p , J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, $\alpha_a=25,00$				0,040			
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
2	Διογκωμένη πολυστερίνη	0,08	0,0355			10	1470	10
3	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,25	2,30	0,11		2300	1000	80
4	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, $\alpha_i=7,70$				0,13			

α/α	Β. Πληρώσεις Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m ² .K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m ³	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=25,00				0,040			
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
2	Διογκωμένη πολυστερίνη	0,08	0,0355			10	1470	10
3	Οπτοπλινθοδομή (μπατική+διάτρητα)	0,19	0,58	0,328		1700	1000	5-10
4	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αι=7,70				0,13			

α/α	Γ. Δώμα Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m ² .K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m ³	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=25,00				0,040			
1	Μωσαϊκό	0,030	1,50	0,020		1900		
2	Γαρμπιλόδεμα	0,080	1,100	0,073		1900		35
3	Διογκωμένη πολυστερίνη	0,10	0,0355			10	1470	10
4	Φέρουσα πλάκα ο.σ	0,010	2,300	0,043		2300	1000	80
5	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,015	0,87	0,017		1800	1000	25-30
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αι=7,70				0,13			

α/α	Δ. Δάπεδο ο.σ επί εδάφους Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m ² .K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m ³	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=0				0			
1	Μωσαϊκό	0,030	1,50	0,020		1900		
2	Γαρμπιλόδεμα	0,050	1,100	0,045		1900		35
3	Φέρουσα πλάκα ο.σ	0,013	2,300	0,057		2300	1000	80
4	Διογκωμένη πολυστερίνη	0,03	0,0355			10	1470	10
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αι=7,70				0,13			

4.3.3 Θερμική Άνεση



Καλοκαίρι



Φθινόπωρο

Τα διαγράμματα θερμικής άνεσης παρουσιάζουν μια καμπύλη η οποία είναι πιο ομαλή από αυτή της εξωτερικής θερμοκρασίας. Παρατηρούμε δηλαδή πως ενώ η εξωτερική θερμοκρασία (■) εμφανίζει σημειακά ορισμένες απότομες μεταβολές, η καμπύλη της εσωτερικής θερμοκρασίας (■) διατηρεί μια ομαλή συνέχεια. Υψηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούμε το καλοκαίρι (27°C) ενώ η χαμηλότερη εντοπίζεται το χειμώνα (13°C).

Επίσης χαρακτηριστικό είναι πως η υπάρχει μια ελαφρά διεύρυνση της απόστασης των δύο καμπύλων (της εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας) ειδικά στα σημεία όπου η καμπύλη της εσωτερικής θερμοκρασίας δεν ακολουθεί τις απότομες αυξομειώσεις της εξωτερικής.

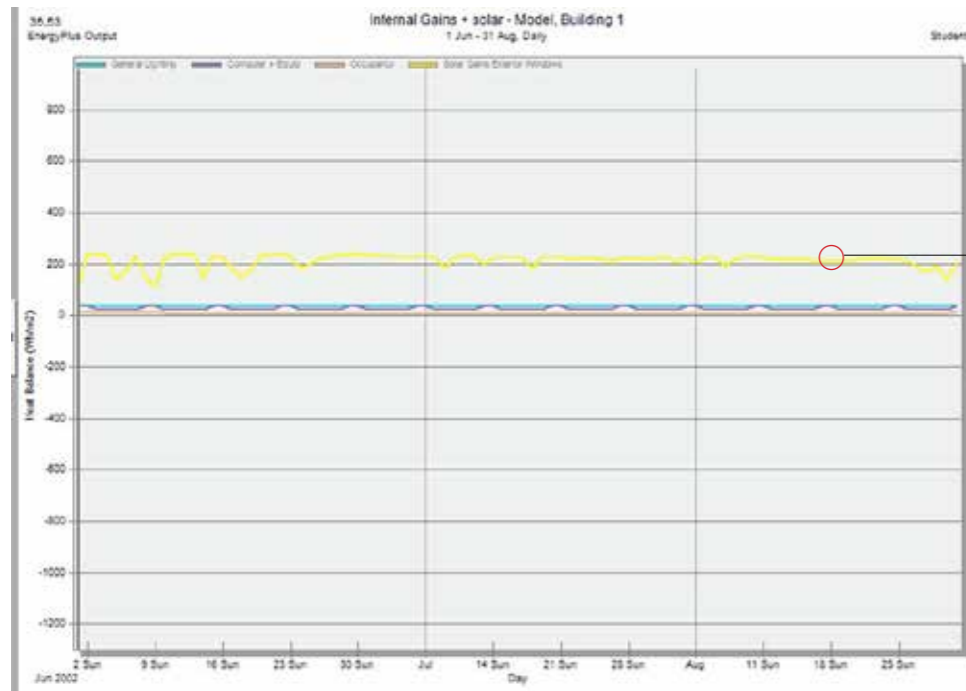


Χειμώνας

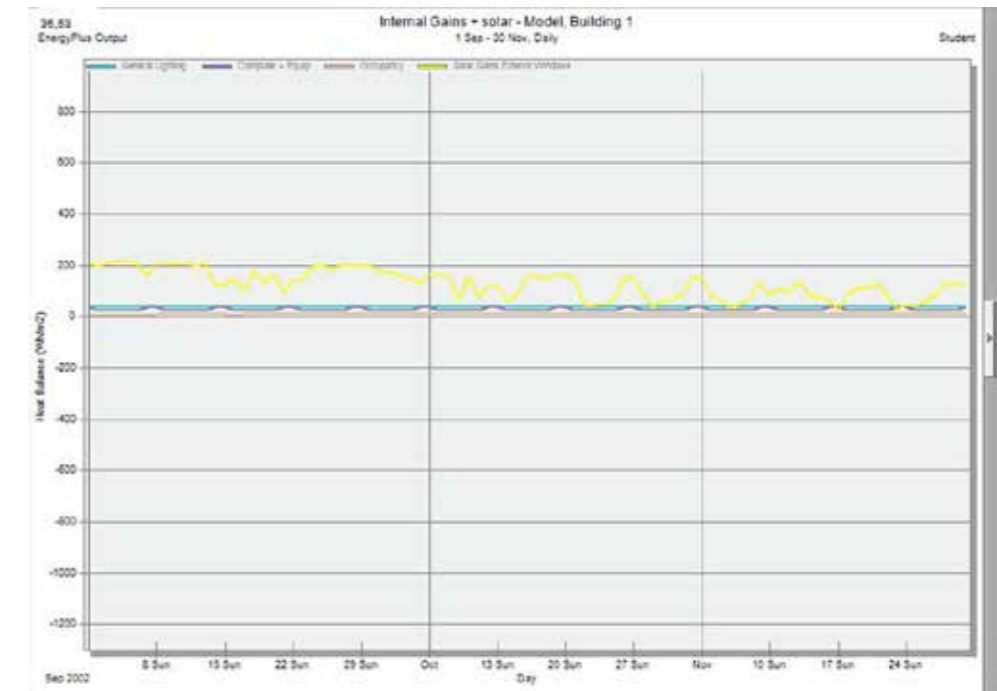


Άνοιξη

4.3.4 Εσωτερικά και Ηλιακά Κέρδη

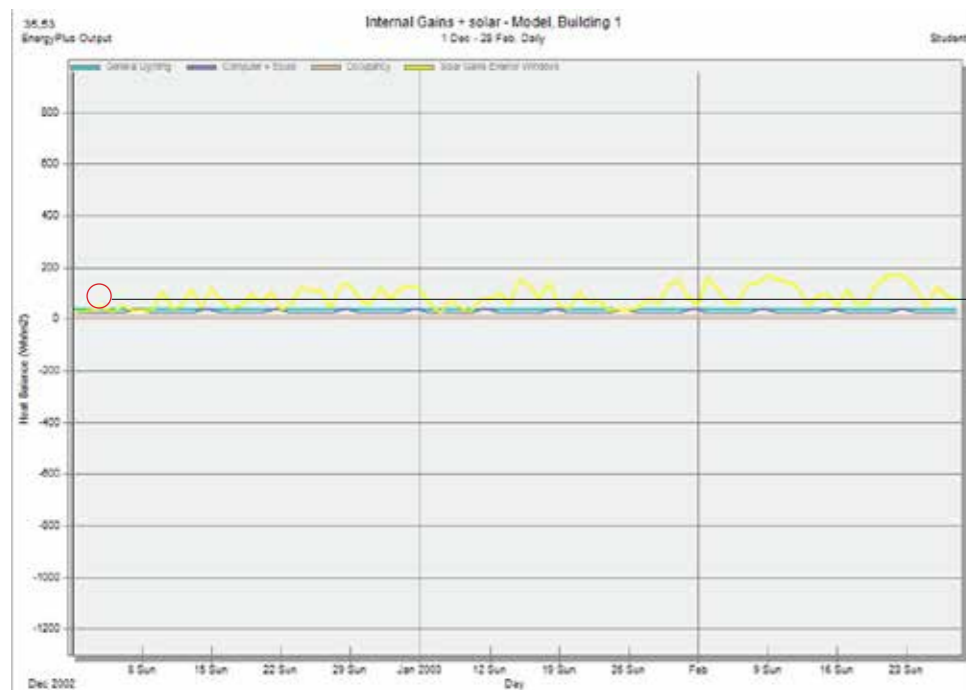


Καλοκαίρι

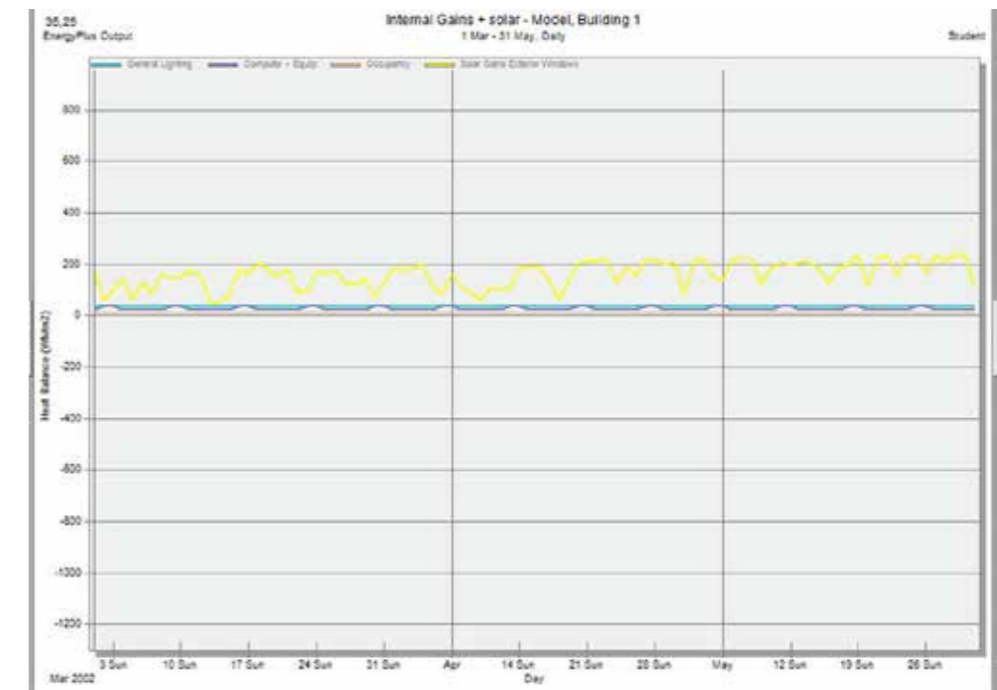


Φθινόπωρο

Ως πρώτη παρατήρηση μπορούμε να πούμε πως ανεξαιρέτως εποχής η κατοικία έχει άμεσο ηλιακό κέρδος. Όπως είναι λογικό την θερινή περίοδο έχουμε μεγαλύτερη ποσότητα από την χειμερινή. Η υψηλότερη τιμή ηλιακού κέρδους εμφανίζεται το καλοκαίρι (0,2 kW/h*m2) ενώ η χαμηλότερη τον χειμώνα (0 kW/h*m2).

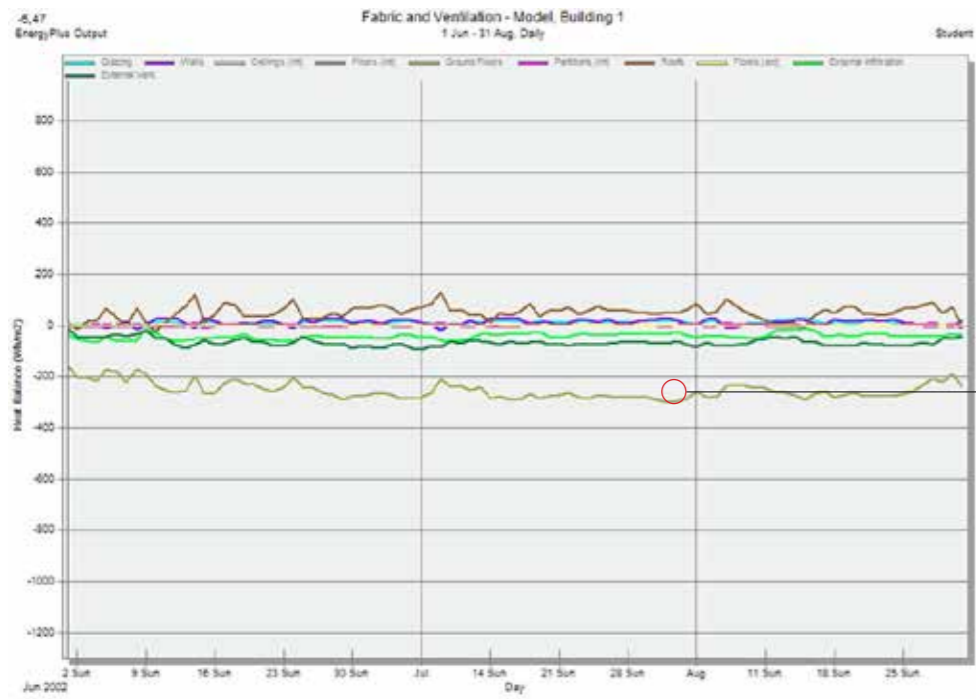


Χειμώνας

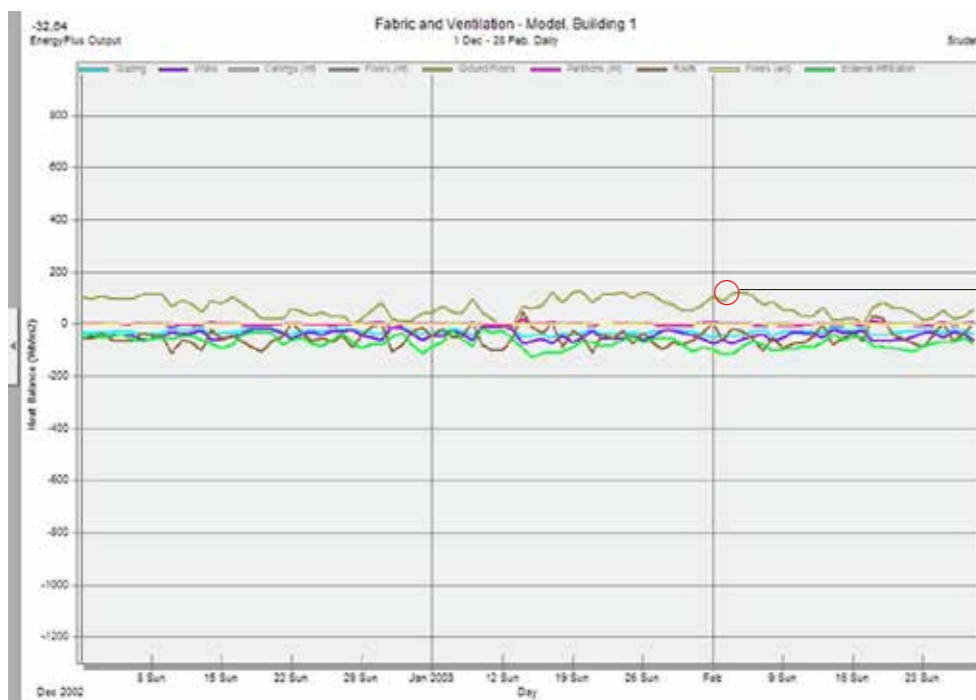
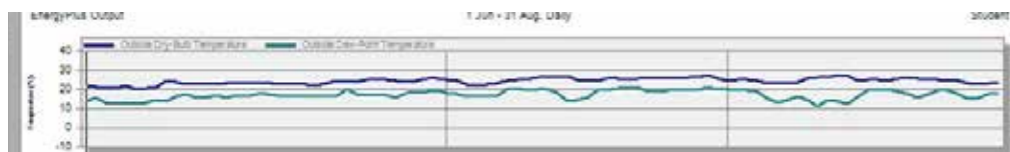


Ανοιξη

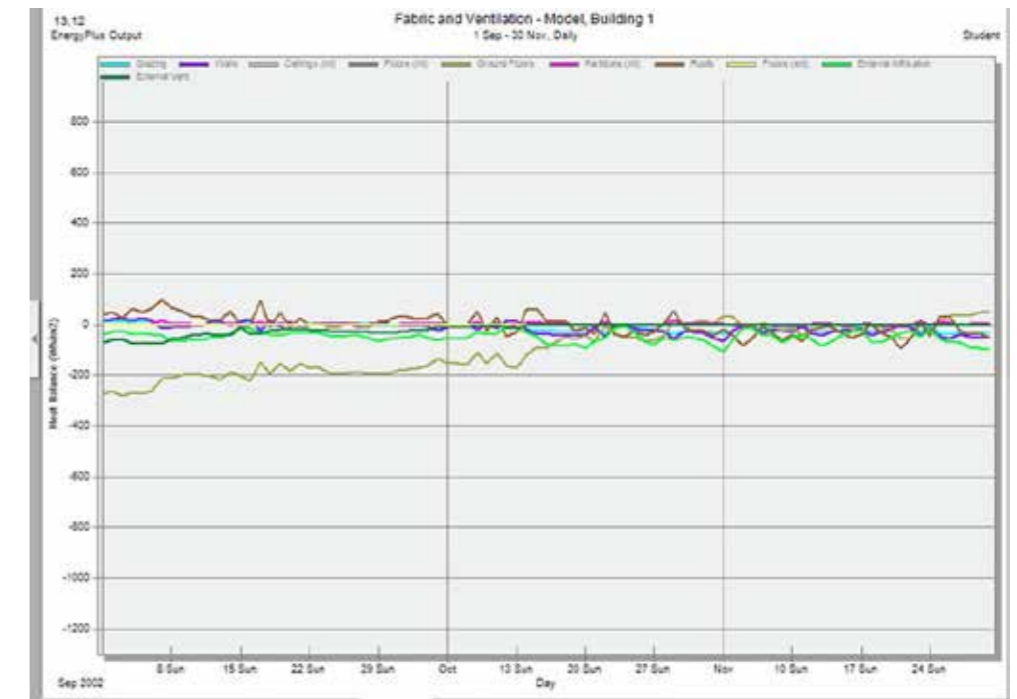
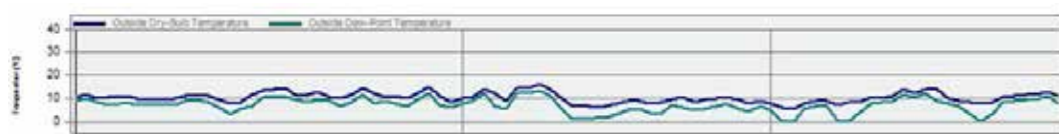
4.3.5 Απώλειες και Πρόσοδοι



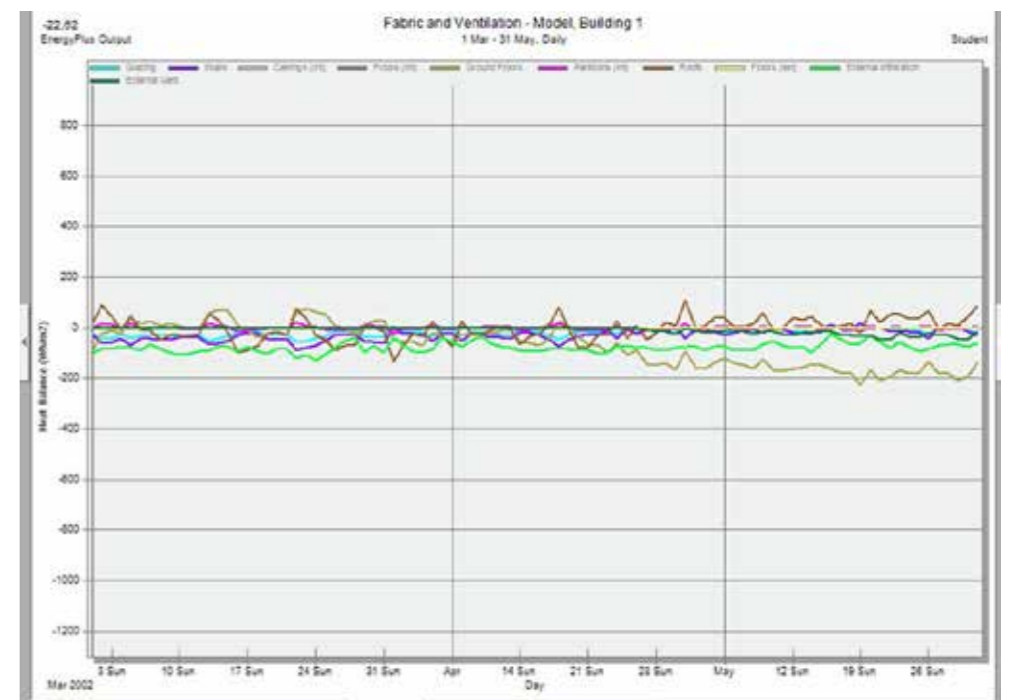
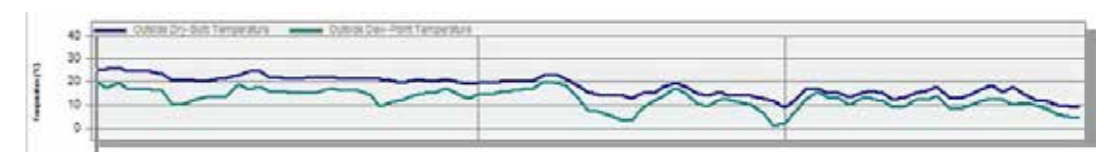
Καλοκαίρι



Χειμώνας



Φθινόπωρο



Άνοιξη



Με μια πρώτη ματιά στα διαγράμματα των θερμικών απωλειών - προσόδων βλέπουμε πως όλες οι καμπύλες έχουν μια ομαλή συνέχεια και καμία δεν εμφανίζει απότομες μεταβολές. Το κτήριο επι της ουσίας είναι ανεξάρτητο και δεν επηρεάζεται από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.

Το αξιοσημείωτο στοιχείο στα συγκεκριμένα αποτελέσματα είναι πιθανώς η καμπύλη του δαπέδο (■). Η φύση της καμπύλης είναι σταθερή όπως οι άλλες. Ωστόσο το καλοκαίρι σημειώνονται μεγαλύτερες απώλειες σε σχέση με τα άλλα στοιχεία, ενώ το χειμώνα εμφανίζονται πρόσοδοι (το σεμπτέβριο και την άνοιξη είναι μεταβατικές περιόδους οπότε επανέρχεται στο 0). Αυτό συμβαίνει πιθανώς διότι το έδαφος εξακολουθεί να έχει μεγάλη θερμοκρασιακή διαφορά σε σχέση με το σπίτι το καλοκαίρι, ενώ το χειμώνα οι τιμές τις θερμοκρασίες σπιτιού-εδάφους έχουν έρθει σε μια ισορροπία.

Οι μεγαλύτερες απώλειες εμφανίζονται το καλοκαίρι (0,2 kW/h*m2) ενώ τα μεγαλύτερα κέρδη το χειμώνα (0,18 kW/h*m2).

4.4 Σενάριο 2 - Βασικό Μοντέλο με Φυτεμένο Δώμα

4.4.1 Υποθέσεις

Το τρίτο και τελευταίο σενάριο έχει δύο υποκατηγορίες. Η πρώτη είναι το σενάριο 0 ενισχυμένο όμως με φυτεμένο δώμα ενώ η δεύτερη υποκατηγορία είναι το σενάριο 1 πάλι ενισχυμένο με φυτεμένο δώμα. Ο τύπος φυτεμένου δώματος που θα μελετηθεί είναι ο εκτατικός τύπος. Αναμένουμε το συγκεκριμένο παθητικό σύστημα να παίξει σημαντικό ρόλο στην βιοκλιματική λειτουργία της κατοικίας. Συγκεκριμένα στο μοντέλο χωρίς θερμική προστασία θεωρούμε πως το δώμα πιθανώς να λειτουργήσει ως μια μορφή θερμομόνωσης και ταυτόχρονα να μειώσει τον δείκτη θερμοπερατότητας.

Δομικό Στοιχείο – KENAK	K (W/m2-K)
1. Εξωτερικοί Τοίχοι	0,50
2. Στέγαση – δώμα	0,45
3. Δάπεδο – Πλάκα επί εδάφους	0,90

4.4.2 Δεδομένα

5,130
0,040
8,197
0,332
3,012
0,2100
0,0000
0,332
0,332
8,197
0,332
3,012

K δαπέδου

19,870
5,130
0,040
1,972
0,647
1,545
0,4450
222,5000
0,647
0,647
1,972
0,647
1,545

K δώματος

19,870
5,130
0,040
2,674
0,544
1,838
0,2300
0,0000
0,544
0,544
2,674
0,544
1,838

K Πλήρωσης

19,870
5,130
0,040
6,410
0,326
3,067
0,2900
0,0000
0,326
0,326
6,410
0,326
3,067

K Φέροντα Οργανισμού

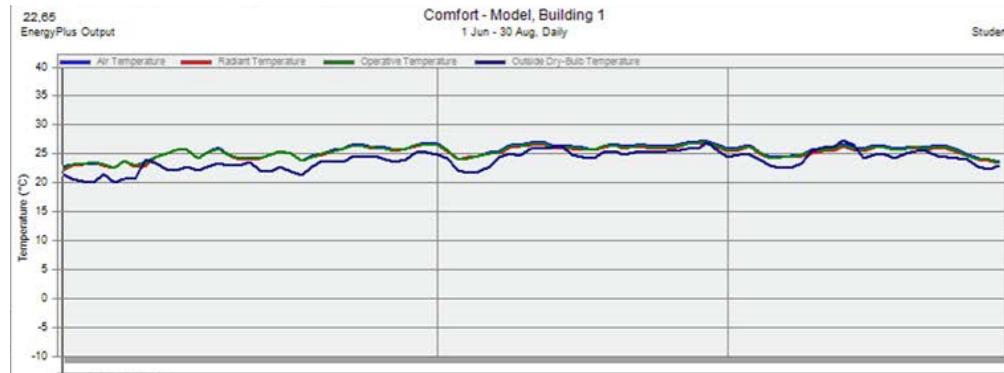
α/α	Α. Φέρων Οργανισμός Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m2.K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m3	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=25,00				0,040			
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,25	2,30	0,11		2300	1000	80
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αι=7,70				0,13			
	Αντίσταση θερμοπερατότητας, ΣR			0,325				

α/α	Β. Πληρώσεις Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m2.K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m3	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=25,00				0,040			
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
2	Οπτοπλινθοδομή (μπατική+διάτρητα)	0,19	0,58	0,328		1700	1000	5-10
3	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αί=7,70				0,13			
	Αντίσταση θερμοπερατότητας, ΣR			0,544				

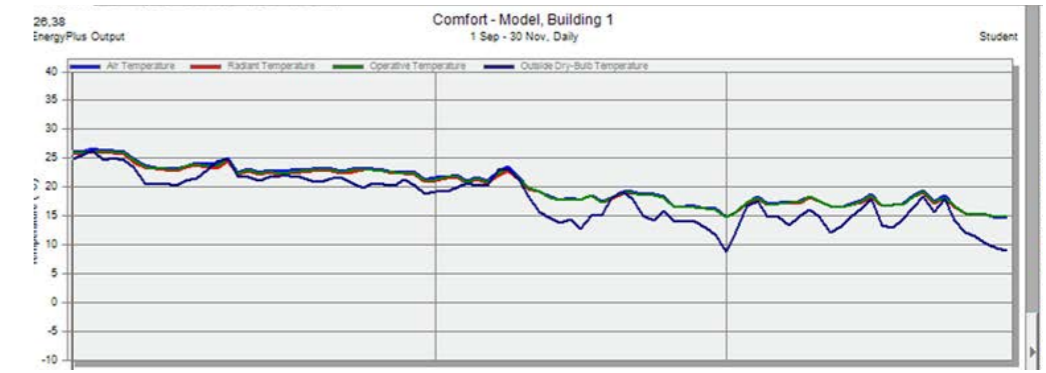
α/α	Γ. Δώμα Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m2.K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m3	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=25,00				0,040			
1	Χώμα							
2	Σκληρό Καουτσούκ	0,20	0,15			1200	1000	150
3	Μωσαϊκό	0,030	1,50	0,020		1900		
4	Γαρμπιλόδεμα	0,080	1,100	0,073		1900		35
5	Φέρουσα πλάκα ο.σ	0,010	2,300	0,043		2300	1000	80
6	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,015	0,87	0,017		1800	1000	25-30
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αί=7,70				0,13			

α/α	Δ. Δάπεδο ο.σ επί εδάφους Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m2.K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m3	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=0				0			
1	Μωσαϊκό	0,030	1,50	0,020		1900		
2	Γαρμπιλόδεμα	0,050	1,100	0,045		1900		35
3	Φέρουσα πλάκα ο.σ	0,013	2,300	0,057		2300	1000	80
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αί=7,70				0,13			
	Αντίσταση θερμοπερατότητας, ΣR			0,229				

4.4.3 Θερμική Άνεση



Καλοκαίρι

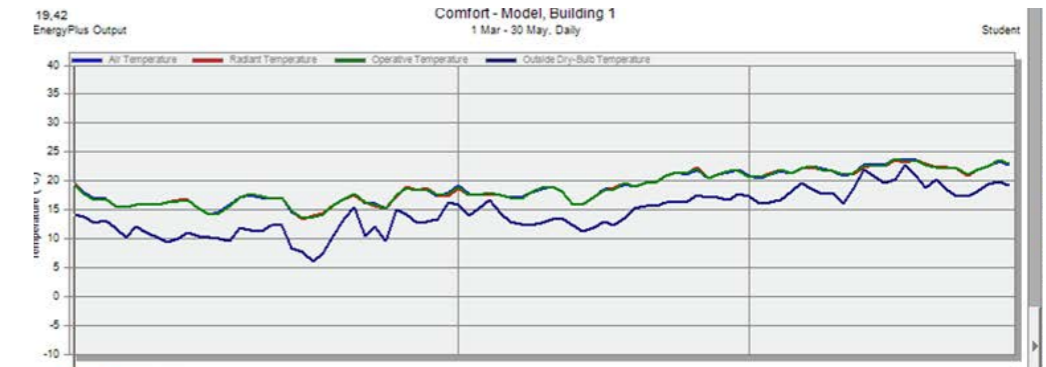


Φθινόπωρο

Η πρώτη περίπτωση με φυτεμένο δώμα απευθύνεται στο σενάριο χωρίς θερμομόνωση. Αναμέναμε σίγουρα μια διαφορά στη εσωτερική θερμοκρασία του σπιτιού. Όσο αφορά το καλοκαίρι η καμπύλη της εσωτερικής θερμοκρασίας έχει πλησιάσει την καμπύλη της εξωτερικής θερμοκρασίας. Λειτουργεί δηλαδή το δώμα σαν μέτρο για την υπερθέρμανση του χώρου. Το ίδιο ισχύει και για το φθινόπωρο και την άνοιξη. Ωστόσο τον χειμώνα υπάρχει μια μικρή απομάκρυνση η οποία πιθανώς οφείλεται στη μείωση των θερμικών απωλειών από το δώμα, και άρα τη διατήρησης της θερμοκρασίας του χώρου η οποία η μεγαλύτερη από την εξωτερική.

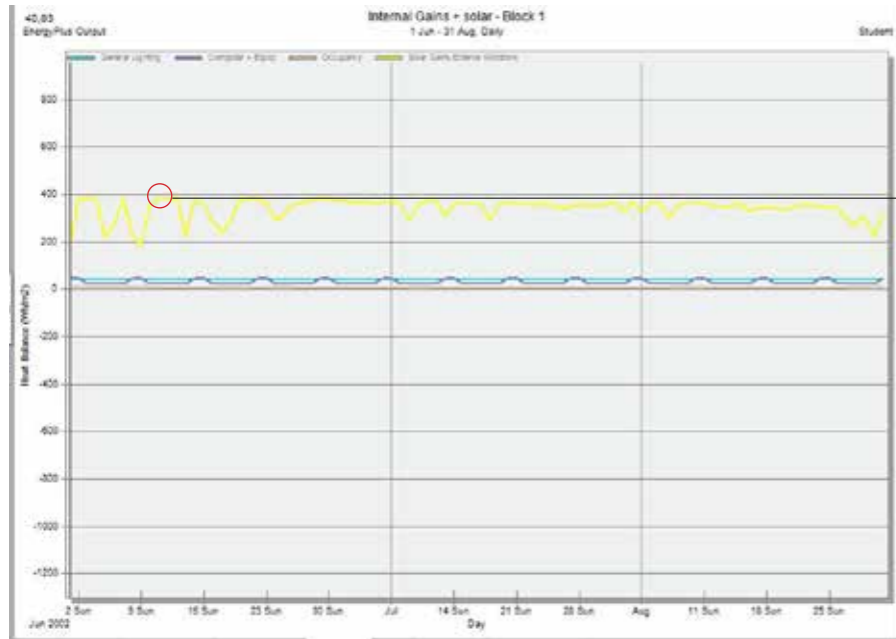


Χειμώνας



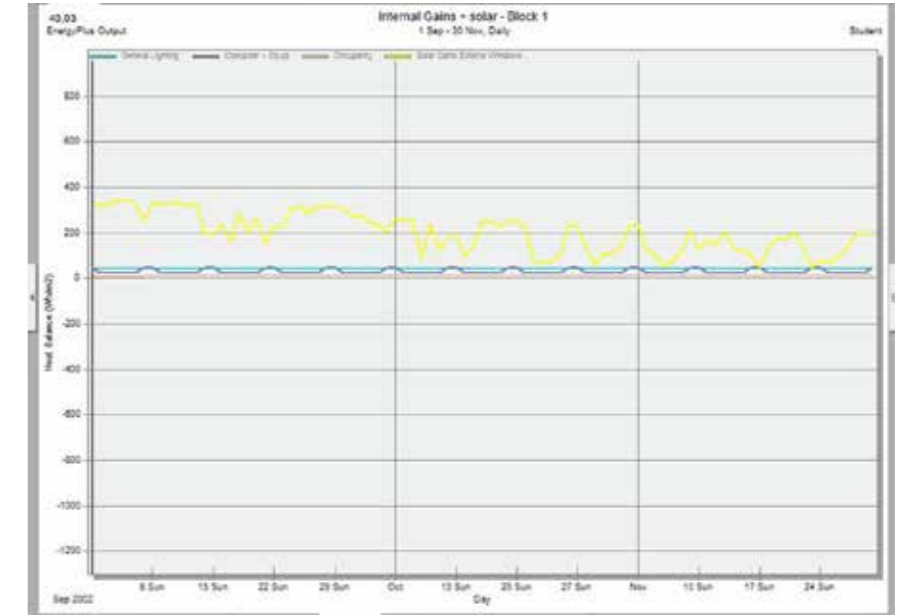
Άνοιξη

4.4.4 Εσωτερικά και Ηλιακά Κέρδη

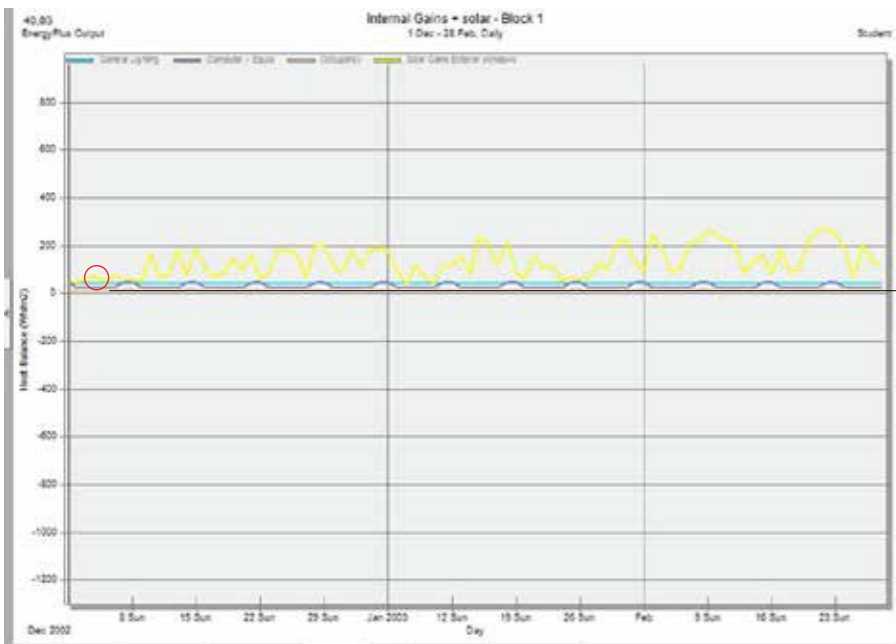


Καλοκαίρι

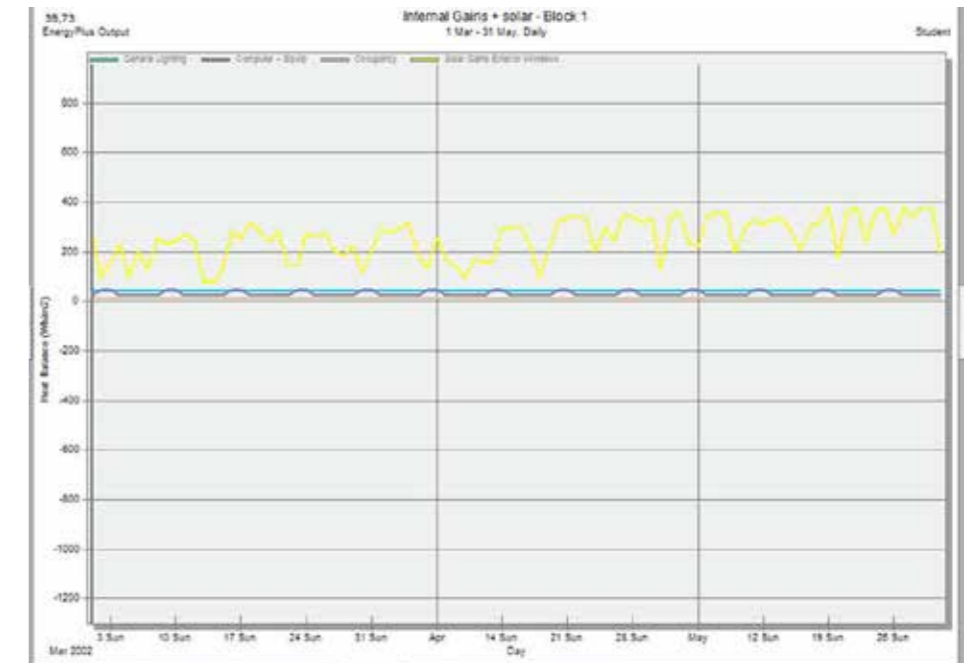
Η κατοικία εμφανίζει εσωτερικά κέρδη όλες τις εποχές όπως ακριβώς στην περίπτωση του Σεναρίου 0, γεγονός απολύτως φυσιολογικό αφού το δώμα δεν σχετίζεται καθόλου με τα υαλοστάσια ή γενικότερα με την άμεση ακτινοβολία η οποία διέρχεται στο σπίτι. Συνεπώς το μέγιστο ηλιακό κέρδος το έχουμε το καλοκαίρι ($0,4 \text{ kW/h}^*m^2$) ενώ το ελάχιστο εμφανίζεται όπως αναμέναμε, το χειμώνα (0 kW/h^*m^2).



Φθινόπωρο

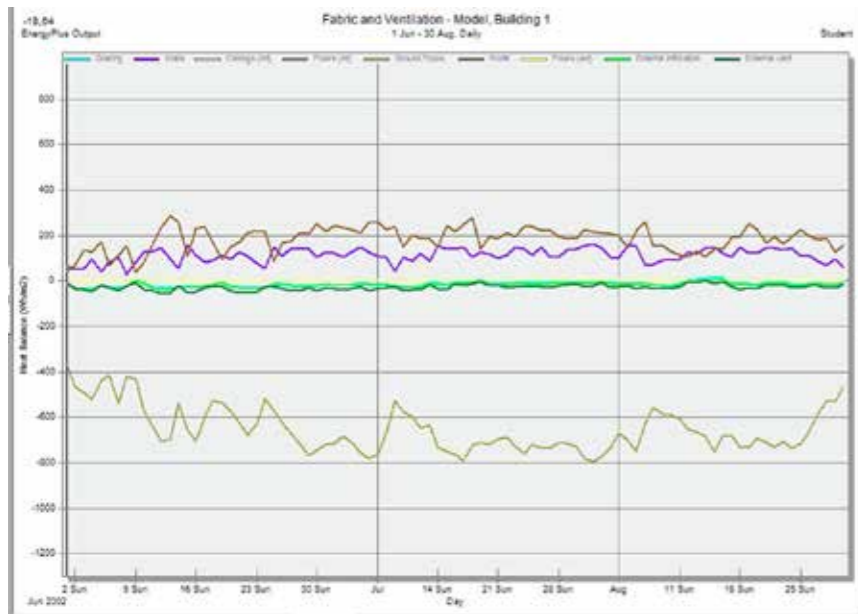


Χειμώνας

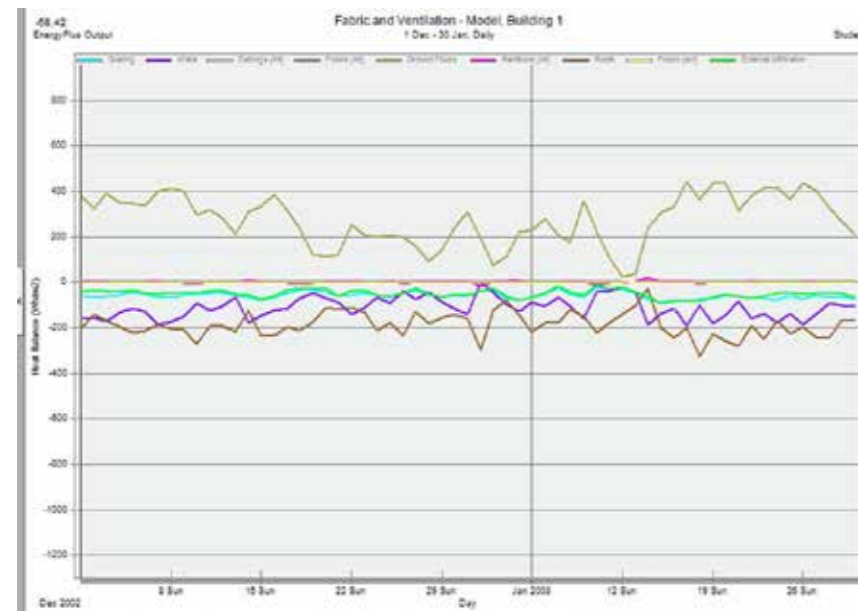
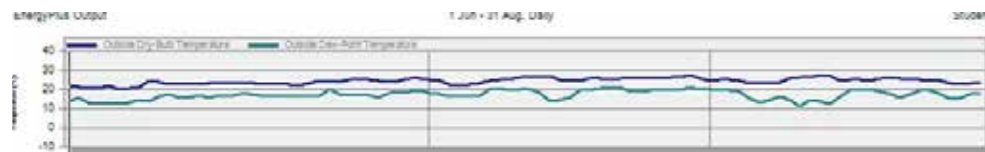


Ανοιξη

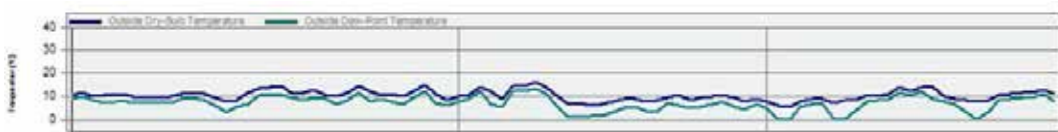
4.4.5 Απώλειες και Πρόσοδοι



Καλοκαίρι



Χειμώνας

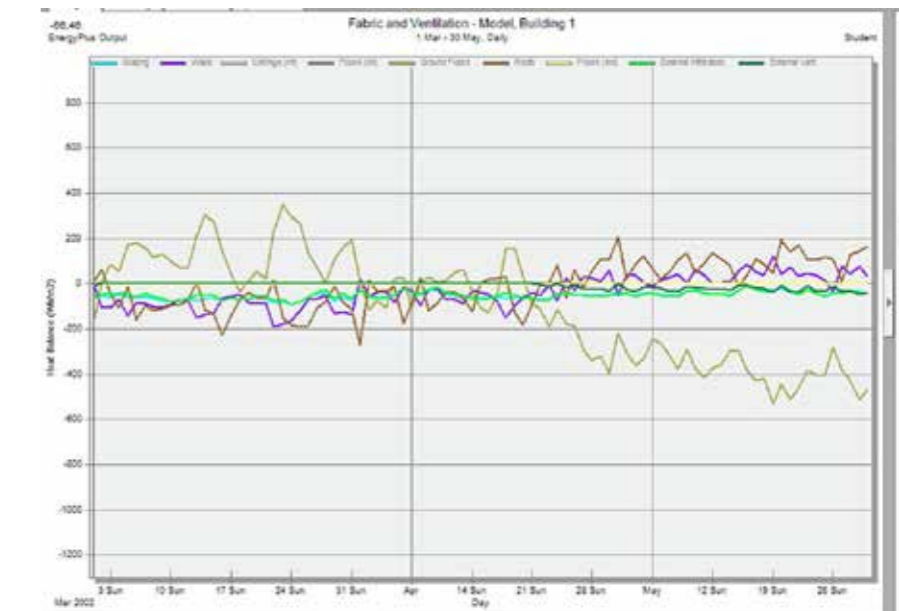
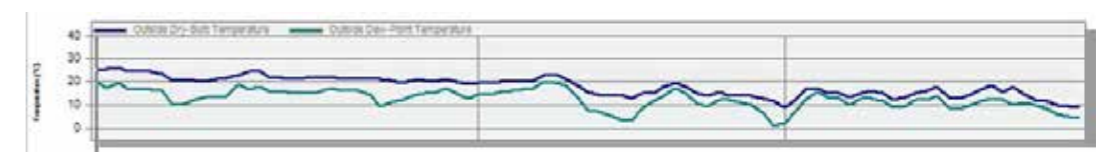


Στο βασικό μοντέλο με φυτεμένο δώμα παρατηρούμε πως οι πρόσοδοι που υπήρχαν από το δώμα έχουν εμφανώς μειωθεί, και έχουν προσεγγίσει τις υπόλοιπες καμπύλες γεγονός λογικό αν σκεφτούμε ότι ο ήλιος πια δεν βλέπει άμεσα την πλάκα του δώματος. Εντυπωσιακό στοιχείο είναι πως έχουν μειωθεί και οι απώλειες της κατοικίας κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Αυτό συμβαίνει πιθανώς διότι λειτουργεί ως ένα είδος μόνωσης το φυτεμένο δώμα, και μειώνει το πόσο της θερμότητας το οποίο διαφεύγει προς τα πάνω. Σαφώς οι απώλειες από την πλάκα εδάφους παραμένουν ανεπηρέαστες.



Φθινόπωρο



Ανοιξη



4.5 Σενάριο 2β - Θερμομονωμένο Μοντέλο με φυτεμένο δώμα

4.5.1 Υποθέσεις

Στο τελευταίο σενάριο μας αντιμετωπίζουμε ένα παθητικό σύστημα το οποίο είναι ενταγμένο σε μια θερμομονωμένη κατοικία. Θεωρούμε πως η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U) θα μειωθεί. Επίσης το καλοκαίρι πιθανώς να δροσίζεται το σπίτι ωστόσο το χειμώνα μπορεί να έχει μια αρνητική επίδραση στα κέρδη, αφού στο δώμα θα υπάρχει διαρκώς ένα στοιχείο το οποίο θα φέρει νερό σε χαμηλή θερμοκρασία.

Δομικό Στοιχείο – ΚΕΝΑΚ	K (W/m2-K)
1. Εξωτερικοί Τοίχοι	0,50
2. Στέγαση – δώμα	0,45
3. Δάπεδο – Πλάκα επί εδάφους	0,90

4.5.2 Δεδομένα

5,130
0,040
8,197
0,332
3,012
0,2100
0,0000
0,332
0,332
8,197
0,332
3,012

K δαπέδου

19,870
5,130
0,040
0,239
4,327
0,231
0,7250
222,5000
4,327
4,327
0,239
4,327
0,231

K δώματος

19,870
5,130
0,040
0,381
2,798
0,357
0,3100
0,0000
2,798
2,798
0,381
2,798
0,357

K Πλήρωσης

19,870
5,130
0,040
0,415
2,580
0,388
0,3700
0,0000
2,580
2,580
0,415
2,580
0,388

K Φέροντα Οργανισμού

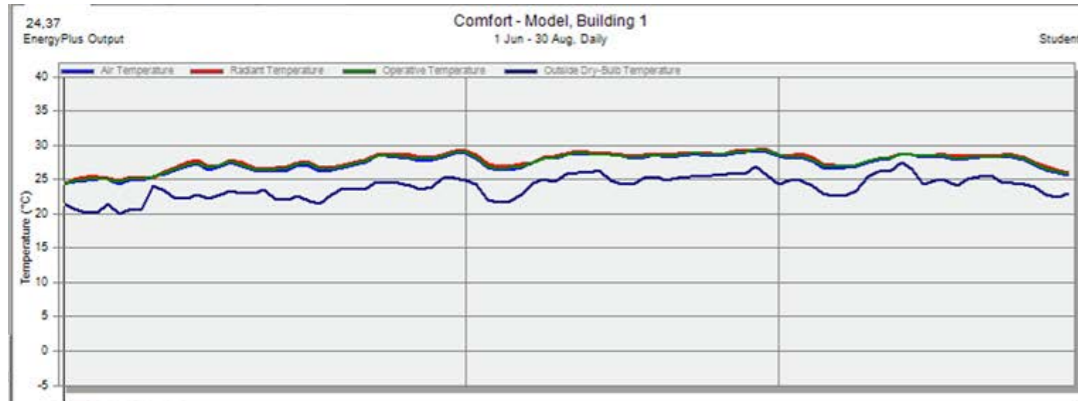
α/α	Α. Φέρων Οργανισμός Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m2.K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m3	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=25,00				0,040			
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
2	Διογκωμένη πολυστερίνη	0,08	0,0355			10	1470	10
3	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0,25	2,30	0,11		2300	1000	80
4	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αι=7,70				0,13			

α/α	Β. Πληρώσεις Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m ² .K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m ³	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=25,00				0,040			
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
2	Διογκωμένη πολυστερίνη	0,08	0,0355			10	1470	10
3	Οπτοπλινθοδομή (μπατική+διάτρητα)	0,19	0,58	0,328		1700	1000	5-10
4	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,020	0,87	0,023		1800	1000	25-30
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αι=7,70				0,13			

α/α	Γ. Δώμα Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m ² .K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m ³	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=25,00				0,040			
1	Χώμα							
2	Σκληρό Καουτσούκ	0,20	0,15			1200	1000	150
3	Μωσαϊκό	0,030	1,50	0,020		1900		
4	Γαρμπιλόδεμα	0,080	1,100	0,073		1900		35
5	Διογκωμένη πολυστερίνη	0,10	0,0355			10	1470	10
6	Φέρουσα πλάκα ο.σ	0,010	2,300	0,043		2300	1000	80
7	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	0,015	0,87	0,017		1800	1000	25-30
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αι=7,70				0,13			

α/α	Δ. Δάπεδο ο.σ επί εδάφους Στρώσεις (από έξω προς τα μέσα)	Πάχος d, m	Συντελεστής θερ. αγωγιμότητας λ, W/m.K	Αντίσταση θερμοδιαφυγής R=d/λ, m ² .K/W	Αντίσταση θερμ. μεταβίβασης 1/α	Πυκνότητα ρ, kg/m ³	Ειδική θερμοχωρητικότητα Cp, J (kg*K)	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών μ
	Εξωτερικό οριακό στρώμα, αα=0				0			
1	Μωσαϊκό	0,030	1,50	0,020		1900		
2	Γαρμπιλόδεμα	0,050	1,100	0,045		1900		35
3	Φέρουσα πλάκα ο.σ	0,013	2,300	0,057		2300	1000	80
4	Διογκωμένη πολυστερίνη	0,03	0,0355			10	1470	10
	Εσωτερικό οριακό στρώμα, αι=7,70				0,13			

4.5.3 Θερμική Άνεση

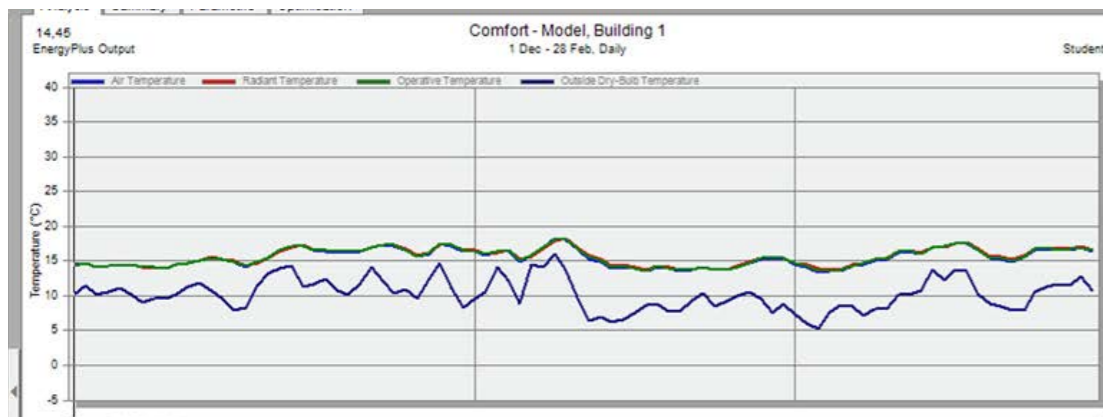


Καλοκαίρι

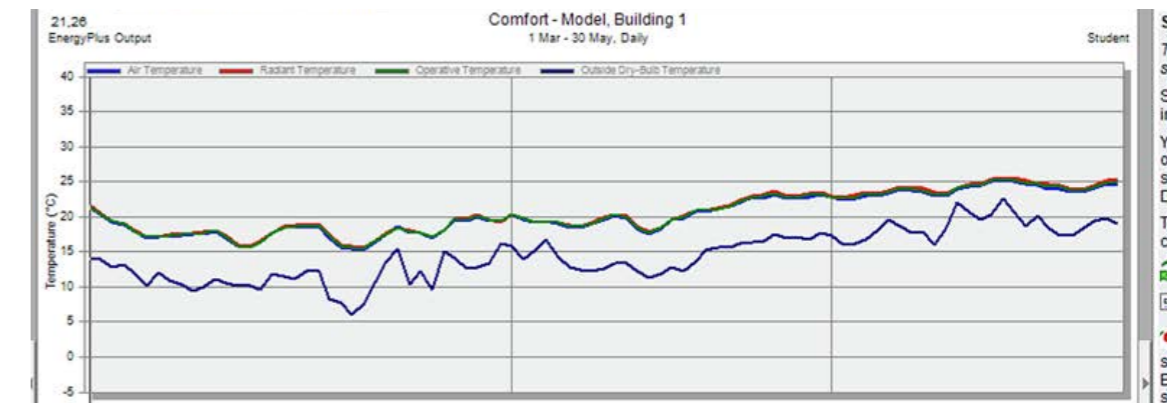


Φθινόπωρο

Οι καμπύλες στο σενάριο 2β όπου αντιστοιχεί σε θερμομονωμένο κτήριο με τη χρήση φυτεμένου δώματος παρουσιάζουν την ίδια τάση με αυτές του σεναρίου 2α. Φαίνεται όμως πως η απόσταση από την εξωτερική θερμοκρασία έχει έχει διευρυνθεί κι'άλλο γεγονός απολύτως λογικό αν σκεφτούμε πως έχουν μονωθεί και τα υπόλοιπα σημεία του κελύφους.

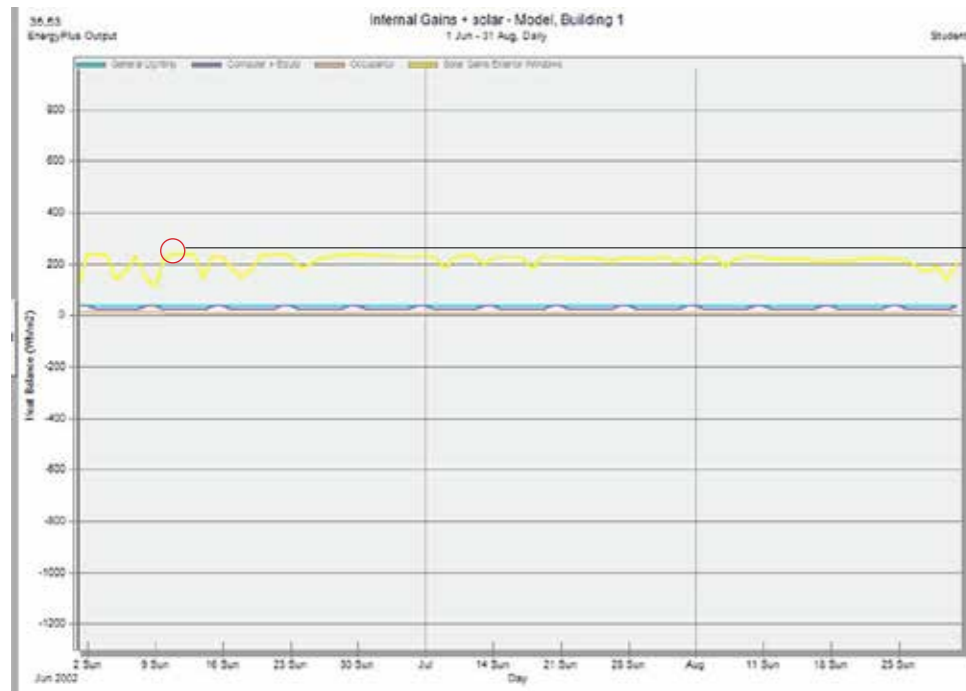


Χειμώνας

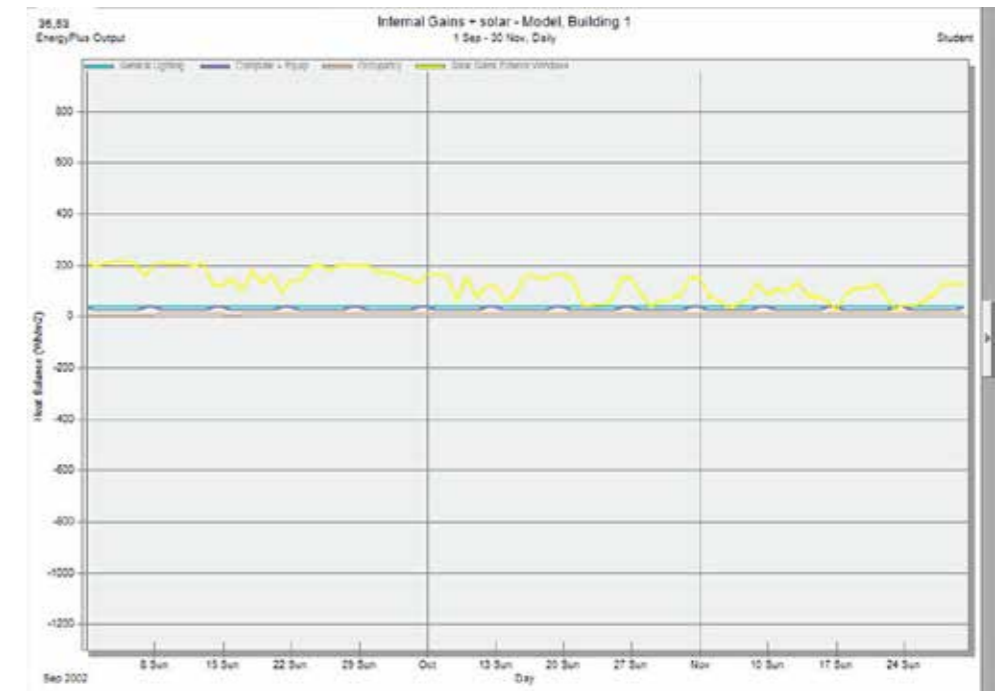


Άνοιξη

4.5.4 Εσωτερικά και Ηλιακά Κέρδη

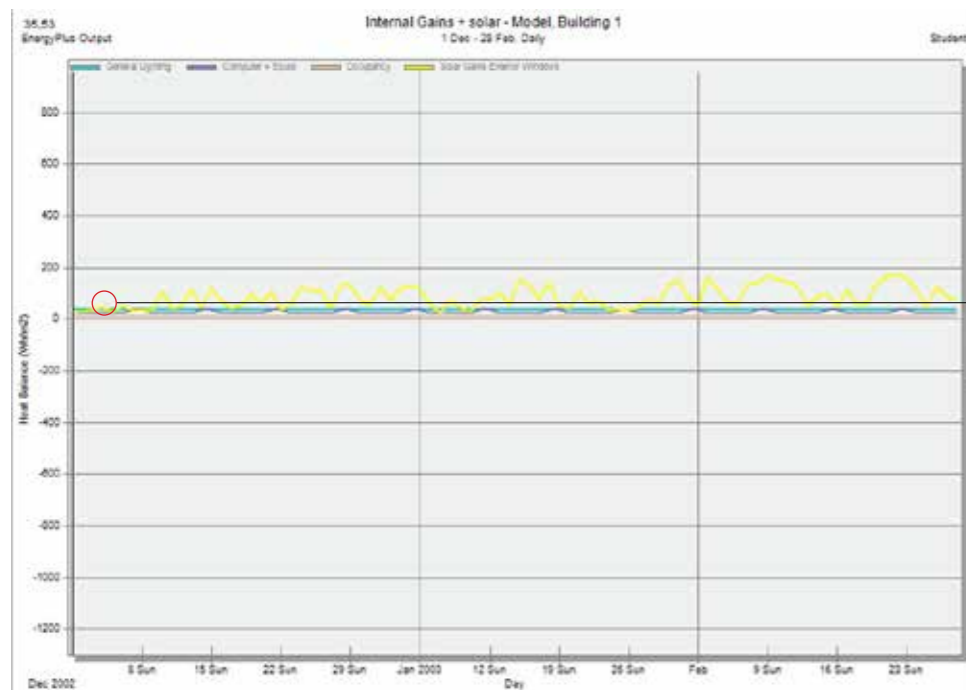


Καλοκαίρι

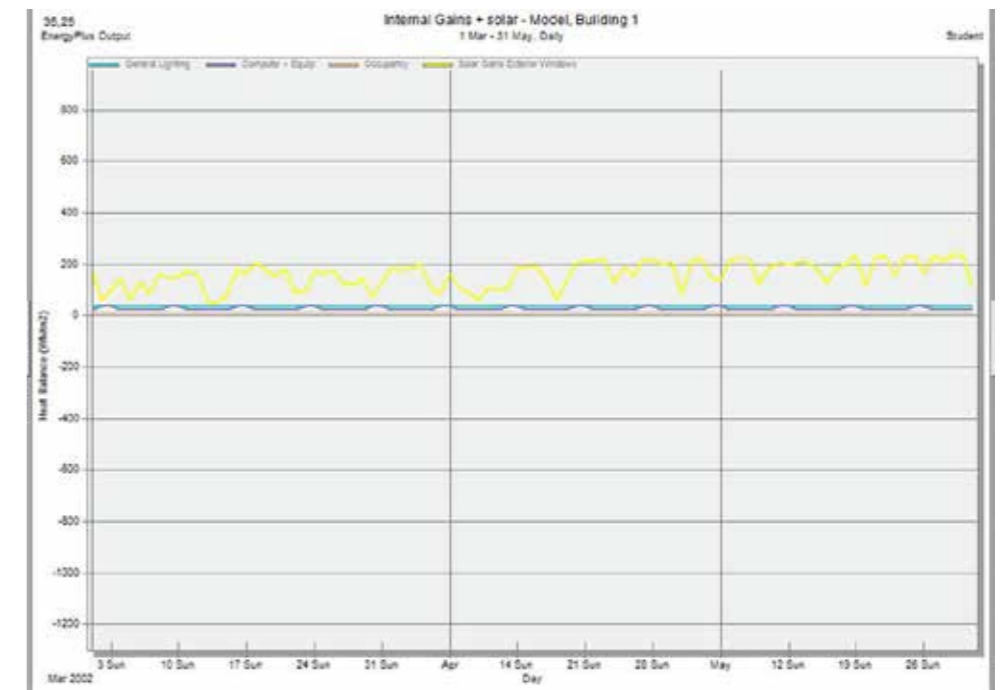


Φθινόπωρο

Η κατοικία εμφανίζει εσωτερικά κέρδη όλες τις εποχές όπως ακριβώς στην περίπτωση του Σεναρίου 1, γεγονός απολύτως φυσιολογικό αφού το δώμα δεν σχετίζεται καθόλου με τα υαλοστάσια ή γενικότερα με την άμεση ακτινοβολία η οποία διέρχεται στο σπίτι. Συνεπώς το μέγιστο ηλιακό κέρδος το έχουμε το καλοκαίρι ($0,4 \text{ kW/h} \cdot \text{m}^2$) ενώ το ελάχιστο εμφανίζεται όπως αναμέναμε, το χειμώνα ($0 \text{ kW/h} \cdot \text{m}^2$).

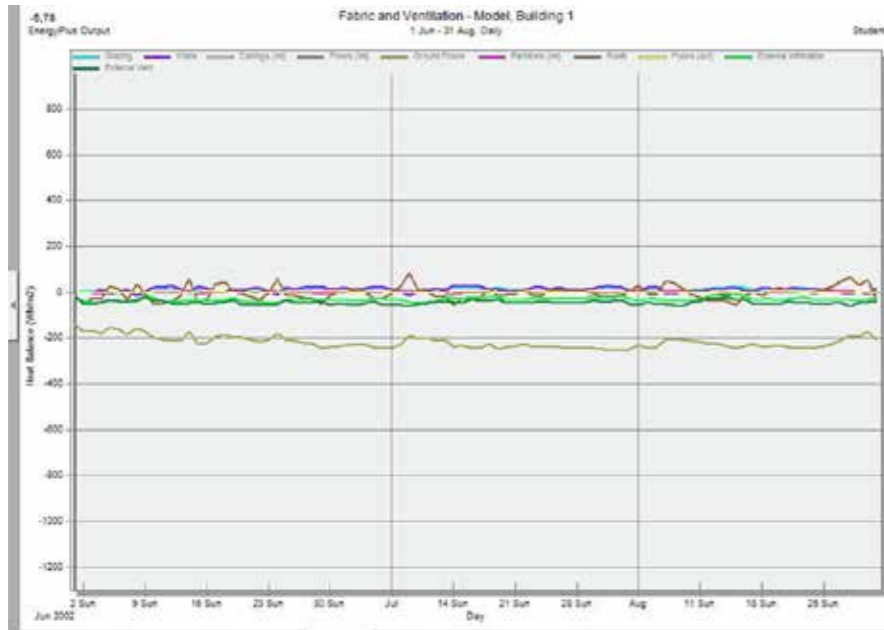


Χειμώνας

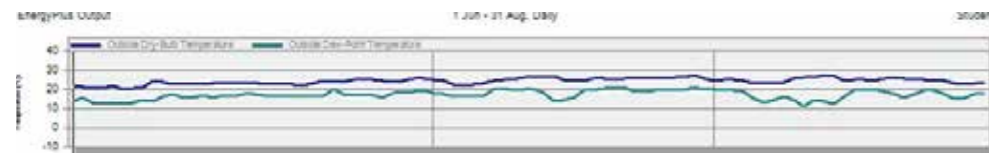


Ανοιξη

4.5.5 Απώλειες και Πρόσοδοι



Καλοκαίρι



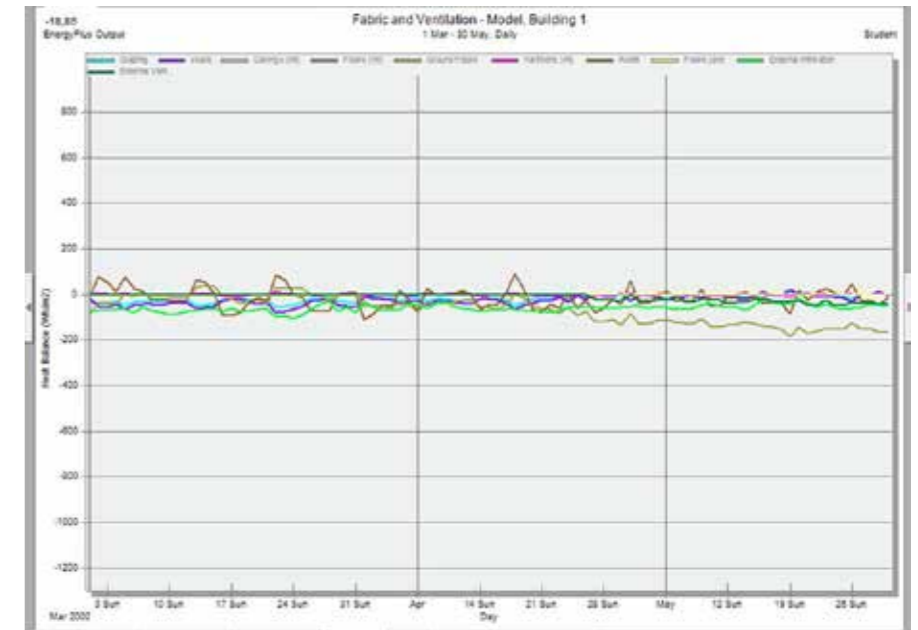
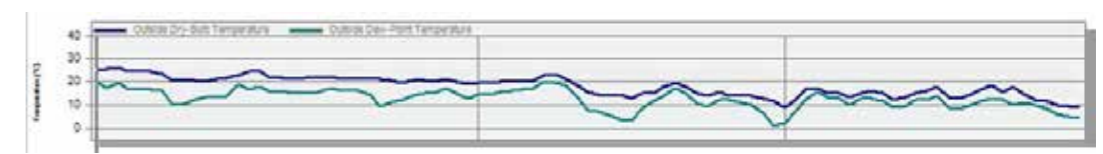
Χειμώνας



Στο θερμομονωμένο μοντέλο με φυτεμένο δώμα παρατηρούμε πως οι ελάχιστοι πρόσοδοι που υπήρχαν από το δώμα έχουν εκμηδενιστεί, και έχουν προσεγγίσει τις υπόλοιπες καμπύλες, πιθανώς επειδή η θερμομωση δεν επιτρέπει πια την μετάβαση θερμότητας. Οι υπόλοιπες καμπύλες παραμένουν ανεπηρέαστες.



Φθινόπωρο



Ανοιξη



5. Συμπεράσματα

5.1 Θερμική Άνεση

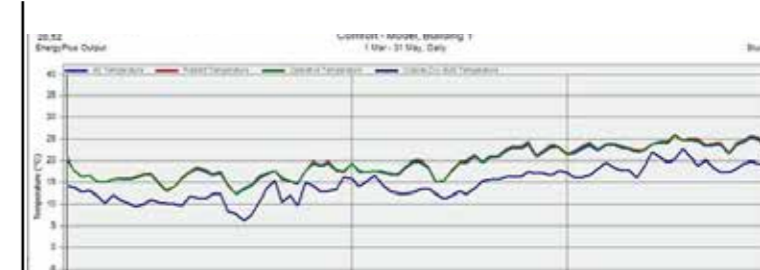
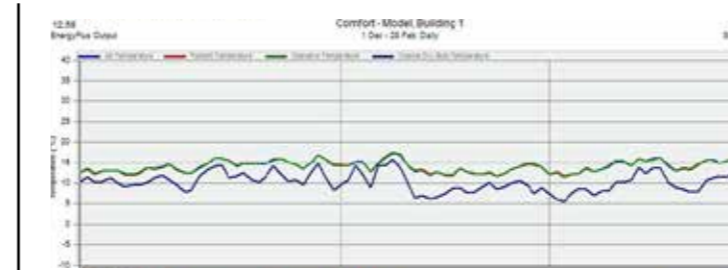
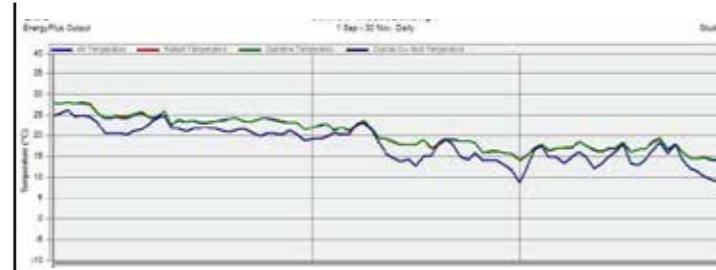
Καλοκαίρι

Φθινόπωρο

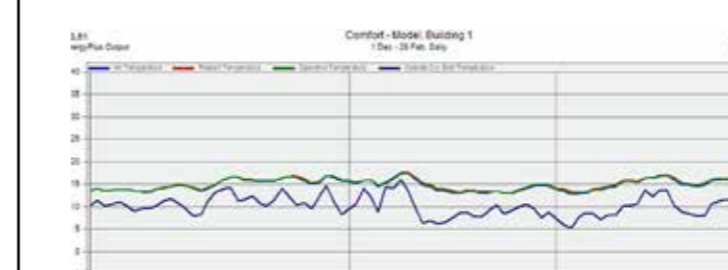
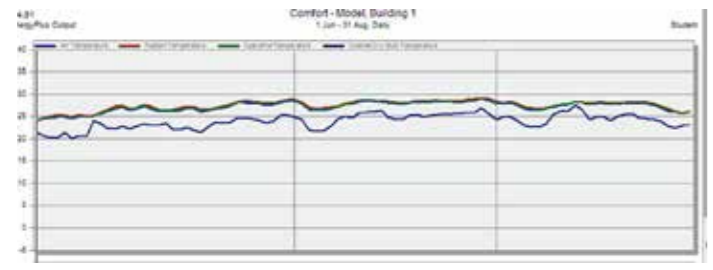
Χειμώνας

Άνοιξη

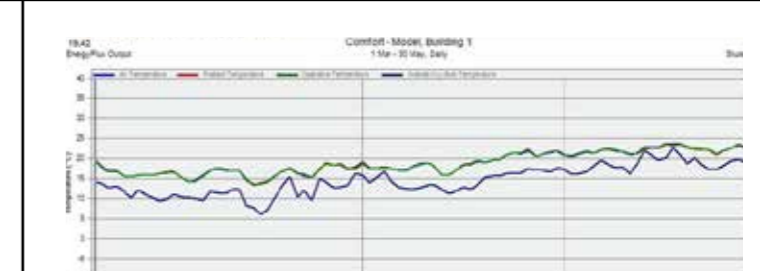
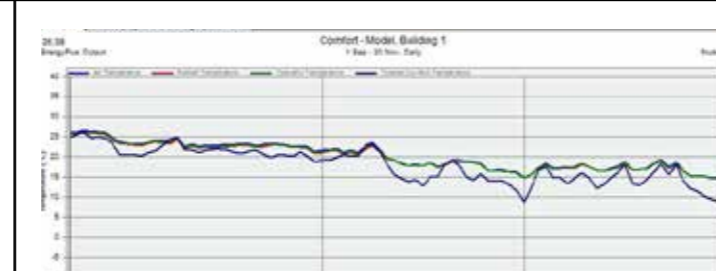
Σ0



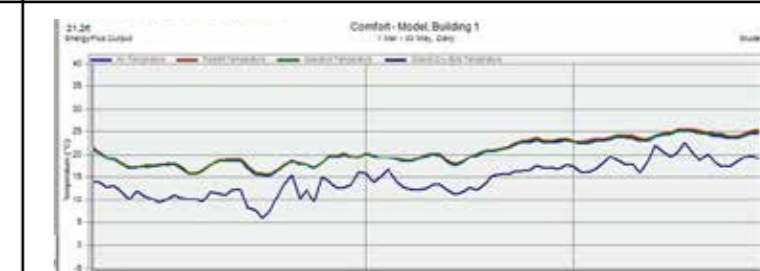
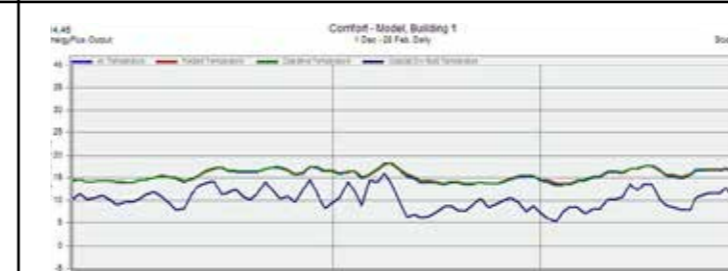
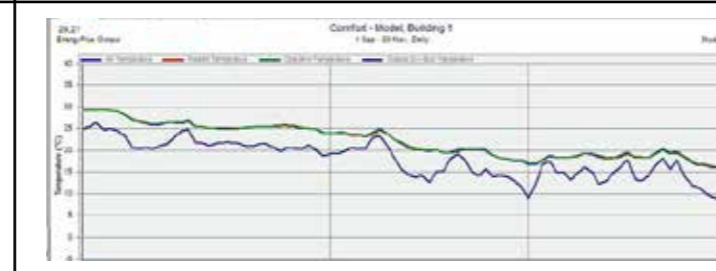
Σ1



Σ2α



Σ2β



Τα διαγράμματα της θερμικής άνεσης παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον διότι εμφανίζεται η διαφορετική συμπεριφορά που έχει η κατοικία στις 4 εποχές και σε 4 διαφορετικές καταστάσεις. Τα δύο κύρια χαρακτηριστικά τους είναι απόσταση που έχουν μεταξύ τους οι δύο καμπύλες καθώς και το πόσο ομαλή είναι η καμπύλη της εσωτερικής θερμοκρασίας σε σχέση με αυτή της εξωτερικής.

Το καλοκαίρι παρατηρούμε πως οι υψηλότερες θερμοκρασίες εντός του σπιτιού εμφανίζονται κυρίως στο Σ0 και με μια μικρή διαφορά στα Σ1, Σ2β. Ωστόσο στο Σ2α όπου έχουμε φυτεμένο δώμα χωρίς θερμομόνωση παρατηρούμε σημαντική μείωση της θερμοκρασίας του εσωτερικού του σπιτιού. Το ίδιο ισχύει και για τις άλλες εποχές. Το καλοκαίρι και την άνοιξη επιθυμούμε να βρισκόμαστε κοντά στην εξωτερική θερμοκρασία (και χαμηλότερα αν γίνεται) οπότε μπορούμε να πούμε πως η χρήση φυτεμένου δώματος είναι θετική. Ωστόσο την χειμερινή περίοδο όπου η θερμοκρασίες είναι χαμηλές, το φυτεμένο δώμα συνεχίζει να ακολουθεί την εξωτερική καμπύλη, γεγονός αρνητικά αφού επιθυμούμε υψηλότερες θερμοκρασίες από τις εξωτερικές.

Συμπερασματικά, η χρήση φυτεμένου δώματος θα μπορούσε να ενισχύσει την συμπεριφορά του κτηρίου την θερινή περίοδο και να επιβαρύνει την χειμερινή. Οπότε η χρήση θερμομόνωσης παραμένει απαραίτητη, και πιθανώς θα μπορούσε να ενισχυθεί από μια ακόμη πιο ήπια μορφή εκτακτικού φυτεμένου δώματος.

5.2 Εσωτερικά και Ηλιακά Κέρδη

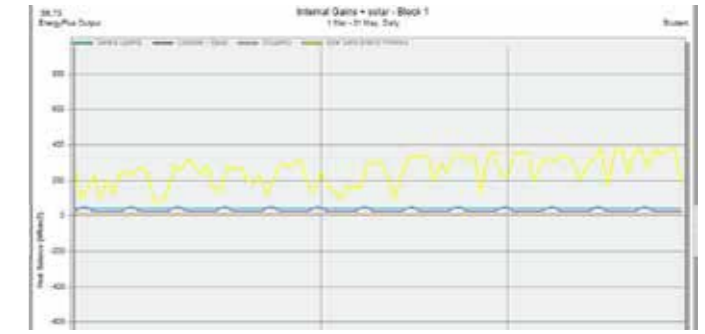
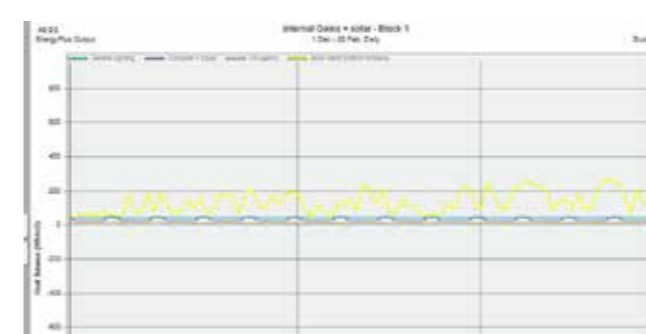
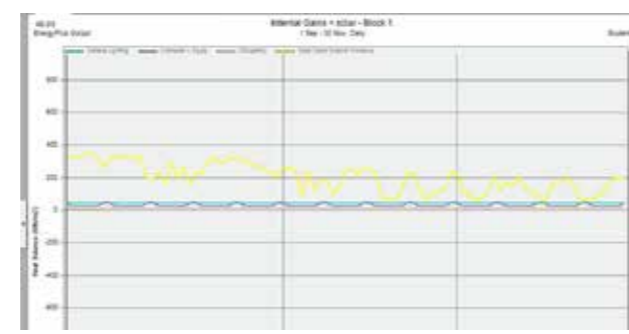
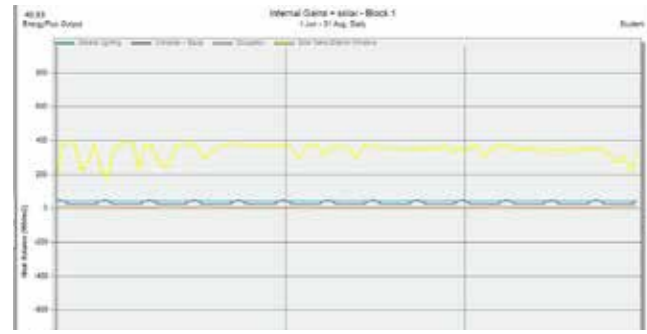
Καλοκαίρι

Φθινόπωρο

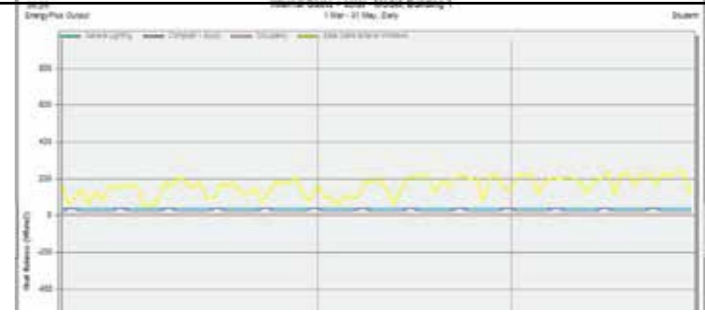
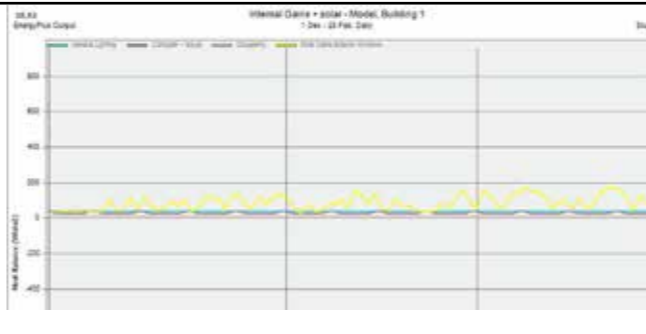
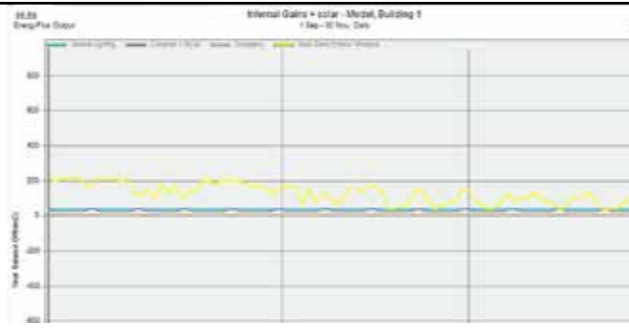
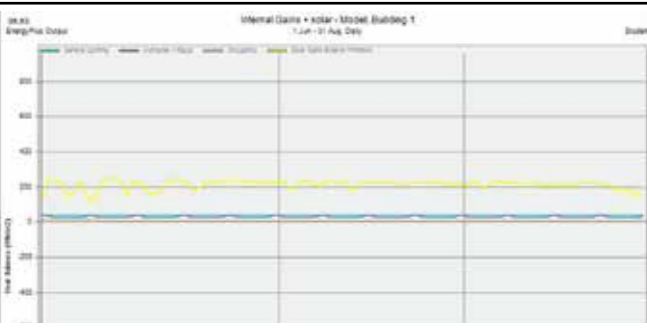
Χειμώνας

Ανοιξη

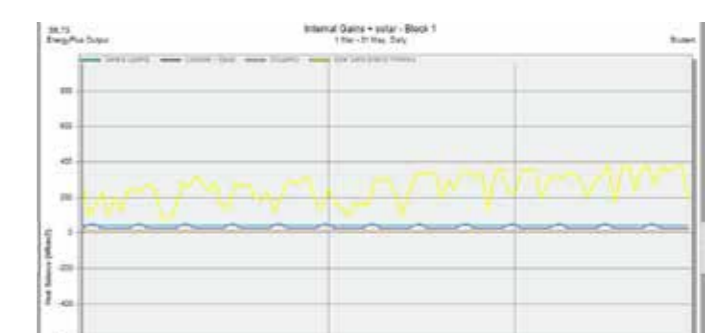
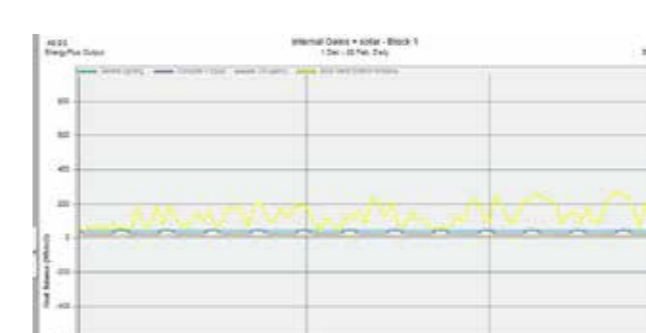
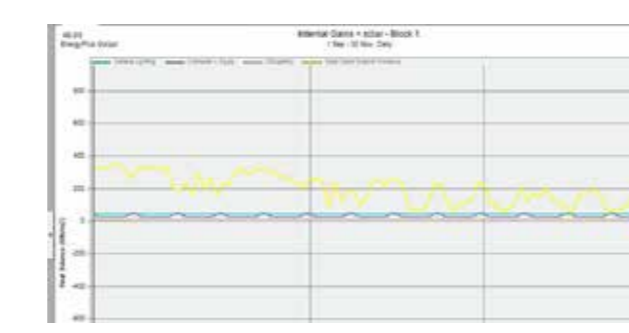
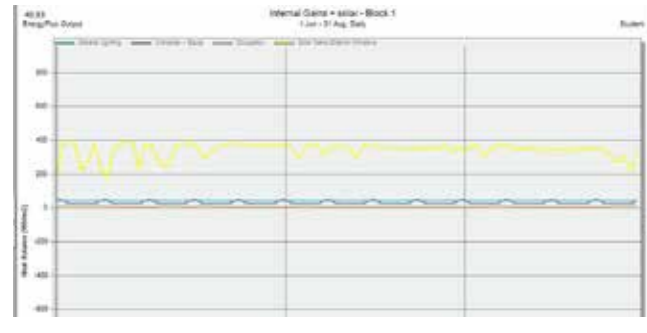
Σ0



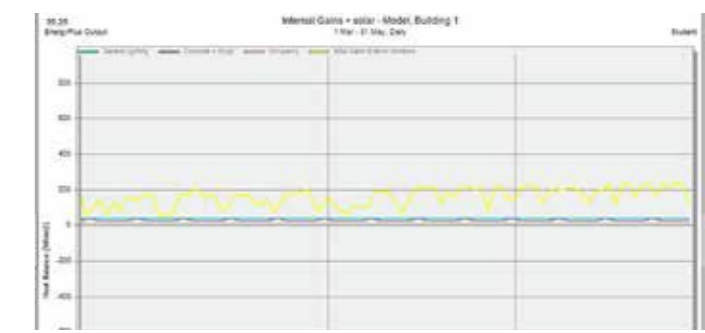
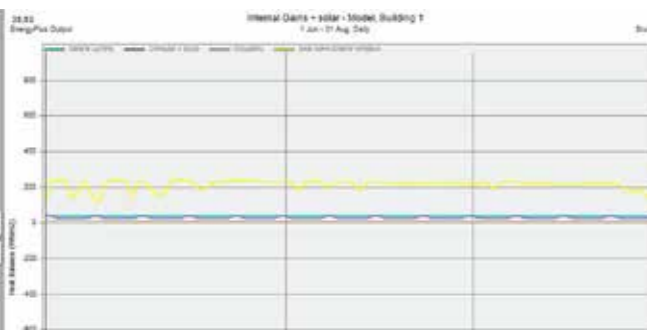
Σ1



Σ2α



Σ2β



Τα ηλιακά κέρδη αποτελούν στοιχείο το οποίο εμφανίζεται σε όλα τα σενάρια. Όπως είναι φυσικό την θερινή περίοδο οι τιμές είναι μεγαλύτερες από την χειμερινή, με μέγιστη τιμή το καλοκαίρι και ελάχιστη των χειμώνα. Το γεγονός ότι έχουμε ηλιακά κέρδη και την χειμερινή περίοδο οφείλεται αφενός στο ότι η Ελλάδα αποτελεί ηλιόλουστη χώρα την μεγαλύτερη περίοδο του χρόνου και στο ότι οι μετρήσεις αφορούν την Ανδραβίδα η οποία βρίσκεται σχετικά στο μέσο της Ελλάδας και έχει αιθριο συνήθως καιρό.

Μεταξύ των σεναρίων παρατηρούμε πως τα σενάρια 0 και 2α έχουν ίδιες τιμές μεταξύ τους ενώ αντίστοιχα το ίδιο συμβαίνει με τα σενάρια 1 και 2β. Τα ηλιακά κέρδη δεν επηρεάζονται από την θερμομόνωση του δώματος, της πλάκας του εδάφους ή των εξωτερικών τοιχών. Επίσης με την χρήση του παθητικού συστήματος (φυτεμένο δώμα) δεν υπήρχε πάλι κάποια αλλαγή. Η διαφορά μεταξύ των 2 ομάδων (του σεναρίου 0,2α και 1,2β) οφείλεται στο ότι στα θερμομονωμένα σενάρια υπήρξε αλλαγή στα υαλοστάσια. Αντί δηλαδή 1 μονού 6 χιλιοστών τοποθετήθηκε 1 διπλό με πάχος 3 χιλιοστά και διάκενο 12 χιλιοστά.

Η ηλιακή ακτινοβολία στη δεύτερη περίπτωση χρειαζόταν να διαπεράσει δύο τζάμια και το διάκενο του αέρα και αυτό είχε ως αποτέλεσμα την μείωση των ηλιακών κερδών στα θερμομονωμένα μοντέλα.

5.3 Απώλειες και Πρόσοδοι

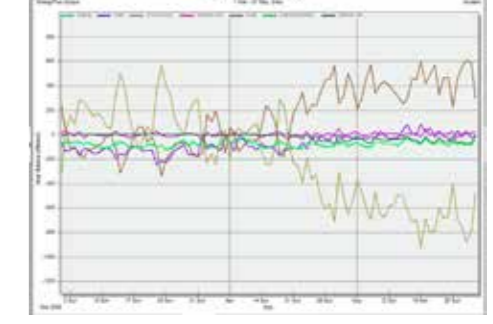
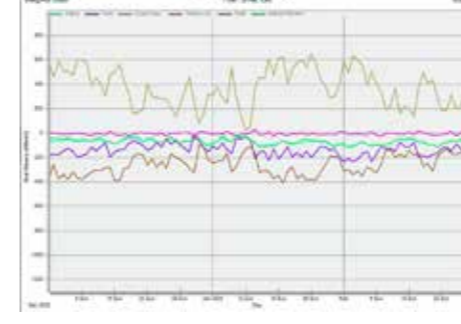
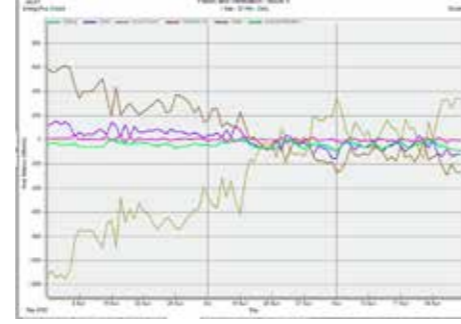
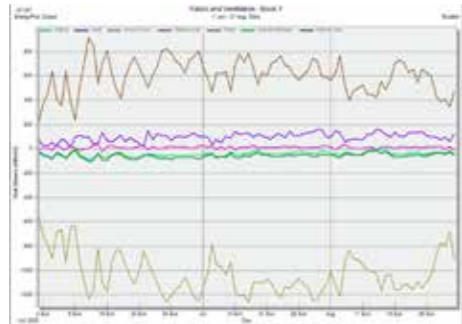
Καλοκαίρι

Φθινόπωρο

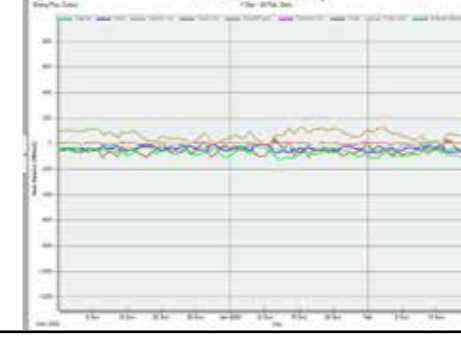
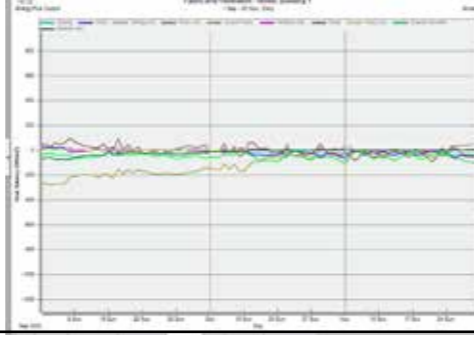
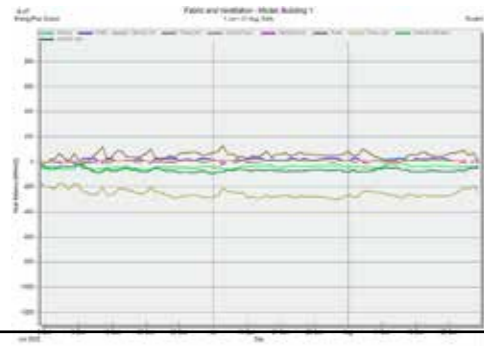
Χειμώνας

Άνοιξη

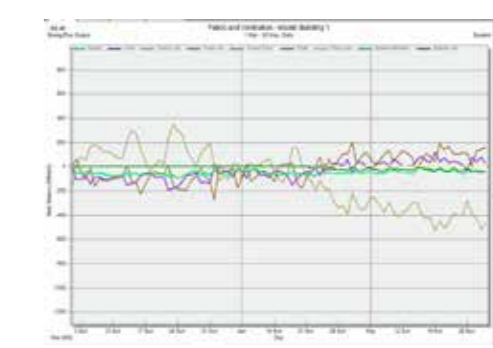
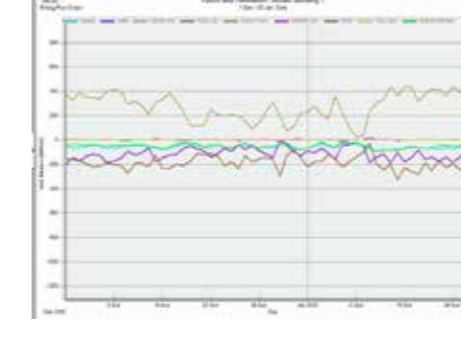
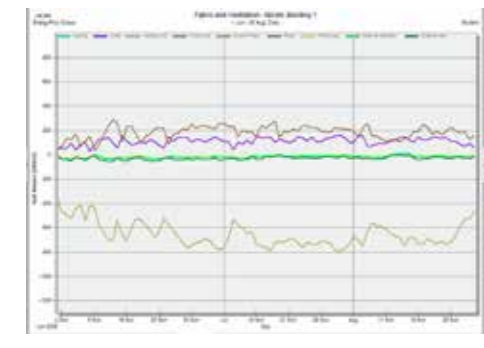
Σ0



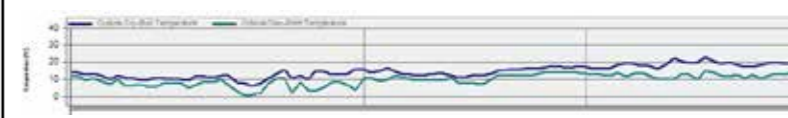
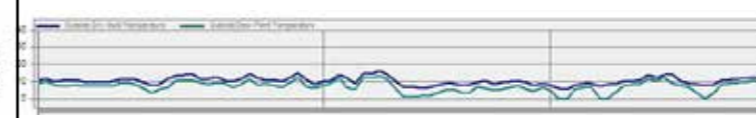
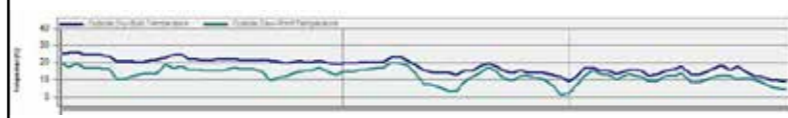
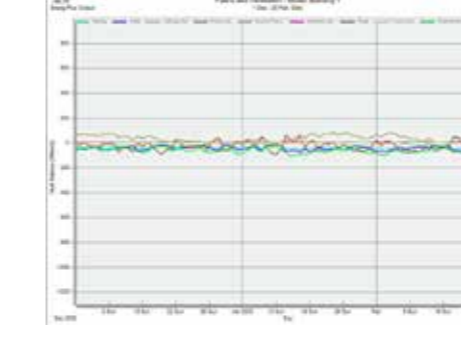
Σ1



Σ2α



Σ2β



Οι απώλειες και οι πρόσοδοι είναι πιθανώς οι πιο ενδιαφέρουσες μετρήσεις της εργασίας. Γενικώς όπως αναμέναμε τα θερμομονωμένα μοντέλα παρουσίαζαν μικρότερες απώλειες από τα μη. Αξιοσημείωτες είναι και οι συμπεριφορές που έχουν το δώμα και η πλάκα δαπέδου οι οποίες λόγω των στοιχείων που τους περιβάλλει (στο δώμα η άμεση επαφή με τον ήλιο και τον εξωτερικό αέρα και στο δάπεδο το έδαφος) παρουσιάζουν έντονες αλλαγές μεταξύ των εποχών, για τους λόγους που αναλύσαμε στις παρουσιάσεις των αποτελεσμάτων.

Επίσης σημαντική είναι η επίδραση που έχει το φυτεμένο δώμα. Στο βασικό μοντέλο λειτουργεί ως μια μορφή θερμομόνωσης, περιορίζοντας σε ένα βαθμό τις θερμικές απώλειες από το δώμα καθώς και την υπερθέρμανση από το καλοκαίρι. Στο θερμομονωμένο μοντέλο όμως δεν έχει κάποια ιδιαίτερη επίδραση, αφού τον προστατευτικό του ρόλο τον έχει (υπερ)καλύψει η θερμική προστασία η οποία έχει τοποθετηθεί στο κέλυφος τους σπιτιού.

6. Βιβλιογραφία

- Αιμίλιος Κορωναίος, Γεώργιος Πουλάκος, *Τεχνικά Υλικά*, Εκδόσεις Συμμετρία, 2011
- Ελένη Ανδρεαδάκη, *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός: Περιβάλλον και βιωσιμότητα*, University Studio Press, 2006
- μτφ. Ερωτόκριτος Τσίγκας, *Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική*, τίτλος πρωτύπου: *Energy in Architecture*, Μαλλιάρης παιδεία
- Derek Phillips, *Daylighting: Natural Light in Architecture*, Architectural Press 2004