ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

Παθητικός Ηλιακός Σχεδιασμός Θαλάμων Νοσηλείας

Εφαρμογή στο ΚΑΤ

Σταυρακάκη Πετρούλα

Επιβλέπων : Τζουβαδάκης Ι. , Αναπληρωτής καθηγητής ΕΜΠ

Συνεπιβλέπουσα : Σκλάβου Ε. , Αρχιτέκτων μηχανικός Υ.Δ ΕΜΠ

Αθήνα, Νοέμβριος 2013

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ..... **vii**

ABSTRACT ..... **vii**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ ..... **ix**

1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ **1**

1.1 Εισαγωγή 1

1.2 Βασικές Αρχές – Στόχοι 1

1.3 Παθητικά Συστήματα 3

1.3.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης 3

1.3.2 Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού 6

1.3.3 Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού 7

Βιβλιογραφία / Αναφορές 1ου κεφαλαίου 8

2 ΗΛΙΑΣΜΟΣ **9**

2.1 Το κτίριο ως ηλιακός συλλέκτης 9

2.2 Ηλιακή Ακτινοβολία 9

2.3 Υπολογισμός Ηλιακών Γωνιών 12

Βιβλιογραφία / Αναφορές 2ου κεφαλαίου 13

3 ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ **15**

3.1 Βασικές αρχές 15

3.2 Βασικά φωτομετρικά μεγέθη 15

3.3 Παράγοντας διανομής φυσικού φωτισμού 16

3.4 Θάμβωση 17

3.5 Στρατηγικές σχεδιασμού 20

Βιβλιογραφία / Αναφορές 3ου κεφαλαίου 21

4 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ - ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ **23**

4.1 Κατάλληλος προσανατολισμός και αναλογίες ανοιγμάτων 23

4.2 Υαλοπίνακες 23

4.2.1 Επίδραση ηλιακής ακτινοβολίας στο γυαλί 25

4.2.2 Κατηγορίες υαλοπινάκων 28

Βιβλιογραφία / Αναφορές 4ου κεφαλαίου 29

5 ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ – ΣΚΙΑΣΤΡΑ – ΜΠΑΛΚΟΝΙΑ **31**

5.1 Βασικές αρχές 31

5.2 Συστήματα σκίασης 32

5.2.1 Σταθερά Συστήματα Σκίασης 32
5.2.2 Κινητά συστήματα σκίασης 32
5.2.3 Ανακλινόμενα συστήματα σκίασης 32
5.3 Ηλιοπροστατευτικές και φωτοενισχυτικές διατάξεις 33
5.3.1 Ράφια φωτισμού 33
5.3.2 Ανακλαστήρες 33
5.4 Η συμβολή του μπαλκονιού 35
5.4.1 Κατασκευαστικά στοιχεία 35
5.4.2 Επίδραση στη σκίαση και φυσικό φωτισμό 35
5.4.3 Επίδραση στις ανταλλαγές θερμότητας 36
Βιβλιογραφία / Αναφορές 5ου κεφαλαίου 36
6 ΜΟΝΑΔΕΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΠΕΡΙΘΑΛΨΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ 37
6.1 Ενεργειακές απαιτήσεις Νοσοκομείων 37
6.2 Στρατηγικές ενεργειακής αναβάθμισης νοσοκομείων 37
6.3 Οφέλη ''Πράσινων'' Νοσοκομείων 40
Βιβλιογραφία / Αναφορές 6ου κεφαλαίου 41
7 ΔΙΕΘΝΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ 43
7.1 Εισαγωγή 43
7.1.1 Συστήματα αξιολόγησης σε μονάδες υγείας – παραδείγματα διακεκριμένων νοσοκομείων 44
7.2 BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method) 45
7.2.1 BREEAM Healthcare 47
7.3 LEED 52
7.3.1 LEED for Healthcare 54
7.3.2 LEED Platinum Νοσοκομεία 60
7.3.2 LEED Νοσοκομεία – Καναδάς 61
7.4 Green Star 64
7.4.1 Green Star Healthcare 66
7.5 Άλλα συστήματα αξιολόγησης 71
7.6 Σύστημα Αξιολόγησης στην Ελλάδα 73
Βιβλιογραφία / Αναφορές 7ου κεφαλαίου 75
8 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ 77
8.1 Εισαγωγή 77
8.2 Το νοσοκομείο ΚΑΤ 77
8.3 Δημιουργία μοντέλου στο SketchUp - OpenStudio Plugin 79

8.3.2 Χαρακτηρισμός Χώρων (Spaces) 85
8.3.3 Θερμικές Ζώνες 86
8.4 Εισαγωγή ιδιοτήτων μοντέλου στο OpenStudio 89
8.4.1 Επιλογή τοποθεσίας 90
8.4.2 Χρονοδιαγράμματα (Schedules) 90
8.4.3 Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά – Υλικά (Construction Sets – Materials) 90
8.4.4 Εσωτερικά Φορτία (Άνθρωποι, Φωτισμός και Ηλεκτρικός Εξοπλισμός) 92
8.5 Προσομοίωση στο OpenStudio 93
8.6 Προσομοίωση στο EnergyPlus 94
Βιβλιογραφία / Αναφορές 8ου κεφαλαίου 95
9 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ 97
9.1 Μεταβλητές εξόδου σχετικά με το περιβαλλον 97
9.2 Μεταβλητές εξόδου σχετικά με τις θερμικές ζώνες 101
10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 115
11 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ 129
12 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α' : ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ 133
13 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β' : ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ 137
14 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ' : ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΙΠΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ 145
15 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΝΑΦΟΡΕΣ 165

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η απαίτηση εξασφάλισης καλών συνθηκών φυσικού φωτισμού και θερμικής άνεσης για τους χρήστες / ασθενείς μια μονάδας υγειονομικής περίθαλψης καθώς και η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας σε τέτοιες εξαιρετικά ενεργοβόρες εγκαταστάσεις, αποτελούν δύο καθοριστικά στοιχεία προς διερεύνηση του θεραπευτικού περιβάλλοντος ενός νοσοκομείου. Στην παρούσα διπλωματική παρουσιάζονται θεωρητικά τα στοιχεία αυτά, και περιγράφονται αναλυτικά τα παθητικά συστήματα ηλιασμού που έχουν ως στόχο την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την εξοικονόμηση της συνολικής ενέργειας που καταναλώνει το κτίριο. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στα σημαντικότερα διεθνή συστήματα αξιολόγησης κτιρίων και της κατάταξης σύμφωνα με την ενεργειακή κατανάλωση τους, καθώς και των εκδόσεων τους με τα κριτήρια αξιολόγησης που έχουν θεσπιστεί ειδικά για τις νοσηλευτικές μονάδες. Στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής εργασίας και εστιάζοντας συγκεκριμένα στους θαλάμους νοσηλείας, κατασκευάζουμε με τη βοήθεια του Google SketchUp ένα μοντέλο του κτιρίου της κεντρικής νοσηλευτικής μονάδας του νοσοκομείου ΚΑΤ και εκτελούνται προσομοιώσεις μέσω των λογισμικών OpenStudio και EnergyPlus . Σκοπός είναι να αξιολογηθεί ο ηλιασμός των προσόψεων θαλάμων νοσηλείας ποσοτικοποιώντας τα αντίστοιχα μεγέθη, καθώς και η συμβολή της ύπαρξης του μπαλκονιού ως οριζόντιου εξωτερικού συστήματος σκίασης. Γίνεται σύγκριση του υπάρχοντος κτιρίου (με μπαλκόνι) με τη θεωρητική εκδοχή που δεν υπήρχε μπαλκόνι, μέσω διαγραμμάτων, αναλύονται τα αποτελέσματα και διατυπώνονται συμπεράσματα και προτάσεις με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου προς μελέτη.

ABSTRACT

The demand for quality levels of natural light and thermal comfort for the users / patients and the need for energy efficiency at energy consuming buildings such as healthcare facilities are two key elements to explore, as far as the therapeutic environment of a hospital is concerned. The current diploma thesis presents these elements in the correspondent theoretical part and provides a detailed description of the passive solar systems. Thereafter, the most important international building rating systems and the proposed classification according to their energy consumption are mentioned, as well as their healthcare versions with the evaluation criteria established specifically for the healthcare facilities. For the practical part, and focusing on patient rooms in particular, the main building of the nursing unit of general hospital KAT, utilizing Google SketchUp was modeled, which was then used by NREL's OpenStudio and EnergyPlus, to run simulations in order to assess the insolation of facades wards quantifying the relative sizes, and the contribution of the existence of the balcony as a horizontal external shading system. Finally, a comparison of the two models (i.e the existing building with a balcony and a theoretical variation where no balcony exists) is performed, the results are analyzed and the conclusions and recommendations to improve the overall quality (and subsequently energy efficiency) of the patient rooms, the nursing unit and the hospital in general.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή Ι.Τζουβαδάκη για την ανάθεση του θέματος της διπλωματικής μου εργασίας και τη συνεργασία του κατά τη διάρκεια εκπόνησής της, καθώς και τη συνεπιβλέπουσα Εύα Σκλάβου, υποψήφια διδάκτορα, για την πολύτιμη προθυμία και την καθοδήγηση που μου παρείχε για την ολοκλήρωσή της.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τον Κώστα Γομπάκη, υποψήφιο διδάκτορα στο Πολυτεχνείο Κρήτης, για το χρόνο και τις γνώσεις που μοιράστηκε μαζί μου πάνω στο αντικείμενο των ενεργειακών προσομοιώσεων.

Τέλος, ιδιαίτερα ευχαριστώ τις φίλες μου, Σοφία, Ευγενία, Δανάη και Τιτίκα, για την υποστήριξή τους και τη δύναμη που μου έδιναν όλο αυτό το διάστημα.

1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

1.1 Εισαγωγή

Με δεδομένο ότι ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό επίπεδο είτε σε μορφή θερμικής (κυρίως πετρέλαιο) είτε σε μορφή ηλεκτρικής ενέργειας , μπορεί κανείς εύκολα να αντιληφθεί τη σημαντική οικονομική επιβάρυνση που επιφέρει το υψηλό κόστός της καθώς και την ατμοσφαιρική επιβάρυνση με ρύπους , κυρίως με διοξείδιο του άνθρακα (CO2), αέριο υπεύθυνο και για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στα κτίρια μπορεί να επιτευχθεί με απλές μεθόδους και τεχνικές, όπως με τον κατάλληλο σχεδιασμό των κτιρίων (βιοκλιματική αρχιτεκτονική) καθώς και με συστήματα και τεχνολογίες, όπως τα παθητικά ηλιακά συστήματα.

Πιο αναλυτικά, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα , με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών (πχ ήλιο , αέρα – άνεμο , βλάστηση, νερό, έδαφος, ουρανό) για τη θέρμανση, τη ψύξη και το φωτισμό των κτιρίων.

1.2 Βασικές Αρχές – Στόχοι

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός επομένως, βασίζεται κατά κύριο λόγο στις εξής αρχές :

- Θερμική προστασία των κτιρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.

- Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον προσανατολισμό των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων , τη διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες και με τα παθητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και αποτελούν «φυσικά» συστήματα θέρμανσης αλλά και φωτισμού.

- Προστασία των κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της σκίασης, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.

- Απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως με τον φυσικό αερισμό τις νυχτερινές ώρες.

- Βελτίωση - ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα στους χώρους έτσι ώστε οι άνθρωποι να νιώθουν άνετα και ευχάριστα.

- Εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού και ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας για φυσικό φωτισμό των κτιρίων, ο οποίος θα πρέπει να εξασφαλίζει επάρκεια και ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.

- Βελτίωση του κλίματος έξω και γύρω από τα κτίρια, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των χώρων γύρω και έξω από τα κτίρια και εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές.

Συνοπτικά, σε αντιστοιχία με τις βασικές αρχές που τον διέπουν, οι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι:

- Η εξασφάλιση ηλιασμού το χειμώνα
- Η προστασία από τους δυνατούς ανέμους του χειμώνα
- Η ελαχιστοποίηση των απωλειών θερμότητας το χειμώνα
- Η προστασία από τον ήλιο του καλοκαιριού
- Η εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων το καλοκαίρι
- Η απομάκρυνση της πλεονάζουσας θερμότητας το καλοκαίρι

Απώτερος στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η μείωση, ίσως και εξάλειψη, των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των δομικών έργων και έργων υποδομής, με ταυτόχρονη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων στα πλαίσια της αειφόρου ανάπτυξης καθώς και η επίτευξη μέσω συγκεκριμένων συνθηκών θερμικής , οπτικής και ακουστικής άνεσης για τον χρήστη, με όσο το δυνατόν μικρότερη χρήση συμβατικών μορφών καυσίμου, δίνοντας μεγαλύτερη βαρύτητα στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

1.3 Παθητικά Συστήματα

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων αποτελούν τα παθητικά συστήματα, τα οποία αποτελούν δομικά στοιχεία ενός κτιρίου. Τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια. Χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
- Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου συνεπάγεται τη συνύπαρξη και συνδυασμένη λειτουργία όλων των παραπάνω συστημάτων, ώστε να συνδυάζουν θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Εκτός από τα παθητικά συστήματα, μια πολύ σημαντική μέθοδο εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα βιοκλιματικό κτίριο αποτελούν και τα ενεργητικά συστήματα, που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για τη θέρμανση ή το δροσισμό κτιρίων, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια ή τις φυσικές δεξαμενές ψύξης. Στη κατηγορία αυτή ανήκουν οι ηλιακοί συλλέκτες θέρμανσης ή παροχής ζεστού νερού χρήσης, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κλπ.

Η εγκατάσταση όλων των παραπάνω συστημάτων αυξάνει ελαφρά το συνολικό κόστος κατασκευής του κτιρίου, το οποίο όμως αποσβένεται από την περιορισμένη χρήση μονάδων συμβατικής θέρμανσης και κλιματιστικών μονάδων.

1.3.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

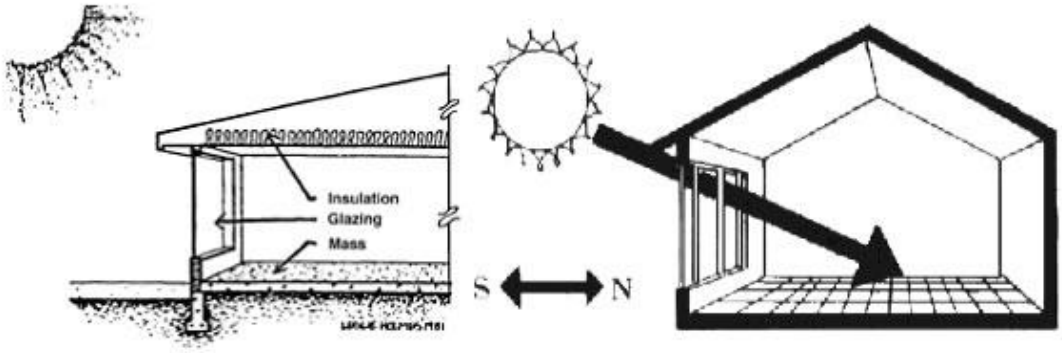
Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια , την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα απαιτούν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα. Επιπρόσθετα, πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου , η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τέλος, θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με τη δυνατότητα αερισμού.

Τα παθητικά συστήματα θέρμανσης χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες :

- Συστήματα άμεσου κέρδους
- Συστήματα έμμεσου κέρδους
- Συστήματα απομονωμένου κέρδους

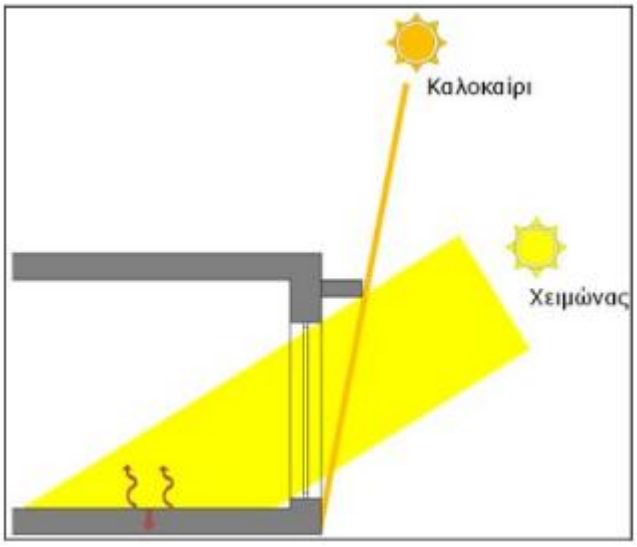
1.3.1.1 Συστήματα άμεσου κέρδους

Το πιο απλό σύστημα που αξιοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για τη θερμομόνωση του κτιρίου είναι το άμεσο κέρδος μέσω των νότια προσανατολισμένων ανοιγμάτων. Η αποτελεσματικότητα ενός τέτοιου συστήματος επηρεάζεται από το προσανατολισμό, τη θέση και το μέγεθος τους.



Εικόνα 1.1 Άμεσο κέρδος
(Πηγή: http://users.sch.gr/kpara/ape2009_10/images/pauhtika.jpg)

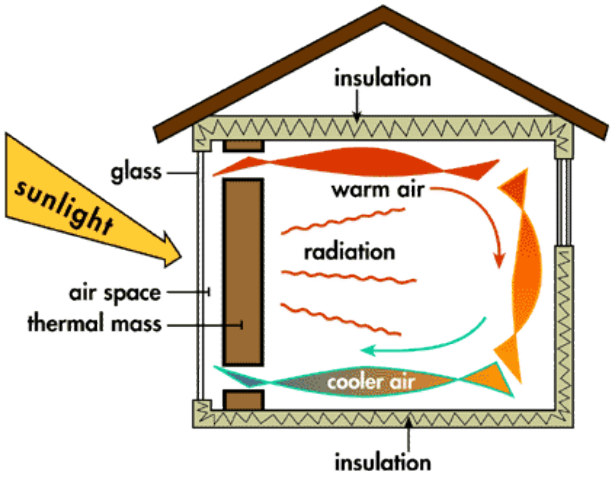
Τέλος σημαντικό ρόλο για τη σωστή εφαρμογή του συστήματος παίζει η επιλογή των τύπων των υαλοπινάκων και η επιλογή των δομικών στοιχείων (τοίχοι , δάπεδο, οροφή), που πρέπει να κατασκευάζονται από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας για την αποθήκευση του ηλιακού θερμικού κέρδους.



Εικόνα 1.2 Αρχή λειτουργίας ηλιακού παθητικού συστήματος άμεσου κέρδους
(Πηγή : http://www.energynius.gr/files4users/files/TOTEE_20701_6_Final_TEE.pdf)

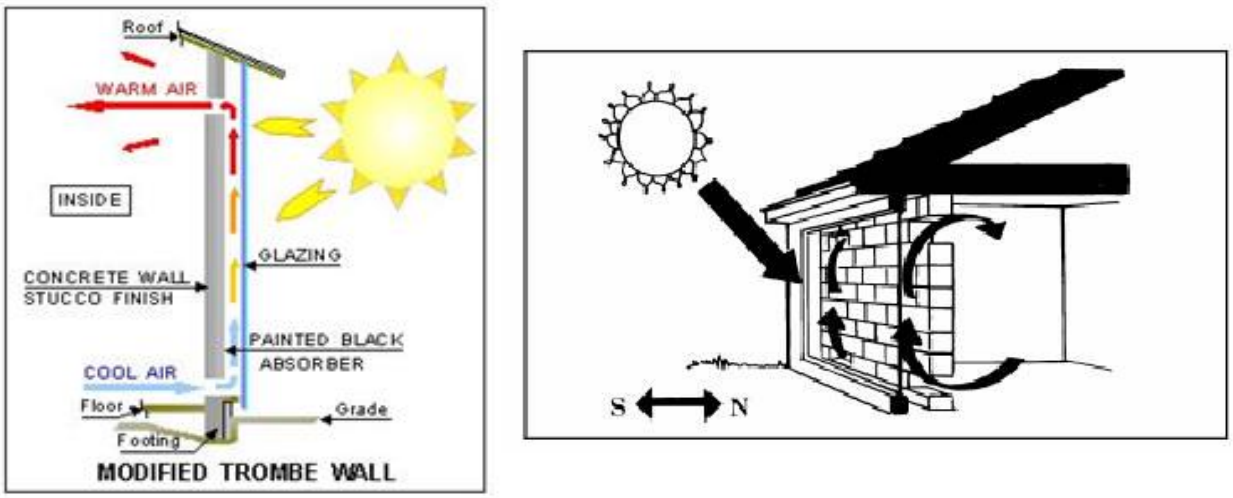
1.3.1.2 Συστήματα έμμεσου κέρδους

Σε αυτά ανήκουν τα συστήματα που αξιοποιούν έμμεσα τα ηλιακά οφέλη για τη θέρμανση του κτιρίου. Αυτά τα συστήματα απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κέλυφος και ύστερα επιτρέπουν στη θερμότητα να διεισδύσει στους χώρους διαβίωσης. Ο θερμικός τοίχος (τοίχος μάζης, τοίχος Trombe ή τοίχος νερού), το δώμα θερμικής αποθήκευσης και ο τοίχος μεταξύ του θερμοκηπίου και του χώρου διαβίωσης είναι οι κύριες εφαρμογές των μηχανισμών έμμεσου κέρδους.



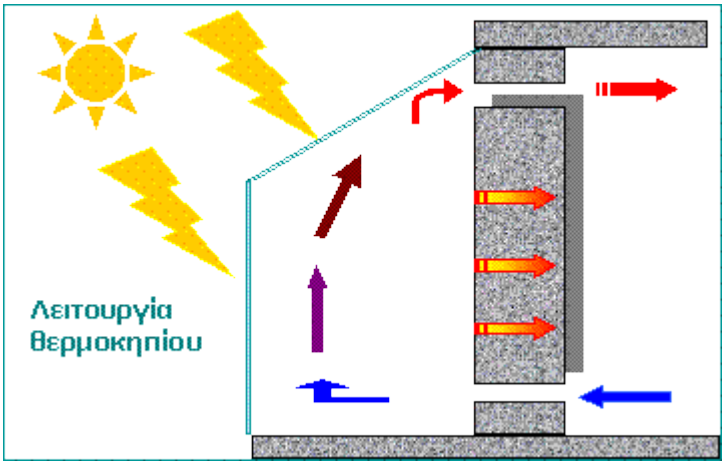
Εικόνα 1.3 Έμμεσο κέρδος
(Πηγή : http://www.consumerenergycenter.org/home/construction/solardesign/images/indirectgain.gif)

Στην περίπτωση του τοίχου Trombe - Michel, μέρος της συλλεγόμενης θερμότητας στο διάκενο μεταξύ τοίχου και υαλοπίνακα μεταφέρεται μέσω θυρίδων στον εσωτερικό χώρο. Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού και πραγματοποιείται κίνηση του αέρα λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας.



Εικόνες 1.4 Λειτουργία τοίχου Trombe
(Πηγές: http://www.scgh.com/featured/indoor-heating-by-a-concrete-wall/,http://www.staticsart.gr/pvw%20kataskevazetaivioklimatikospiti_clip_image008.jpg)

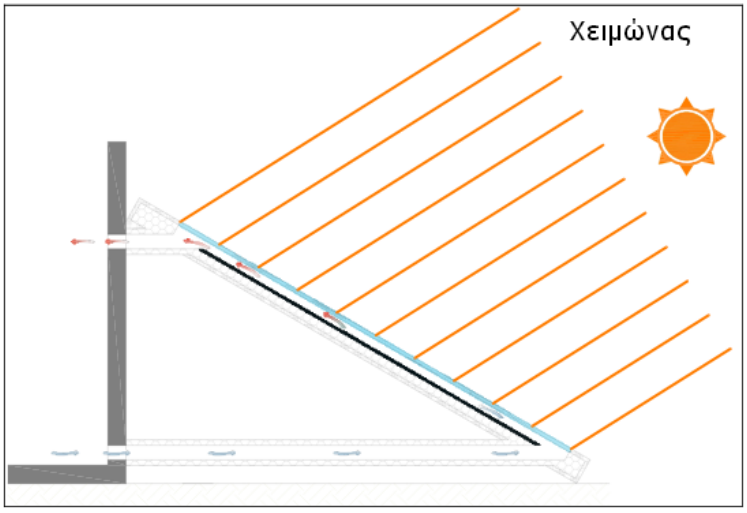
Στα συστήματα έμμεσου κέρδους συμπεριλαμβάνεται και το θερμοκήπιο , ένας κλειστός χώρος, με μεγάλο ποσοστό γυάλινης επιφάνειας, ο οποίος προσαρτάται ή ενσωματώνεται σε τμήμα του κτιριακού κελύφους. Για την αποτελεσματική του λειτουργία απαιτούνται: νότιος προσανατολισμός (± 30 ο Ν) , θυρίδες ή και άλλα ανοίγματα (παράθυρα ή πόρτες) προς το εσωτερικό του κτιρίου, σύστημα σκιασμού και αερισμού.



Εικόνα 1.5 Λειτουργία Θερμοκηπίου
(Πηγή : http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_iliakos_xoros.htm)

1.3.1.3 Συστήματα απομονωμένου κέρδους

Στα συστήματα απομονωμένου κέρδους η επιφάνεια ηλιοσυλλογής δεν βρίσκεται σε επαφή με τον χώρο που επιθυμούμε να θερμάνουμε. Μεταξύ αυτής της επιφάνειας και το χώρο διαβίωσης υπάρχει ένας μηχανισμός μετάδοσης της θερμότητας , όπως για παράδειγμα ένας ανεμιστήρας. Όταν βέβαια αναφερόμαστε συγκεκριμένα στα παθητικά ηλιακά συστήματα η μετάδοση της θερμότητας γίνεται με μη μηχανικά μέσα και βασίζεται κυρίως στην άνωση, μεταγωγή και ακτινοβολία της θερμότητας. Παράδειγμα απομονωμένου κέρδους είναι το θερμοσιφωνικό πανέλο.

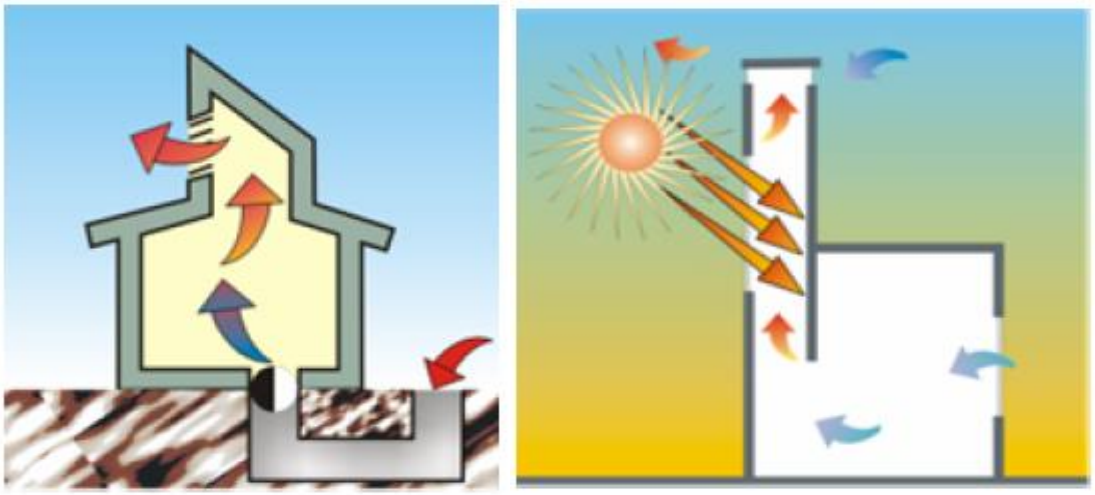


Εικόνα 1.6 Αρχή Λειτουργίας θερμοσιφωνικού πανέλου
(Πηγή : http://www.energynius.gr/files4users/files/TOTEE_20701_6_Final_TEE.pdf)

1.3.2 Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων και τεχνικών δροσισμού στοχεύει στη μείωση των ηλιακών και θερμικών κερδών στο περίβλημα του κτιρίου, στην απόρριψη της θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου προς το φυσικό περιβάλλον, στην αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητας του κτιρίου ως ‘’ρυθμιστή’’ της εσωτερικής θερμοκρασίας και στη βελτίωση της θερμικής άνεσης των ενοίκων. Τα συστήματα αυτά χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες :

1. Ηλιοπροστασία – Θερμική Προστασία
    - Σκίαση ανοιγμάτων
    - Ανακλαστικά επιχρίσματα εξωτερικών επιφανειών
    - Φράγμα ακτινοβολίας
    - Φυτεμένο δώμα
2. Φυσικός αερισμός
    - Διαμπερής φυσικός αερισμός (ημερήσιος ή νυχτερινός)
    - Υβριδικός αερισμός (ανεμιστήρες οροφής και άλλοι)
    - Καμινάδα ή πύργος αερισμού (φυσικός ελκυσμός)
    - Ηλιακή καμινάδα
    - Αεριζόμενο κέλυφος
3. Δροσισμός μέσω εδάφους
    - Υπόσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτίρια
    - Υπεδάφιο σύστημα αγωγών (εναλλάκτες εδάφους – αέρα)
4. Δροσισμός μέσω νυχτερινής ακτινοβολίας
    - Μεταλλικός ακτινοβολητής
5. Εξατμιστικός Δροσισμός
    - Πύργος δροσισμού
    - Ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης)



Εικόνα 1.7 Συστήματα φυσικού φωτισμού
(Πηγή : ΚΑΠΕ, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα, Σεπτέμβριος 2002)

1.3.3 Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

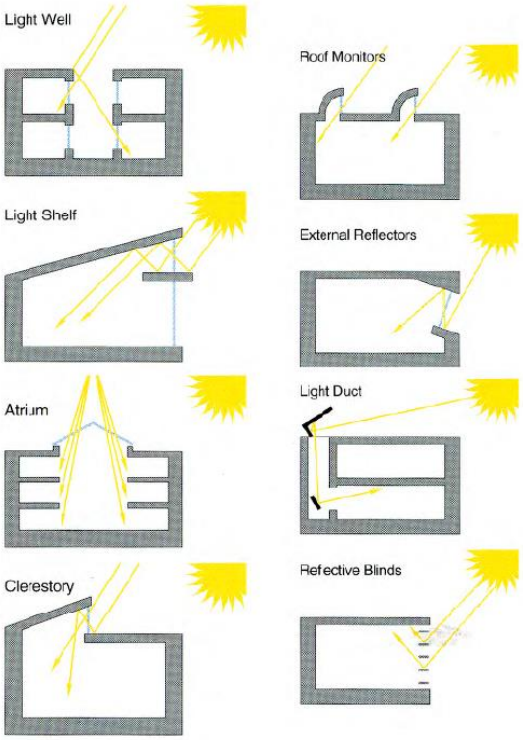
Ο φυσικός φωτισμός στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια , αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας. Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα/υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα/ανακλαστικότητα)

Συστήμα φυσικού φωτισμού νοείται το σύνολο :

- Υαλοπίνακας ή άλλο φωτοδιαπερατό στοιχείο
- Πλαίσιο
- Διάταξη σκιασμού (είτε δομικό στοιχείο είτε άλλο)

Τα συστήματα αυτά εντοπίζονται στις εξής κατηγορίες :

- Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγοί



Τεχνικές Φυσικού φωτισμου :

1. Υαλοπίνακες
2. Πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία
3. Διαφανή μονωτικά υλικά
4. Ανακλαστήρες (Ράφια φωτισμού)
5. Ανακλαστικές περσίδες

Εικόνα 1.8 Τεχνικές φυσικού φωτισμού
(Πηγή: http://agm2d.files.wordpress.com/2010/11/lighting-techniques.jpg)

Βιβλιογραφία / Αναφορές 1ου κεφαλαίου

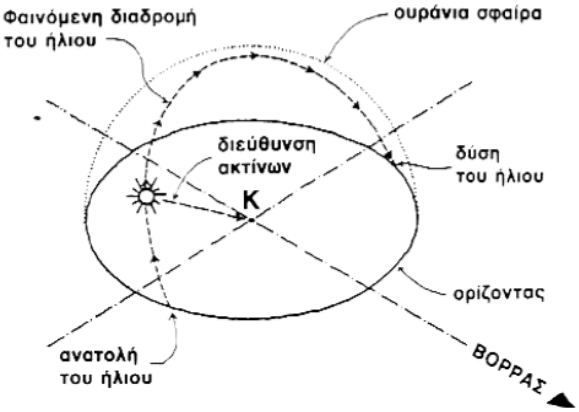
[1] Τσίγκας Ε. (1996), *Ενέργεια στην Αρχτεκτονική - Το Ευρωπαικό Εγχειρίδιο για τα παθητικά ηλιακά κτίρια*, Μάλλιαρης παιδεία για την Ευρωπαική Επιτροπή, Θεσσαλονίκη

[2] http://el.wikipedia.org/wiki/Βιοκλιματικός_σχεδιασμός_κτιρίων
[3] http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic.htm
[4] http://www.energynius.gr/files4users/files/TOTEE_20701_6_Final_TEE.pdf
[5] www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos.htm

2 ΗΛΙΑΣΜΟΣ

2.1 Το κτίριο ως ηλιακός συλλέκτης

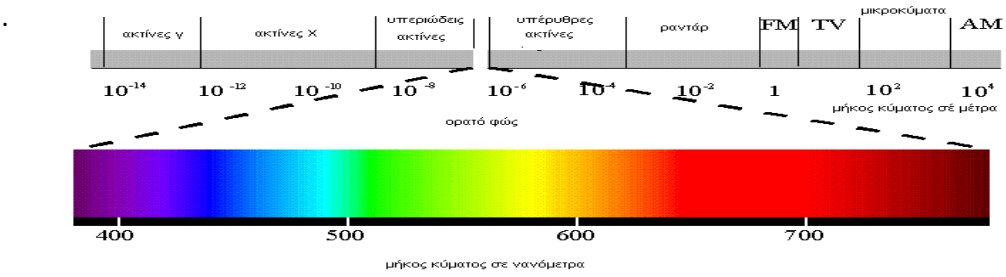
Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας αποτελεί σημαντική συνεισφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση και το φυσικό φωτισμό ενός κτιρίου. Όλα τα κτίρια δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία περνάει κυρίως μέσα από τα ανοίγματα στους εσωτερικούς χώρους και τους θερμαίνει. Βασική πληροφορία για να διερευνηθεί η ηλιασμός καθώς και οι τεχνικές ηλιοπροστασίας ενός κτιρίων είναι η διεύθυνση των ηλιακών ακτινών (σε διαφορετικές ώρες και μέρες) καθώς και η φαινόμενη διαδρομή του ήλιου ως προς το κτίριο.



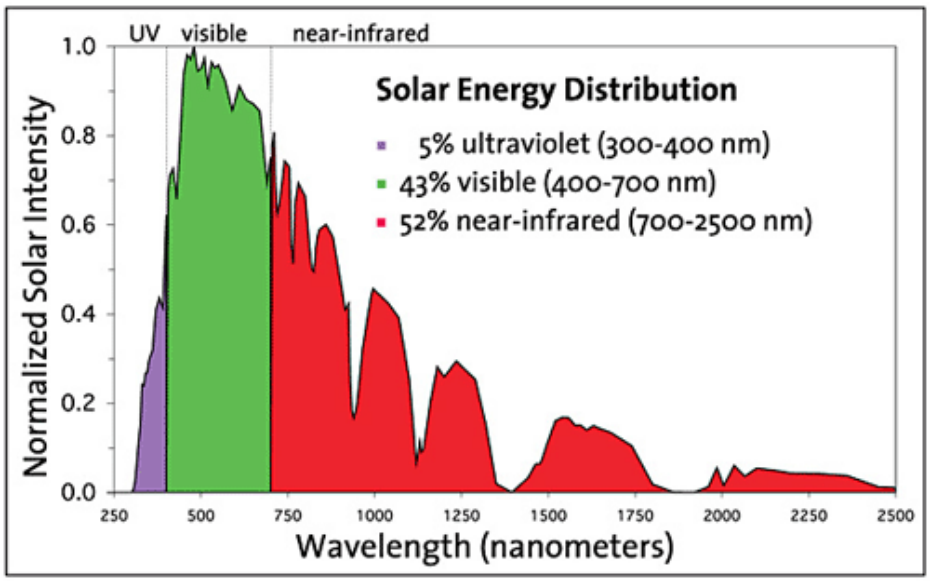
Εικόνα 2.1 Σχέση Ηλίου – κτιρίου (Πηγή: http://www.arch.auth.gr/uploads/media/HLIASMOS.pdf)

2.2 Ηλιακή Ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία περιλαμβάνει όλα τα μήκη κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, από τη μεγάλου μήκους θερμική ακτινοβολία, μέχρι την πολύ μικρού μήκους υπεριώδη ακτινοβολία. Το ορατό φως, στο οποίο το ανθρώπινο μάτι είναι ευαίσθητο, αποτελεί το 43% της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας και εμπεριέχει όλο το φάσμα των χρωμάτων. Το 52% της ακτινοβολίας ανήκει στην υπέρυθρη ζώνη, την οποία αισθανόμαστε ως θερμότητα, ενώ το 5% ανήκει στην υπεριώδη και κοσμική ακτινοβολία, την οποία δεν αντιλαμβανόμαστε.



Εικόνα 2.2 Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας
(Πηγή:http://users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/Aktinovolies/spectrum.gif)

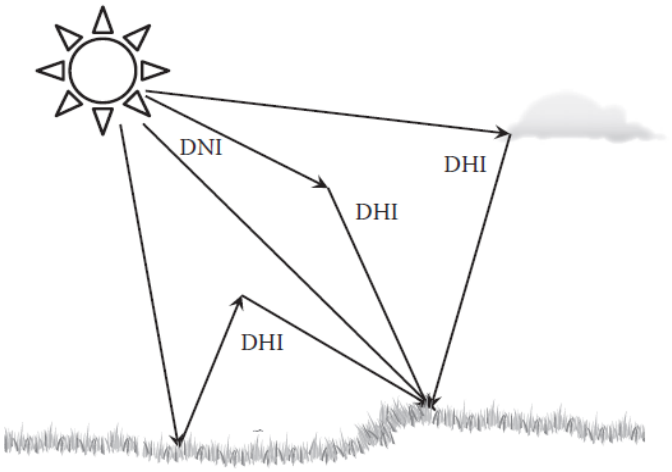


Εικόνα 2.3 Κατανομή ηλιακής ενέργειας (Πηγή : http://www.intechopen.com/source/html/42202/media/image3.png)

Η **ολική ηλιακή ακτινοβολία** (global irradiance) που προσπίπτει πάνω σε μια οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια, έχει τις εξής συνιστώσες : την άμεση, τη διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία και τη διάχυτα «ανακλώμενη» από το έδαφος.

Άμεση ηλιακή ακτινοβολία (direct/beam normal irradiance) είναι αυτή η οποία φτάνει απ' ευθείας από τον ηλιακό δίσκο στην επιφάνεια του εδάφους χωρίς να έχει υποστεί σκέδαση (αλλαγή κατεύθυνσης) κατά τη διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα. Εξαρτάται από την απόσταση Ήλιου-Γης, την ηλιακή απόκλιση (δ), το ηλιακό ύψος (α), το γεωγραφικό πλάτος του τόπου (φ), το υψόμετρο του τόπου (h), την κλίση της επιφάνειας επί της οποίας προσπίπτει (β), καθώς και από την απορρόφηση και διάχυση την οποία υφίσταται μέσα στην ατμόσφαιρα.

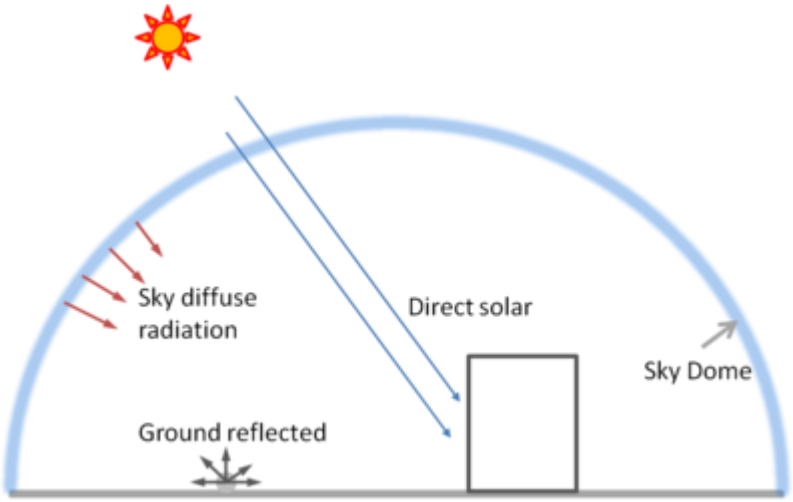
Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία (diffuse horizontal irradiance) είναι το ποσό της ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους μετά την ανάκλαση ή σκέδαση μέσα στην ατμόσφαιρα, αλλά και μετά από ανάκλαση πάνω στην επιφάνεια της Γης. Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από το ηλιακό ύψος (α), το υψόμετρο του τόπου, τη λευκαύγεια του εδάφους, το ποσό και το είδος των νεφών, καθώς και από την παρουσία διαφόρων κέντρων σκεδάσεως (αερολυμάτων, υδροσταγόνων κ.α.) που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.



Εικόνα 2.4 Άμεση , διάχυτη και ολική ηλιακή ακτινοβολία (Πηγή:www.physics.upatras.gr/UploadedFiles/course_151_2555.pdf)

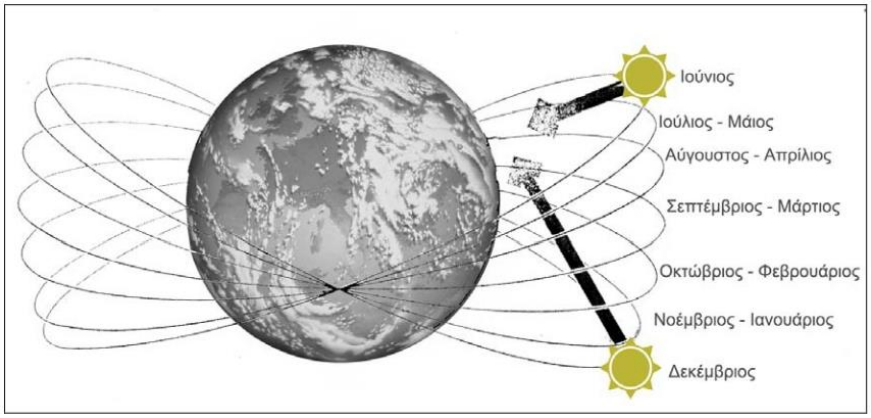
Η διάχυτα ανακλώμενη ακτινοβολία εξαρτάται από τη μορφολογία και το χρώμα του εδάφους ή της επικάλυψης του (γρασίδι ή χιόνι). Προέρχεται από το διάχυτα ανακλώμενο φως στο έδαφος και σε ό,τι το καλύπτει (Φυτά, κτιριακές κατασκευές κ.α.) και την πυκνότητα των νεφών.

Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση που διανύει η ηλιακή ακτινοβολία μέσα στην ατμόσφαιρα, τόσο μικρότερο είναι το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια της Γης. Για τον λόγο αυτό η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι πολύ μεγαλύτερη κατά την θερινή περίοδο σε σχέση με τη χειμερινή. Τέλος, όσο πιο κάθετα προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία πάνω σε μια επιφάνεια στην Γη τόσο μεγαλύτερη είναι η έντασή της. Η Ελλάδα παρουσιάζει ένα ιδιαίτερα υψηλό ηλιακό δυναμικό, περίπου 1,400-1,800 (kWh/(m^2.yr)) ετησίως σε οριζόντιο επίπεδο, ανάλογα το γεωγραφικό πλάτος και το ανάγλυφο της περιοχής. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι μια μορφή ενέργειας με σχεδόν σταθερή και προβλέψιμη ένταση (W/m^2) στην διάρκεια του χρόνου και της ημέρας. Η ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζει την μέγιστη ένταση της κατά την διάρκεια του μεσημεριού (μέγιστο ηλιακό ύψος), τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο. Η ηλιακή ενέργεια τέλος, είναι μεγαλύτερη κατά τη θερινή περίοδο, λόγω την θέσης του ήλιου, αλλά και λόγω της αύξησης των ωρών ηλιοφάνειας (μείωση των νεφώσεων).



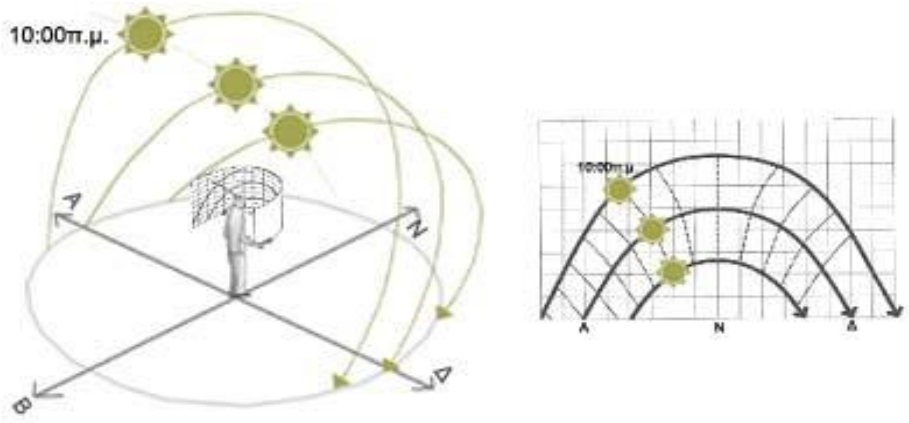
Εικόνα 2.5 Συνιστώσες ηλιακής ακτινοβολίας
(Πηγή: http://www.bembook.ibpsa.us/images/thumb/e/e2/Solar_radiation_components.png/400px-Solar_radiation_components.png)

Προκειμένου να προσδιοριστεί ο ηλιασμός ενός κτηρίου ή ενός οικοπέδου υιοθετείται η παραδοχή των φαινόμενων τροχιών του ήλιου, δηλαδή θεωρείται ότι η γη παραμένει σταθερή, ενώ ο ήλιος κινείται. Αυτή η παραδοχή διευκολύνει στη γεωμετρική απεικόνιση των φαινόμενων τροχιών του ήλιου, οι οποίες ακολουθούν μια μεγάλη συνεχή σπείρα. Οι φαινόμενες τροχιές του ήλιου ταυτίζονται ανά δύο μήνες εκτός του Δεκεμβρίου και του Ιουνίου. Ο μήνας Δεκέμβριος έχει τη χαμηλότερη τροχιά, ενώ ο Ιούνιος την υψηλότερη. Για να συσχετιστούν οι φαινόμενες τροχιές του ήλιου με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των κτιρίων, κατά το σχεδιασμό τους, πρέπει να είναι γνωστή η θέση του ηλίου στον ουρανό και στον ορίζοντα αντίστοιχα.



Εικόνα 2.6 Σχηματική αναπαράσταση των φαινόμενων τροχιών του ηλίου (Πηγή: http://www.energynius.gr/files4users/files/TOTEE_20701_6_Final_TEE.pdf)

Η θέση αυτή προσδιορίζεται από τη στερεά γωνία, η οποία αναλύεται σε δύο επίπεδες γωνίες: τη γωνία ύψους, που ορίζεται από τη θέση του ήλιου στον ουρανό ως προς το οριζόντιο επίπεδο και τη γωνία αζιμουθίου, η οποία ορίζεται από την ορθή προβολή της θέσης του ήλιου στο οριζόντιο επίπεδο σε σχέση με την πραγματική κατεύθυνση του νότου . Ο προσδιορισμός του ηλιασμού βασίζεται στη συσχέτιση των γεωμετρικών δεδομένων του κτιρίου με τα γεωμετρικά δεδομένα της εκάστοτε θέσης του ήλιου.



Εικόνα 2.7 Οι γωνίες ύψους και αζιμουθίου ορίζουν τη θέση του ήλιου. Ορθή προβολή των φαινόμενων τροχιών του ήλιου στον ηλιακό χάρτη (Πηγή : http://www.energynius.gr/files4users/files/TOTEE_20701_6_Final_TEE.pdf

2.3 Υπολογισμός Ηλιακών Γωνιών

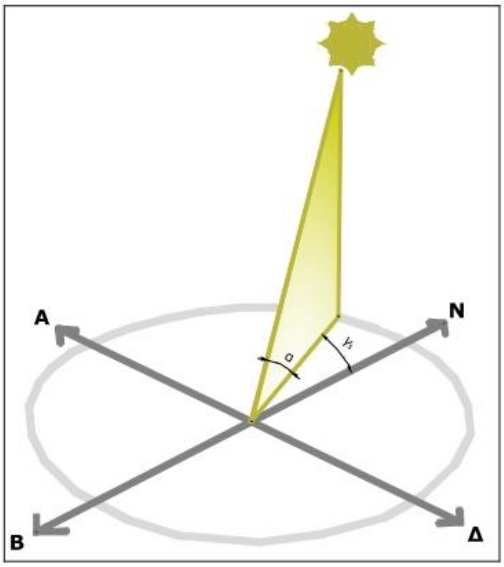
Η θέση του ηλίου, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, περιγράφεται από δύο γωνίες:

- Το ηλιακό ύψος (α)
- Το ηλιακό αζιμούθιο (γ_s)

Το ύψος του ηλίου (α) (σε μοίρες) είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της θέσης του ήλιου στον ουρανό και του οριζόντιου επιπέδου, ενώ το αζιμούθιο (γ_s) (σε μοίρες) είναι η γωνία της ορθής προβολής του ήλιου επάνω στο οριζόντιο επίπεδο, σε σχέση με τον τοπικό μεσημβρινό Βορρά-Νότου. Στην κατεύθυνση του Νότου, σύμφωνα με παραδοχή, ορίζεται η γωνία αζιμουθίου ίση με 0ο, αρνητική

προς την ανατολή και θετική προς τη δύση. Οι σχέσεις υπολογισμού των γωνιών δίνονται αντίστοιχα από τις σχέσεις 4.11 και 4.12 της ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010 «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών». Στους ηλιακούς χάρτες, που δίνονται στο παράρτημα Γ της ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010, η θέση του ηλίου, σε συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος, ορίζεται βάσει των δύο αυτών γωνιών: δηλαδή του αζιμουθίου στον οριζόντιο άξονα και του ύψους στον κατακόρυφο άξονα.

Ο σκιασμός ή ο ηλιασμός ενός κτιρίου ή ενός στοιχείου του μπορεί να υπολογιστεί, γνωρίζοντας τη γεωμετρία του ήλιου, το γεωγραφικό πλάτος όπου βρίσκεται το κτίριό μας και τον προσανατολισμό των επιφανειών, με τη βοήθεια της οριζόντιας (HSA) και της κατακόρυφης γωνίας σκίασης (VSA) της επιφάνειας.



Εικόνα 2.8 Γωνία ύψους (α) και αζιμουθίου του ήλιου (γs)
(Πηγή:http://www.energynius.gr/files4users/files/TOTEE_20701_6_Final_TEE.pdf)

Η οριζόντια γωνία σκίασης (HSA) (σε μοίρες) είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του αζιμουθίου της επιφάνειας (γ) και του ηλιακού αζιμουθίου, ενώ η κατακόρυφη γωνία σκίασης (VSA) (σε μοίρες) είναι η γωνία μεταξύ της διεύθυνσης του ηλίου, σε σχέση με το επίπεδο της επιφάνειάς μας και το οριζόντιο επίπεδο και εξαρτάται από το ύψος του ήλιου και την οριζόντια γωνία σκίασης.

Το αζιμούθιο της επιφάνειας ($-180^o \le \gamma \le 180o$) είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του μεσημβρινού που περνά από το επίπεδο αναφοράς και την προβολή σε οριζόντιο επίπεδο της καθέτου επί του επιπέδου. Σύμφωνα με την παραδοχή, για τους υπολογισμούς του ηλιασμού / σκιασμού για επίπεδο με νότιο προσανατολισμό ισχύει $\gamma=0^o$, για δυτικό προσανατολισμό $\gamma=90^o$, για ανατολικό προσανατολισμό $\gamma=-90^o$ και για βόρειο προσανατολισμό $\gamma=180^o$.

Έτσι, η οριζόντια γωνία σκίασης (HSA) δίνεται από τη σχέση:

$$HSA = |\gamma_s - \gamma| \le 90^o$$

Και η κατακόρυφη γωνία σκίασης (VSA) δίνεται από τη σχέση:

$$VSA = \tan^{-1}[\tan(\alpha)/\cos(HSA)]$$

Βιβλιογραφία / Αναφορές 2ου κεφαλαίου

[1] ΤΟΤΕΕ 20701−1/2010, *Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης*

[2] ΤΟΤΕΕ 20701−3/2010, *Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών*

[3] http://www.arch.auth.gr/uploads/media/HLIASMOS.pdf

3 ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

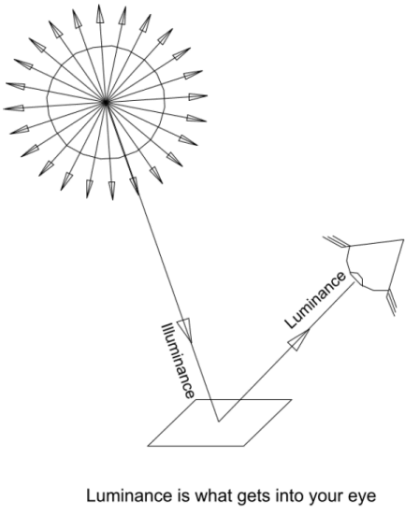
3.1 Βασικές αρχές

Η ύπαρξη και εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού στα κτίρια συνίσταται καθώς οδηγεί σε σημαντικά πλεονεκτήματα εξοικονόμησης ενέργειας με τον περιορισμό του ψυκτικού φορτίου που δημιουργείται από τον τεχνητό φωτισμό, καθώς και την επακόλουθη ατμοσφαιρική ρύπανση , συμβάλλοντας έτσι σε ένα πιο υγιεινό περιβάλλον διαβίωσης και εργασίας. Γι' αυτό το λόγο ο φυσικός φωτισμός είναι ευπρόσδεκτος αλλά από την άλλη πλευρά συνεπάγεται και ένα ορισμένο κόστος . Υπάρχουν δαπάνες που επιβάλλονται για την εξασφάλιση του φυσικού φωτός στο κτίριο και αυτές εξαρτώνται από τους τύπους των συστημάτων κουφωμάτων, το μέγεθος και τη διαμόρφωση του κτιρίου και κάθε εμποδίου στο φωτισμό του υπόψη κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα , είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί το κατάλληλο περιβάλλον φωτισμού και θέρμανσης απαλλαγμένο από προβλήματα θάμβωσης, υπερθέρμανσης ή υπερβολικής ψύξης που μπορούν να παρατηρηθούν εξ αιτίας της λανθασμένης διαστασιολόγησης των παραθύρων. Η μελέτη του καλού φυσικού φωτισμού αποτελεί μέρος μιας καλής αρχιτεκτονικής μελέτης και πρέπει να εξασφαλίζεται από τα πρώτα στάδια της διαδικασίας μελέτης για τα καλύτερα αποτελέσματα που επιφέρει σε σχέση με την εφαρμογή τεχνικών μεθόδων φυσικού φωτισμού όταν έχει ολοκληρωθεί η μελέτη. Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός τόσο των χώρων, όσο και των συστημάτων φωτισμού (ανοιγμάτων) θα πρέπει να εξασφαλίζει τις επιθυμητές στάθμες φωτισμού, την απαιτούμενη θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον (και την ανάδειξη των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών στοιχείων, κατά το δοκούν), πάντοτε σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες απαιτήσεις του ενεργειακού σχεδιασμού για θερμική άνεση και ποιότητα αέρα.

3.2 Βασικά φωτομετρικά μεγέθη

Τα χαρακτηριστικά του φυσικού και τεχνητού φωτός, της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που ανιχνεύεται δηλαδή από το ανθρώπινο μάτι, αποτελούν αντικείμενο της φωτομετρίας. Οι βασικές της μονάδες είναι οι εξής :

1. ***Φωτεινή Ροή / Luminous Flux (Φ)***
   Ως φωτεινή ροή ορίζεται η συνολική ποσότητα ορατής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από μία φωτεινή πηγή. Μονάδα μέτρησής της είναι το lumen(lm)
2. ***Φωτεινή ένταση πηγής / Luminous intensity (I)***
   Ως φωτεινή ένταση πηγής ορίζεται η ποσότητα της φωτεινής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από μία φωτεινή πηγή προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση στενού κώνου, προς τη στερεά γωνία του κώνου. Μονάδα μέτρησης της φωτεινής έντασης πηγής είναι η candela (cd)
3. ***Ένταση φωτισμού επιφάνειας / Illuminance (E)***
   Ως ένταση φωτισμού επιφάνειας ορίζεται η φωτεινή ροή που φτάνει σε μία ομοιόμορφη επιφάνεια προς το εμβαδό της επιφάνειας αυτής . Μονάδα μέτρησης της έντασης φωτισμού είναι το lux (= lm/m^2)
4. ***Λαμπρότητα / Luminance (L)***
   Ως λαμπρότητα ορίζεται η ποσότητα φωτισμού που γίνεται αντιληπτή από το μάτι ενός παρατηρητή ύστερα από ανάκλαση σε συγκεκριμένη επιφάνεια. Μονάδα μέτρησης της λαμπρότητας είναι η $candela/m^2$. Για ματ επιφάνειες , η ένταση φωτισμού επιφάνειας με τη λαμπρότητα συνδέονται μέσω του τύπου $L = E * \rho / \pi$ όπου ρ είναι η ανακλαστικότητα του υλικού (από 0 ως 1) και π = 3,14 .



Εικόνα 3.1 Ένταση φωτισμού επιφάνειας και λαμπρότητα (Πηγή : www.ransen.com)

3.3 Παράγοντας διανομής φυσικού φωτισμού

Λόγω της συνεχώς μεταβαλλόμενης έντασης του εξωτερικού φωτισμού, είναι πολύ δύσκολο να υπολογιστεί ο εσωτερικός φυσικός φωτισμός με φωτομετρικούς όρους (lm/m^2 ή lux) για κάθε χρονική στιγμή.

Όμως, ο λόγος του φωτισμού που δέχεται ένα σημείο στον εσωτερικό χώρο – συνήθως στο επίπεδο εργασίας – προς τον αντίστοιχο φωτισμό στην ύπαιθρο είναι σταθερός, γιατί όσο αυξάνει ο εξωτερικός διαθέσιμος φωτισμός, τόσο αυξάνει και ο αντίστοιχος εσωτερικός, συνεπώς ο λόγος των δύο αυτών τιμών παραμένει σταθερά ο ίδιος.

Αυτός ο σταθερός λόγος, εκφρασμένος σε ποσοστό επί τοις %, ονομάζεται συντελεστής (ή παράγοντας) φυσικού φωτισμού ΣΦΦ (ή DF – Daylight Factor) και ορίζεται από τη σχέση :

$$DF = E_1/E_2 * 100\%$$

Όπου :

E_1 : ο φωτισμός σε συγκεκριμένο σημείο του εσωτερικού χώρου

E_2 : ο αντίστοιχος φωτισμός στην οριζόντια επιφάνεια στο ύπαιθρο

Προκειμένου να υπολογιστεί η E_1 πρέπει κανείς να καθορίσει την ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στο εσωτερικό του κτιρίου.

Υπάρχουν τρείς τρόποι μετάδοση του φωτός ώστε να φτάσει σε ένα σημείο μέσα σε ένα δωμάτιο με ανοίγματα. Αυτοί είναι:

- **Ουράνια/Άμεση συνιστώσα (Sky component – SC)**

  Αντιστοιχεί στη φωτεινή ακτινοβολία που προέρχεται άμεσα από το ορατό, μέσω του παραθύρου, τμήμα του ουρανού και εξαρτάται από τη γωνία πρόσπτωσης του φωτός , από το μέγεθος του

ανοίγματος (ύψος και πλάτος), από τα εμπόδια που προσδιορίζουν το ορατό τμήμα του ουρανού και από τις φωτομετρικές ιδιότητες του διαφανούς υλικού

- **Εξωτερική ανακλώμενη συνιστώσα (Externally reflected component – ERC)**

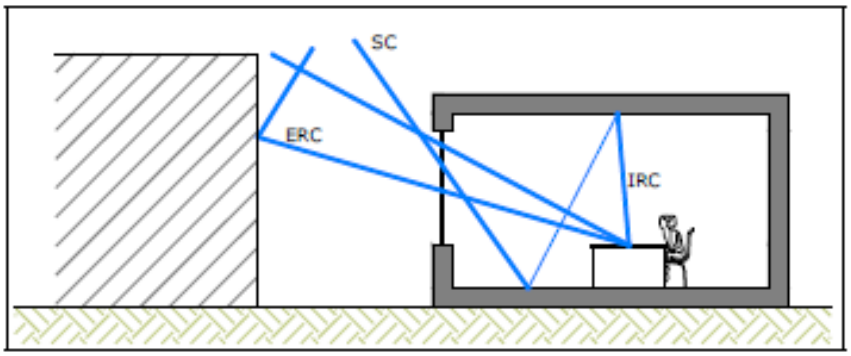
Αντιστοιχεί στη φωτεινή ακτινοβολία που προέρχεται, κατόπιν ανάκλασης, από το ορατό τμήμα των επιφανειών του περιβάλλοντα χώρου και εξαρτάται από την ανακλαστική ικανότητα των επιφανειών αυτών, δηλαδή το χρώμα και την υφή τους

- **Εσωτερική ανακλώμενη συνιστώσα (Internally reflected component – IRC)**

Αντιστοιχεί στη φωτεινή ακτινοβολία που προέρχεται από διαδοχικές ανακλάσεις στις εσωτερικές επιφάνειες του ώρου και εξαρτάται από τη γεωμετρία του εσωτερικού χώρου και την ανακλαστική ικανότητα αυτών των επιφανειών

Το άθροισμα των τριών συνιστωσών δίνει την ένταση φωτισμού επιφάνειας (illuminance) στο σημείο μελέτης :

$$E = SC + ERC + IRC$$



Εικόνα 3.2 Οι συνιστώσες της φωτεινής ακτινοβολίας που φτάνει σε ένα σημείο στον εσωτερικό χώρο (Πηγή : Τεχνική οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.ΤΕΕ 20702 – 5/2010)

3.4 Θάμβωση

Σύμφωνα με τη Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού, θάμβωση είναι η έλλειψη οπτικής άνεσης ή η μείωση της ικανότητας να διακρίνονται οι λεπτομέρειες των αντικειμένων, η οποία οφείλεται είτε σε ακατάλληλες αναλογίες λαμπρότητας των γύρω επιφανειών, είτε σε πολύ έντονες αντιθέσεις στη φωτεινότητά τους (Baker et al., 1993:2.15). Η θάμβωση αποτελεί σύνθετο φαινόμενο, στο οποίο εμπλέκεται η κατανόηση πολλών παραμέτρων, όπως η χρονική διάρκεια της πηγής θάμβωσης, οι αναλογίες λαμπρότητας μεταξύ της πηγής θάμβωσης και των γύρω επιφανειών και οι απαιτήσεις σε φωτισμό του χώρου. Δυστυχώς, η θάμβωση είναι σχετικά δύσκολο να προβλεφθεί με ακρίβεια.

Σήμερα, βέβαια, υπάρχουν εξελιγμένα λογισμικά που έχουν τη δυνατότητα να υπολογίσουν είτε τις αναλογίες λαμπρότητας σε ένα χώρο (άρα και τις πιθανές πηγές θάμβωσης), είτε απευθείας το Δείκτη Θάμβωσης Φυσικού Φωτισμού DGI (Daylight Glare Index) (Baker et al, 1993:2.17), μέσω της σταθεράς θάμβωσης (glare constant, G) :

$$G = K^* P * L_s^{1.6} * \omega^{0.8} / L_b$$

$$GI = 10 * \log G$$

Όπου

G: η σταθερά της θάμβωσης

GI: ο δείκτης της θάμβωσης

K: σταθερά εξαρτώμενη από τις μονάδες των παραμέτρων

P: συντελεστής θέσης ο οποίος εξαρτάται από τη θέση της πηγής της θάμβωσης σε σχεση με την κατεύθυνση εστίασης

Η εκτίμηση της θάμβωσης από το φυσικό φως, η οποία προκαλείται από τη θέαση του ουράνιου θόλου μέσα από έναν εσωτερικό χώρο, σχετίζεται με το δείκτη θάμβωσης για τον τεχνητό φωτισμό, λαμβάνοντας ως φωτεινή πηγή το ορατό τμήμα του ουρανίου θόλου. Η μαθηματική σχέση εκφράζει την παρατηρηθείσα τάση, κατά την οποία τα άτομα εμφανίζουν μεγαλύτερη ανεκτικότητα στη θάμβωση από τον ουρανό σε σχέση με τις τεχνητές πηγές παρόμοιας λαμπρότητας, υπό την προϋπόθεση ότι ο δείκτης θάμβωσης δεν είναι πολύ υψηλός. Η μαθηματική σχέση έχει ως εξής :

$$DGI = 2/3 * (GI +14)$$

Όπου

GI: ο δείκτης θάμβωσης, υπολογισμένος με βάση τις προηγούμενες εξισ

DGI: ο δείκτης θάμβωσης για το φυσικό φως

Ενδεικτικά αναφέρονται τα προτεινόμενα επίπεδα φωτισμού και ο δείκτης θάμβωσης ανάλογα με την πηγή του φωτός (τεχνητός – φυσικός φωτισμός) και τη χρήση των εσωτερικών χώρων σύμφωνα με το Ινστιτούτο Βρετανικών Προτύπων (Baker et al, 1993)

Κύρια δραστηριότητα	Τύπος κτιρίου	Τεχνητός φωτισμός		Φυσικός φωτισμός		
		Ένταση φωτισμού [lx]	Δείκτης θάμβωσης [-]	Πηγή	Μέσος παράγοντας φ.φ [%]	Δεί θάμ [-]
Αίθουσες διδασκαλίας, σεμιναρίων	σχολεία, νοσοκομεία κ.ά.	300-500	16	Φυσικός φωτ. Μεικτός φωτ.	5 2	21 23
Επιμήκεις αίθουσες διδασκαλίας	σχολεία, πανεπιστήμια	300-500	19	Φυσικός φωτ. Μεικτός φωτ.	5 2	23
Αμφιθέατρα, αίθουσες εξετάσεων	σχολεία, πανεπιστήμια, νοσοκομεία	500	16	Φυσικός φωτ. Μεικτός φωτ.	5 2	21
Αίθουσες μουσικής	κτίρια εκπαίδευσης & αναψυχής	300	19	Φυσικός φωτ. Μεικτός φωτ.	5 2	23
Τέχνη, χειροτεχνία	σχολεία, εργοστάσια, γραφεία, κτίρια αναψυχής	300-500	16	Φυσικός φωτ. Μεικτός φωτ.	5 2	21
Ξυλουργία, μεταλλοτεχνία (διδασκαλία)	σχολεία, κέντρα εκπαίδευσης, κτίρια αναψυχής	500	16	Φυσικός φωτ. Μεικτός φωτ.	5 2	21
Εργαστήρια	κτίρια εκπαίδευσης & έρευνας, νοσοκομεία, ιατρεία, εργοστάσια	500-750	16	Φυσικός φωτ. Μεικτός φωτ.	5 2	21
Δακτυλογράφηση, χρήση Η/Υ	κτίρια γραφείων, εκπαίδευσης, τράπεζες, ταχυδρομεία κ.ά.	500-750	19	Φυσικός φωτ. Μεικτός φωτ.	5 2	23
Σχεδιαστήρια	κτίρια γραφείων, εκπαίδευσης	500-750 1000	16	Φυσικός φωτ. Μεικτός φωτ.	5 2	21

Εικόνα 3.3 Προτεινόμενα επίπεδα φωτισμού και δείκτης θάμβωσης σύμφωνα με το Ινστιτούτο Βρετανικών Προτύπων (Baker et al, 1993) (Πηγή : portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/.../OE_Energy_id_ktiriwn.pdf)

Ένας απλός τρόπος για την αποφυγή της θάμβωσης από φυσικό φωτισμό είναι η χρήση ανοιχτόχρωμων κουφωμάτων στα ανοίγματα, ώστε να μειώνεται η αντίθεση μεταξύ φωτεινού ουρανού και κουφώματος. Ένας άλλος τρόπος είναι η αποφυγή των έντονα ανακλαστικών (γυαλιστερών) επιφανειών, οι οποίες προκαλούν έμμεση θάμβωση επανα-δημιουργώντας την αρχική φωτεινή πηγή (συνήθως τον ήλιο). Βέβαια, ο σωστός σκιασμός των ανοιγμάτων είναι σε κάθε περίπτωση απαραίτητος, ώστε να αποφευχθεί τόσο η θάμβωση, όσο και η υπερθέρμανση κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου.

Ο σχεδιασμός του κατάλληλου συστήματος σκίασης είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την αποφυγή της θάμβωσης σε κτίρια με μεγάλες γυάλινες επιφάνειες και ιδιαίτερες απαιτήσεις ως προς τη χρήση τους (π.χ. χώροι εκθέσεων, γυμναστήρια, κολυμβητήρια, χώροι όπου γίνεται χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών κ.ο.κ.).

3.5 Στρατηγικές σχεδιασμού

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού προς όφελος του κτιρίου με στόχο την επίτευξη οπτικής άνεσης θα πρέπει, μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, να εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο «θάμβωσης». Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα/υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα/ανακλαστικότητα). Πρόσθετοι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι:

- Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής (νέφωση του ουρανού, φωτεινότητα) και το γεωγραφικό πλάτος (γωνία πρόσπτωσης ηλιακής ακτινοβολίας)
- Οι ανάγκες φωτισμού του χώρου, αναλόγως με τη λειτουργία του
- Τα εξωτερικά εμπόδια
- Το σχήμα του κτιρίου (βαθύ – ρηχό)
- Ο προσανατολισμός, η γεωμετρία του κτιρίου και η οργάνωση των χώρων που πρόκειται να φωτιστούν
- Η θέση και οι οπτικές ιδιότητες των επιφανειών του εσωτερικού χώρου που ανακλούν το φως
- Η διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου
- Ο προσανατολισμός, η θέση, το σχήμα και το μέγεθος των ανοιγμάτων και των εν γένει διάφανων στοιχείων
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των μόνιμων ή κινητών στοιχείων που εφαρμόζονται στα ανοίγματα και εν γένει όλων των διατάξεων που ρυθμίζουν την είσοδο και την κατανομή του φωτός
- Οι οπτικές ιδιότητες και τα θερμικά χαρακτηριστικά των υαλοστασίων και των διάφανων εν γένει στοιχείων

Απ΄ αυτούς τους παράγοντες , ο προσανατολισμός και το σχήμα του κτιρίου, η οργάνωση των χώρων, η γεωμετρία των εξωτερικών εμποδίων και οι ιδιότητες των εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών, σε σχέση με την ανακλαστικότητα τους, αφορούν κρίσιμες αποφάσεις που πρέπει να λαμβάνονται στο αρχικό στάδιο του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Στην επόμενη φάση της σχεδιαστικής διαδικασίας γίνεται η επιλογή των διάφανων στοιχείων ως προς τον προσανατολισμό, τη θέση, το μέγεθος, το πλήθος και τις γεωμετρικές αναλογίες, μια επιλογή που καθορίζεται από το μέγεθος και τη λειτουργία του κτιρίου καθώς και από την εξωτερική του εμφάνιση. Η τελική απόφαση σχετικά με το φυσικό φωτισμό, εστιάζεται στην επιλογή των υαλοπινάκων και των πρόσθετων ηλιοπροστατευτικών ή φωτοενισχυτικών στοιχείων των ανοιγμάτων.

Βιβλιογραφία / Αναφορές 3ου κεφαλαίου

[1] Τσίγκας Ε. (1996), Ενέργεια στην Αρχτεκτονική - Το Ευρωπαικό Εγχειρίδιο για τα παθητικά ηλιακά κτίρια, Μάλλιαρης παιδεία για την Ευρωπαική Επιτροπή, Θεσσαλονίκη

[2] Παναγοπούλου Γ. (2013), *Φυσικός φωτισμός θαλάμων νοσηλείας (διπλωματική εργασία)*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής, Αθήνα

[3] Χατζηγιακουμής Μ. (2013), *Αξιολογήση παραμέτρων Φυσικού Φωτισμού Θαλάμων Νοσηλείας μέσω Λογισμικού Relux (διπλωματική εργασία),* Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής , Αθήνα

4 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ - ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

4.1 Κατάλληλος προσανατολισμός και αναλογίες ανοιγμάτων

Τα ανοίγματα αποτελούν θεμελιώδες κομμάτι στο σχεδιασμό ενός κτιρίου, επιτελώντας ποικιλία λειτουργιών (φωτισμό , αερισμό, ηλιακή ενέργεια, θέα, προστασία από καιρικές συνθήκες και θόρυβο) . Το πιο σημαντικό στοιχείο στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση των κτιρίων το χειμώνα (αλλά και για αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι) είναι ο σωστός προσανατολισμός των ανοιγμάτων. Νότια ανοίγματα δέχονται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και, με το κατάλληλο οριζόντιο σκίαστρο, ελάχιστη το καλοκαίρι. Ανοίγματα στο βορρά βοηθούν στην καλύτερη ποιότητα φωτισμού στο χώρο γιατί δέχονται μόνο διάχυτο και όχι άμεσο φως, συνιστώνται για το καλοκαίρι, αλλά πρέπει να είναι περιορισμένης επιφάνειας γιατί παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες και ελάχιστα κέρδη το χειμώνα. Ανατολικά και δυτικά ανοίγματα έχουν τη χειρότερη συμπεριφορά όλο το χρόνο, γι' αυτό συνιστώνται μόνο όπου είναι απαραίτητα για λόγους φωτισμού ή θέας. Ιδιαίτερα τα δυτικά ανοίγματα είναι πολύ δυσμενή το καλοκαίρι, καθώς δέχονται άμεσα ήλιο μετά το μεσημέρι. Γενικά στα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα πρέπει να προβλέπεται σκίαση κατά προτίμηση εξωτερική και κατακόρυφου τύπου.

Η αναλογία ύψος / πλάτος ενός παραθύρου αποτελεί καθοριστικό στοιχείο και επηρεάζει την κατανομή του φωτισμού , το βάθος μέχρι το οποίο εισχωρεί το φως, τη θέα και τη στρατηγική για αερισμό που μπορεί να αναπτυχθεί.

Όσο οι αναλογίες αυτές γίνονται πιο κατακόρυφες περιορίζεται η θέα αλλά μεγαλώνει η διεισδυτικότητα του φωτός. Υπάρχει όμως η δυνατότητα για καλύτερο χειρισμό του συστήματος αερισμού, αφού ο αέρας θα μπορεί να εισέρχεται από το χαμηλό μέρος και να εξέρχεται από το υψηλότερο μέρος του παραθύρου.

Τα ανοίγματα γενικά αποτελούν το πιο ευάλωτο σημείο μεταφοράς θερμότητας σε μία κατασκευή, καθώς καταλαμβάνουν συνήθως μεγάλο ποσοστό των όψεων αλλά και γιατί η θερμομονωτική ικανότητα υστερεί σημαντικά συγκριτικά με αυτή της τοιχοποιίας. Στόχο επομένως αποτελεί , κατά τη διαδικασία του σχεδιασμού, η συνετή χρήση ανοιγμάτων τόσο ως προς το μέγεθος, όσο και ως προς τον προσανατολισμό, με προσπάθεια επίτευξη ισορροπίας μεταξύ της μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας και τη διαμόρφωση εσωτερικών περιβαλλοντικών συνθηκών υψηλής ποιότητας.

4.2 Υαλοπίνακες

Τα παράθυρα των κτιρίων συντελούν σε ένα μεγάλο ποσοστό στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των χώρων γιατί από αυτά μεταφέρεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Το χειμώνα χάνεται θερμότητα από μέσα προς τα έξω, ενώ το καλοκαίρι εισέρχεται θερμότητα από το ζεστό εξωτερικό περιβάλλον.

Η διαδικασία αυτή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων, ενεργειακά αποδοτικών παραθύρων.

Τα παράθυρα αυτά θα πρέπει να έχουν υαλοπίνακες και κουφώματα με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και επί πλέον, θα πρέπει να είναι αεροστεγανά, ώστε να εμποδίζουν τη

διαφυγή θερμότητας από χαραμάδες, οι οποίες μπορεί να επιφέρουν σημαντικές απώλειες θερμότητας, όπως παρατηρείται σε κτίρια κακής κατασκευής ή παλαιά.

Εικόνα 4.1 Μεταφορά ενέργειας μέσω υαλοπινάκων χειμώνα / καλοκαίρι
(Πηγή: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_xrisi_yalopinakon.htm)

Ο ρόλος των παραθύρων στην ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου είναι ιδιαίτερα κρίσιμος εφ' όσον μπορούν να εξοικονομήσουν ενέργεια παρέχοντας φυσικό φωτισμό αντικαθιστώντας τον τεχνητό , αλλά από την άλλη πλευρά λόγω της μεταφοράς θερμότητας που επιτρέπουν από το εσωτερικό προς το εξωτερικό περιβάλλον ή και αντίστροφα, αναλόγως με την εποχή, αυξάνουν την ανάγκη για θέρμανση ή κλιματισμό.

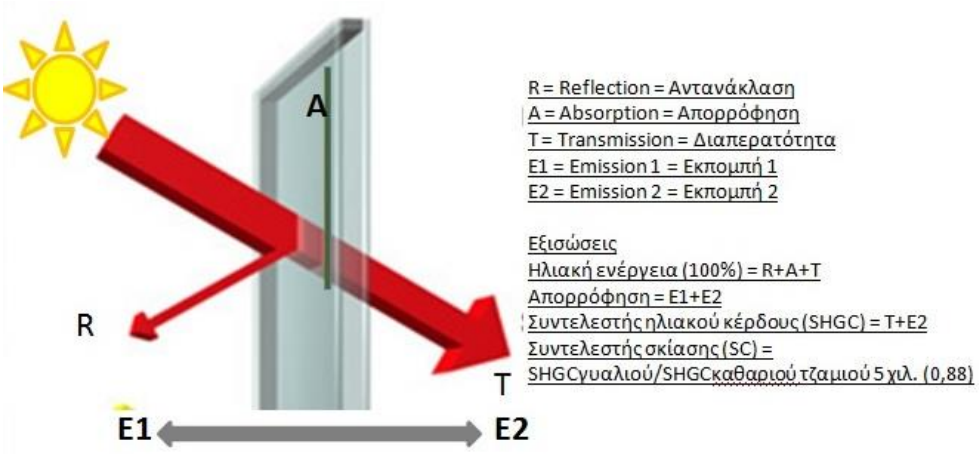
Στην Ελλάδα, από την ισχύ του Κανονισμού Θερμομόνωσης του 1979 είναι υποχρεωτική η χρήση διπλών υαλοπινάκων σε νέα κτίρια, έτσι ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις του Κανονισμού. Για τα παλαιά κτίρια, κτισμένα εν γένει πριν το 1979, η αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλούς, με πιθανή αντικατάσταση και των κουφωμάτων, αποτελεί μια σημαντική τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας. Η αντικατάσταση των παλιών παραθύρων με νέα, ενεργειακά αποδοτικά με διπλά τζάμια, αν και έχει κάποιο κόστος, μπορεί να ανατρέψει κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό την κακή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, με πολλαπλά οφέλη, ενεργειακά-περιβαλλοντικά και οικονομικά.

Εικόνα 4.2 Έργο "Double Glazing in Southern Countries" XVII/4.1031/99-33, Τελική Έκθεση, Δεκέμβριος 2000, Πρόγραμμα SAVE, της DG XVII-Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (Πηγή: ΚΑΠΕ)

Εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιφέρουν τα παράθυρα με διπλά τζάμια λόγω μειωμένων θερμικών ανταλλαγών με το περιβάλλον, παρουσιάζουν και μια σειρά από πλεονεκτήματα, όπως: μειώνουν την ακτινοβολία από ή προς τον εσωτερικό χώρο καθώς παρουσιάζουν επιφανειακή θερμοκρασία πλησιέστερη με αυτή των άλλων επιφανειών του χώρου και περιορίζουν τα ρεύματα του αέρα κοντά στο παράθυρο με αποτέλεσμα να προσφέρουν βελτιωμένες συνθήκες θερμικής άνεσης, αποτρέπουν τη συμπύκνωση υδρατμών το χειμώνα στην επιφάνειά τους, αλλά και μειώνουν το θόρυβο.

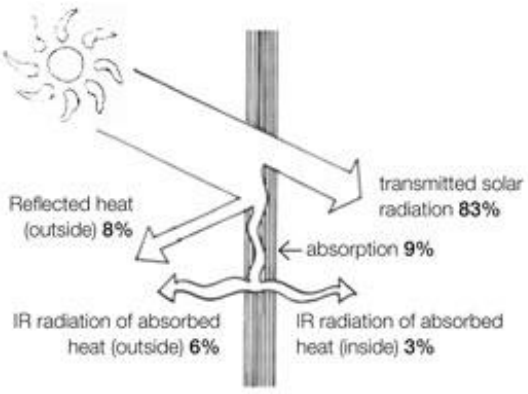
4.2.1 Επίδραση ηλιακής ακτινοβολίας στο γυαλί

Αναλυτικά ο τρόπος επίδρασης της ηλιακής ακτινοβολίας (θερμικής ηλιακής ενέργειας) πάνω στο γυαλί φαίνεται στο παρακάτω σχήμα :



Εικόνα 4.3 Ενεργειακή επίδραση της Ηλιακής Ακτινοβολίας στο γυαλί
(Πηγή : http://www.paneth.gr/index.php/el/monosi/jiajialy/jiajialy-tropos-leitourgias)

Όπως μπορεί να διαπιστώσει κανείς, κάποια ποσότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας διαπερνά το τζάμι , κάποια άλλη ανακλάται και η υπόλοιπη απορροφάται από το τζάμι. Η θερμική ενέργεια που απορροφάται από το τζάμι μεταδίδεται τότε στο εσωτερικό και στο εξωτερικό του παραθύρου ως υπέρυθρη ακτινοβολία . Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται πως σε μονό τζάμι πάχους 3mm, 83% της ηλιακής ακτινοβολίας μεταδίδεται, 8% ανακλάται και 9% απορροφάται. Το 3% της απορροφούμενης αυτής ακτινοβολίας στη συνέχεια μεταφέρεται στο εσωτερικό και 6% στο εξωτερικό.



Εικόνα 4.4 Συμπεριφορά προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε τζάμι πάχους 3mm
(Πηγή : http://www.yourhome.gov.au/technical/fs410.html#properties)

Δίνεται στη συνέχεια η επεξήγηση των βασικών ιδιοτήτων ενός υαλοπίνακα :

R = Reflection = Αντανάκλαση: είναι η ποσότητα ακτινοβολούμενης ενέργειας που ανακλάται από το τζάμι.

A = Absorption = Απορρόφηση: είναι η ποσότητα ακτινοβολούμενης ενέργειας που απορροφάται από το τζάμι.

T = Transmission = Διαπερατότητα: είναι η ποσότητα ακτινοβολούμενης ενέργειας που διαπερνά το τζάμι.

E1 = Emission 1 = Εκπομπή 1: είναι η ποσότητα της ενέργειας που απορροφήθηκε από το τζάμι και τελικά, εκπέμπεται από αυτό στον εξωτερικό χώρο.

E2 = Emission 2 = Εκπομπή 2: είναι η ποσότητα της ενέργειας που απορροφήθηκε από το τζάμι και τελικά, εκπέμπεται από αυτό στον εσωτερικό χώρο.

Η περίφημη εξίσωση RAT μας δηλώνει, ότι η συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (S) = R+T+A

Συντελεστής Ηλιακού Κέρδους - SHGC (Solar Heat Gain Coefficient)

Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους (SHGC), είναι ο δείκτης της ικανότητας του γυαλιού, να αποκόπτει τα θερμικά κέρδη, από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Παίρνει τιμές, ανάμεσα στο 0 και το 1. Όσο χαμηλότερη είναι λοιπόν η τιμή του συντελεστή ηλιακού κέρδους, τόσο καλύτερα μονωμένο είναι το τζάμι, έναντι στη θερμική ακτινοβολία.

Επίσης, για τον υπολογισμό του συντελεστή ηλιακού κέρδους του τζαμιού (SHGC) ισχύει:

SHGC= T+E2

Συντελεστής Σκίασης - SC (Shading Coefficient)

Ο συντελεστής σκίασης του τζαμιού (SC), αποτελεί προγενέστερο δείκτη του SHGC, που ορίστηκε ουσιαστικά για τον ίδιο σκοπό. Οι δύο δείκτες συνδέονται από τον παρακάτω τύπο αναλογικότητας:

SC = SHGC of glass / 0.87

Ορισμένοι επίσης συντελεστές που χρησιμοποιούνται ως δείκτες της ενεργειακής κλάσης ενός γυαλιού είναι οι εξής:

Συντελεστής Θερμοπερατότητας - U Value (Ug)

Είναι, η ποσότητα θερμότητας που διέρχεται μέσα σε μια ώρα, από μια επιφάνεια εμβαδού 1m², υπό σταθερή θερμική κατάσταση, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα, ή του υγρού που εφάπτεται εκατέρωθεν της επιφάνειας, είναι 1°C. Μονάδα μέτρησης είναι το W/m²*K. Πρακτικά, όσο πιο μικρές είναι οι τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου, τόσο μεγαλύτερη είναι η θερμομονωτική ικανότητα του στοιχείου αυτού.
Σε ένα κούφωμα μας ενδιαφέρουν κυρίως 2 τιμές θερμοπερατότητας U. Η τιμή U του πλαισίου και η τιμή U του υαλοπίνακα. Αν συνθέσουμε τις 2 αυτές τιμές, έχουμε τη συνολική τιμή U που εκφράζει τη θερμοπερατότητα του παραθύρου σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο :

$$U_w = (U_f * A_f + U_g * A_g + \Psi * I_f) / A_w$$

Διαπερατότητα στην Ηλιακή Ακτινοβολία - SRT (Solar Radiation Transmittance)

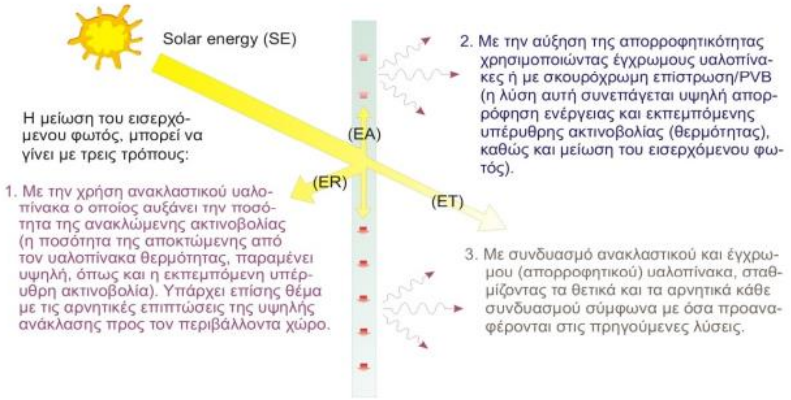
Είναι ο δείκτης που μας υποδηλώνει το ποσοστό της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας, που διαπερνά μια επιφάνεια. Η ηλιακή ακτινοβολία, εκπέμπεται σε μήκη κύματος από 280nm – 2500nm.

Διαπερατότητα στην Υπέρυθρη Ακτινοβολία – IRT (Infrared Radiation Transmittance)

Είναι ο δείκτης που μας υποδηλώνει το ποσοστό της υπέρυθρης ηλιακής ακτινοβολίας, που διαπερνά μια επιφάνεια. Η υπέρυθρη ακτινοβολία, εκπέμπεται σε μήκη κύματος από 780nm – 2500nm και είναι ουσιαστικά η θερμική ακτινοβολία του ήλιου.
Υπάρχουν επίσης και δύο συντελεστές - δείκτες, που οι τιμές τους υποδηλώνουν τη δυνατότητα του γυαλιού να επιτρέπει, ή όχι την διαπερατότητα στο ορατό φώς και την υπεριώδη και ιδιαίτερα βλαπτική, ακτινοβολία. Οι συντελεστές αυτοί είναι οι :

Οπτική Διαπερατότητα - VLT (Visible Light Transmittance)

Είναι ο δείκτης που μας υποδηλώνει το ποσοστό του ορατού φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας, που διαπερνά μια επιφάνεια.
Όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή του δείκτη αυτού, τόσο περισσότερο ηλιακό φως, διαπερνά την επιφάνεια του τζαμιού , επιδιώκεται δηλαδή να είναι υψηλή (από 60 έως και 80%), καθώς μεγάλες τιμές της οπτικής διαπερατότητας σημαίνει μικρές ανάγκες σε τεχνητό φωτισμό και αντίστροφα.



Εικόνα 4.5 Έλεγχος διερχόμενου φωτός (Πηγή : www.alvek.gr/yalo.pdf)

Διαπερατότητα στην Υπεριώδη Ακτινοβολία - UV Light Transmittance

Είναι ο δείκτης, που μας υποδηλώνει το ποσοστό της υπεριώδους ακτινοβολίας, που διαπερνά μια επιφάνεια. Η υπεριώδης (Ultra Violet) ακτινοβολία, εκπέμπεται σε μήκη κύματος από 280nm – 380nm. Όσο πιο μικρή είναι η τιμή του δείκτη αυτού, τόσο λιγότερη υπεριώδης ακτινοβολία, διαπερνά την επιφάνεια του τζαμιού.

Ηλιακός συντελεστής g (Solar Factor)

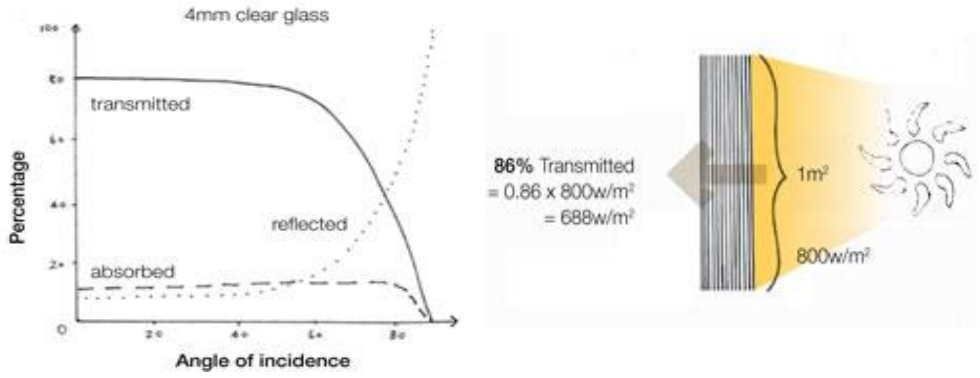
Δηλώνει το ποσοστό της συνολικής ηλιακής ροής που περνάει μέσα από το τζάμι προς την προσπίπτουσα ενεργειακή ηλιακή ροή. Επειδή στην Ελλάδα τα καλοκαίρια είναι ιδιαιτέρως θερμά, είναι πολύ σημαντικό να ελαχιστοποιείται η τιμή του. Πρακτικά όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής τόσο μειώνεται η υπερθέρμανση το καλοκαίρι και συνακόλουθα οι ανάγκες για κλιματισμό. Μια τιμή γύρω στο 40% θεωρείται καλή.

Για το βέλτιστο ενεργειακό αποτέλεσμα πρέπει να επιλέγονται υαλοπίνακες με:

- χαμηλό Ug,
- χαμηλό g (ηλιακό κέρδος) και
- υψηλό LT (οπτική διαπερατότητα).

Αξίζει να σημειωθεί ότι και τα τρία κριτήρια είναι λίγο δύσκολο να ικανοποιηθούν ταυτόχρονα στο βέλτιστο βαθμό και πρέπει να γίνονται συμβιβασμοί και επιλογές ανάλογα με τις εκάστοτε ανάγκες.

Η **γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας** έχει μεγάλη σημασία επίσης για την ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας που μεταφέρεται στο εσωτερικό του κτιρίου. Όταν ο ήλιος είναι κάθετος στον υαλοπίνακα έχει γωνία πρόσπτωσης 0. Για ένα τυπικό απλό τζάμι το 86% της ηλιακής θερμότητας μεταδίδεται . Όσο η γωνία αυξάνεται , περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία αντανακλάται και λιγότερη μεταδίδεται. Επίσης, όσο η γωνία αυξάνεται η επιφάνεια έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται.



Εικόνα 4.6 Γωνία πρόσπτωσης – μετάδοση ηλιακής ακτινοβολίας
(Πηγή: http://www.yourhome.gov.au/technical/fs410.html#properties)

Επομένως, το ίδιο παράθυρο μπορεί να έχει τελείως διαφορετικά θερμικά κέρδη εξαρτώμενα από τη γωνία της πρόσπτωσης, η οποία επηρεάζεται από τη θέση του ήλιου σύμφωνα με την περιοχή, την εποχή και την ώρα της ημέρας και τον προσανατολισμό των παραθύρων. Ένα παράθυρο με βόρειο προσανατολισμό το καλοκαίρι, όταν ο ήλιος είναι ψηλά στον ουρανό, η γωνία πρόσπτωσης 8° (εξαρτώμενη από την περιοχή). Το χειμώνα , η γωνία πρόσπτωσης το μεσημέρι είναι περίπου 35° και μεγαλύτερη επιφάνεια του παραθύρου εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία. Το παράθυρο επομένως μεταδίδει περισσότερη ηλιακή θερμότητα το χειμώνα παρά το καλοκαίρι. Ένα παράθυρο με δυτικό προσανατολισμό το απόγευμα του καλοκαιριού έχει γωνία προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας από σχεδόν 0° έως 30° με μεγάλη εκτιθέμενη στην ηλιακή ακτινοβολία επιφάνεια. Ένα βόρειο παράθυρο , το καλοκαίρι, έχει υψηλή γωνία πρόσπτωσης και μικρή εκτιθέμενη επιφάνεια στην ηλιακή ακτινοβολία. Επομένως, το καλοκαίρι, τα βορινά παράθυρα μεταδίδουν λιγότερη θερμότητα από τα παράθυρα με δυτικό προσανατολισμό.

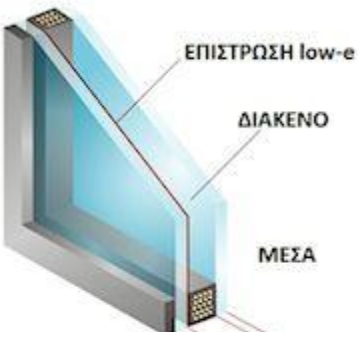
4.2.2 Κατηγορίες υαλοπινάκων

Κατηγορίες ειδικών υαλοπινάκων, οι οποίοι διαφοροποιούνται από τους κοινούς ως προς τα θερμικά και τα φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά, είναι:

- **Ανακλαστικοί υαλοπίνακες** : Ανακλούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτίρια.
- **Έγχρωμοι υαλοπίνακες** : Με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα, αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου.
- **Απορροφητικοί υαλοπίνακες** : Απορροφούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας (περιορίζουν τη θερμοπερατότητα χωρίς να μειώνουν σημαντικά τη φωτοδιαπερατότητα) και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου. Έχουν το πλεονέκτημα, σε σχέση με τους ανακλαστικούς, ότι δεν δημιουργούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του

κτιρίου.

- **Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e)** : Εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς το κτίριο, είτε να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον (ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται). Συνιστώνται για τη μείωση των θερμικών απωλειών (το χειμώνα) ή κερδών (το καλοκαίρι) των κτιρίων, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις του κτιρίου και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται.



Εικόνα 4.7 Ενεργειακοί υαλοπίνακες (Πηγή: http://www.practikal.gr/images/low-e1.jpg)

- **Ηλεκτροχρωμικοί** : Είναι υαλοπίνακες, των οποίων οι ιδιότητες (οπτικά χαρακτηριστικά, διαπερατότητα) μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος.
- **Φωτοχρωμικοί** : Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτούς ηλιακής ακτινοβολίας. Η φωτοδιαπερατότητά τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας.
- **Θερμοχρωμικοί** : Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμοι.
- **Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων** : Με την εφαρμογή τάσης μετατρέπονται από γαλακτόχρωμοι σε διαφανείς.

Για την επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα θα πρέπει να εξετάζεται η χρήση του κτιρίου, η συνεισφορά του υαλοπίνακα στην εξοικονόμηση ενέργειας σε ετήσια βάση και η συνεπαγόμενη οικονομικότητα του συστήματος (κόστος-όφελος, χρόνος απόσβεσης). Ιδιαίτερη προσοχή κατά την επιλογή απαιτείται ώστε τα θερμικά και οπτικά χαρακτηριστικά του υαλοπίνακα, τα οποία θα επιλεγούν με κριτήριο τη συμπεριφορά του στη θέρμανση και στο δροσισμό του κτιρίου, να εξασφαλίζουν, μαζί με το συνολικό σχεδιασμό των ανοιγμάτων και τις απαιτήσεις σε φυσικό φωτισμό των χώρων.

Βιβλιογραφία / Αναφορές 4ου κεφαλαίου

[1] ΤΟΤΕΕ 20701−2/2010, Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων

[2] Κυργεωργίου Α., Λευκαδίτη Σ. (2012), Η επίδραση των ανοιγμάτων στο φυσικό φωτισμό θαλάμου νοσηλείας (διπλωματική εργασία), Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής , Αθήνα

[3] http://www.paneth.gr/index.php/el/monosi/jiajialy/jiajialy-tropos-leitourgias

[4] http://www.practikal.gr/products/yalopinakes/energiakoiyalopinakes.html

[5] http://www.yourhome.gov.au/technical/fs410.html

[6] http://www.aluminium.gr/pdf/pdf-DOMHSH/09/086-092.pdf

[7] http://www.paneth.gr/index.php/el/monosi/jiajialy/jiajialy-tropos-leitourgias

[8] http://www.yourhome.gov.au/technical/fs410.html

[9] http://windows.lbl.gov/daylighting/designguide/section4.pdf

5 ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ – ΣΚΙΑΣΤΡΑ – ΜΠΑΛΚΟΝΙΑ

5.1 Βασικές αρχές

Ο σκιασμός των ανοιγμάτων του κτιρίου είναι η βασικότερη τεχνική για τη μείωση των θερμικών φορτίων ενός κτιρίου τη θερινή περίοδο. Θα πρέπει να εξασφαλίζει την ελάχιστη εισερχόμενη ακτινοβολία το καλοκαίρι, συνδυάζοντας όμως τη δυνατότητα φυσικού φωτισμού, αερισμού και θέας και, φυσικά, να μην εμποδίζει τον απαραίτητο ηλιασμό κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Επίσης πρέπει να ελέγχεται και ο ηλιασμός των ανοιγμάτων κατά τις ενδιάμεσες περιόδους (άνοιξη-φθινόπωρο).

Η συνιστώμενη ηλιοπροστασία (σκίαση) των ανοιγμάτων εξαρτάται από τον προσανατολισμό τους. Σε νότια ανοίγματα, ένα οριζόντιο σκίαστρο (σταθερό ή κινητό) εμποδίζει τις ηλιακές ακτίνες, οι οποίες έρχονται από ψηλότερο σημείο του ορίζοντα απ' ότι το χειμώνα. Για τα ανατολικά και δυτικά παράθυρα, στα οποία οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν από χαμηλά, απαιτείται σκίαση κατακόρυφου τύπου. Σε βορινά ανοίγματα δεν απαιτείται σύστημα σκιασμού. Πέρα, όμως, από τις γενικές κατευθύνσεις, το κατάλληλο σύστημα σκίασης για ένα συγκεκριμένο άνοιγμα θα πρέπει να διαθέτει τις παρακάτω προδιαγραφές:

- να σκιάζει επαρκώς (το καλοκαίρι προς αποφυγή υπερθέρμανσης, αλλά και τον χειμώνα όταν το ηλιακό ύψος είναι μικρό και προκαλείται ευκολότερα θάμβωση)
- να μην μειώνει υπερβολικά τα επίπεδα φωτισμού στο χώρο και
- να δίνει τη δυνατότητα θέας προς τα έξω (εκτός εάν για κάποιους λόγους αυτό δεν είναι επιθυμητό)

Η σκίαση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του επιτυγχάνεται με πολλούς τρόπους. Το ίδιο το σχήμα του κτιρίου (εσοχές, εξοχές, διατάξεις σε σχήμα Γ ή Π, διαμόρφωση εσωτερικών αυλών ή στοών κ.λπ.), αλλά και ειδικά διαμορφωμένες προεξοχές (όπως πρόβολοι στο νότο) μπορούν να αποτελέσουν σύστημα σκίασης του κτιρίου. Επί πλέον, μπορούν να τοποθετηθούν σκίαστρα στα ανοίγματα, τα οποία διακρίνονται ανάλογα με τη θέση τους (εσωτερικά, εξωτερικά ή ενδιάμεσα των υαλοπινάκων), ανάλογα με τη γεωμετρία τους (κατακόρυφα, οριζόντια, σχαρωτά), ανάλογα με τη δυνατότητα χειρισμού τους (σταθερά ή κινητά) και τέλος, ανάλογα με το υλικό και τις θερμικές και οπτικές ιδιότητες τους και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα έχουν τα σκίαστρα που βρίσκονται εξωτερικά των παραθύρων, υπάρχουν όμως και δυνατότητες συνδυασμού συστημάτων (εξωτερικά σταθερά σε συνδυασμό με εσωτερικά κινητά) και πάντοτε η επιλογή τους είναι και συνάρτηση του κόστους με την αποτελεσματική λειτουργία τους για αρκετά χρόνια.

Η σκίαση αποτελεί και μέσο ελέγχου του φυσικού φωτισμού και, ιδιαίτερα, της θάμβωσης, καθώς μειώνει την άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στους χώρους. Συνεπώς, κατά την επιλογή του κατάλληλου σκιάστρου θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη τόσο η θερμική, όσο και η οπτική του απόδοση όλο το χρόνο.

5.2 Συστήματα σκίασης

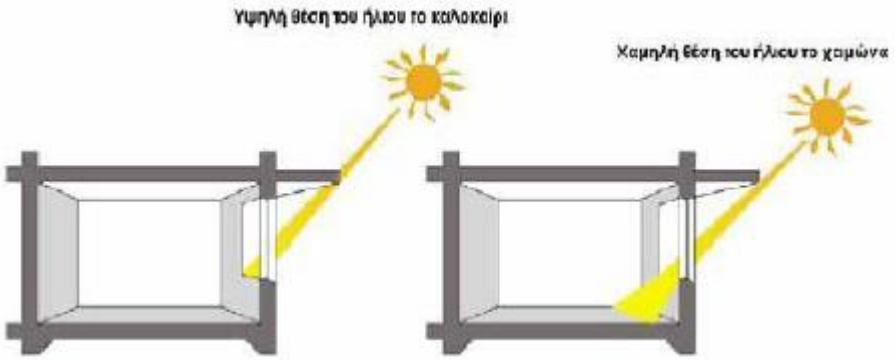
Τα «συστήματα σκίασης» ταξινομούνται σε:

- Συστήματα εξωτερικών στοιχείων ηλιοπροστασίας.
- Συστήματα περιεχόμενα στους υαλοπίνακες
- Εσωτερικά συστήματα ηλιοπροστασίας.

Επίσης διακρίνονται σε σταθερά και κινητά, γραμμικά και επιφανειακά, εποχιακά και μόνιμα, απλά και περίπλοκα, αποκλειστικά και μη.

5.2.1 Σταθερά Συστήματα Σκίασης

Συνήθως είναι εξωτερικά , οριζόντιες ή κατακόρυφες περσίδες, είτε σκίαστρο ή ακόμα και συνδυασμός τους. Αποτελούν πρακτική και οικονομική λύση, αποτελεσματική στον αποκλεισμό της άμεσης ακτινοβολίας , χωρίς όμως να δίνουν λύση στα προβλήματα θάμβωσης. Το πλάτος του σκιάστρου καθορίζεται από τον προσανατολισμό, το γεωγραφικό πλάτος, το ύψος του παραθύρου και την κατακόρυφη απόσταση ανάμεσα στο πρέκι του παραθύρου και το σκίαστρο. Το μήκος του καθορίζεται από το μήκος του παραθύρου και το γεωγραφικό πλάτος. Για τη διευκόλυνση της κυκλοφορίας του αέρα το σκέπαστρο μπορεί να είναι περσιδωτό (π.χ πέργκολα). Σε γενικές γραμμές, τα σταθερά συστήματα σκίασης δεν προσφέρουν επαρκή σκίαση στον πρωινό και απογευματινό ήλιο που βρίσκεται χαμηλά, γι'αυτό πρέπει να προεξέχει αρκετά από τα δυο άκρα του παραθύρου ή να υπάρχουν και κατακόρυφα σταχεία, προσέχοντας ωστόσο τη μείωση που αυτά προκαλούν στην ποσότητα του φυσικού φωτός που εισέρχεται στο δωμάτιο.



Εικόνα 5.1 Σταθερά οριζόντια συστήματα σκίασης (Πηγή : Energy Research Group, σσ. 8)

5.2.2 Κινητά συστήματα σκίασης

Τοποθετούνται εσωτερικά, εξωτερικά ή στο κενό ενός διπλού ή τριπλού υαλοπίνακα. Ο χειρισμός τους, όταν αυτά τοποθετούνται εσωτερικά, γίνεται εύκολα χειροκίνητα. Στα εξωτερικά συστήματα ο χειρισμός τους είναι αποδοτικότερος στην αντιμετώπιση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας χαμηλού ύψους, διάχυτη ή από ανάκλαση. Ο μηχανικός χειρισμός τους συνεπάγεται αυξημένο κόστος λόγω εγκατάστασης , συντήρησης και ενδεχόμενης αντικατάστασης.

5.2.3 Ανακλινόμενα συστήματα σκίασης

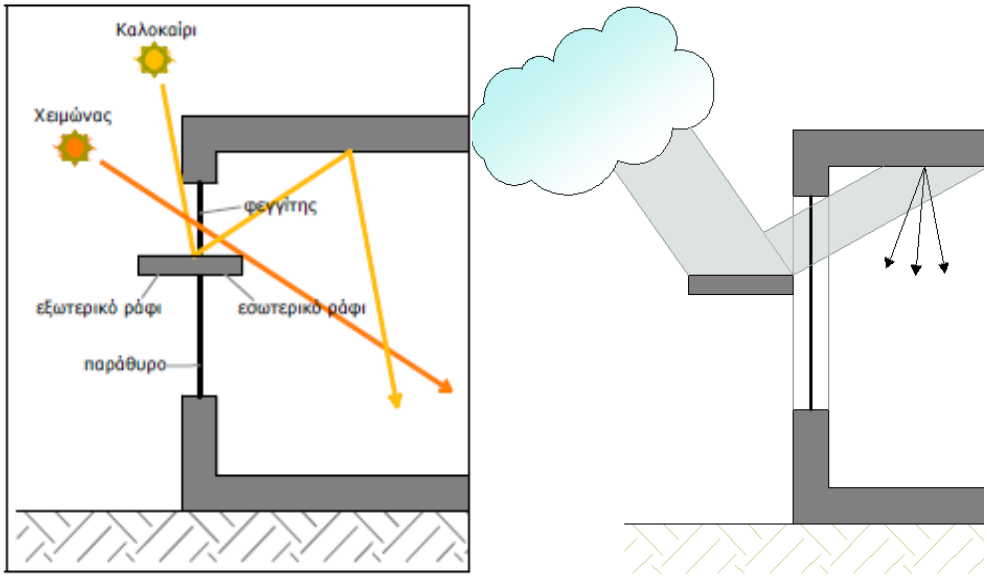
Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται τα συστήματα σκίασης που μπορούν να αφαιρεθούν τελείως από το άνοιγμα του παραθύρου , να μαζευτούν στην άκρη ή στο πρέκι του παραθύρου. Παράδειγμα είναι οι εσωτερικές περσίδες και οι κουρτίνες που δεν αποτελούν μόνιμη λύση.

5.3 Ηλιοπροστατευτικές και φωτοενισχυτικές διατάξεις

Υπάρχουν διατάξεις που εφαρμόζονται στα ανοίγματα για την εκμετάλλευση του φυσικού φωτός και τη βελτίωση της κατανομής του στο χώρο, ενώ ταυτόχρονα αποτελούν και ηλιοπροστατευτικές διατάξεις.

5.3.1 Ράφια φωτισμού

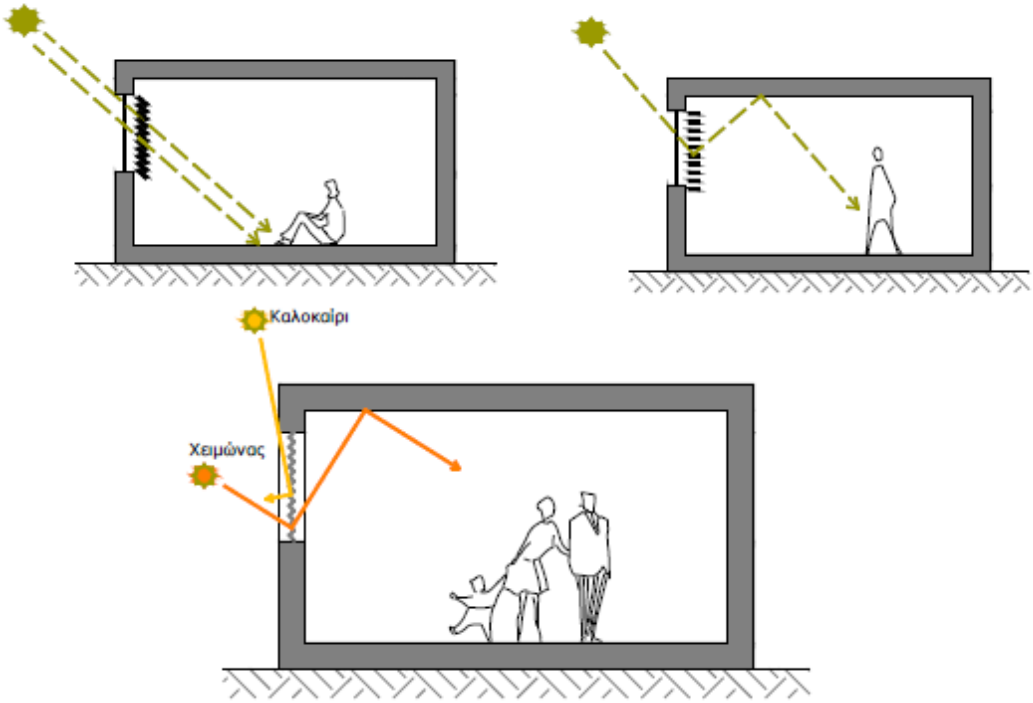
Είναι επίπεδα ή καμπύλα στοιχεία που τοποθετούνται στα ανοίγματα, πάνω στη γραμμή όρασης. Συνήθως έχουν στιλπνή την άνω επιφάνειά τους (επιφάνεια που προκαλεί διάχυση) στην οποία ανακλάται η προσπίπτουσα φωτεινή ακτινοβολία και κατευθύνεται προς την οροφή του χώρου, ή διαχέεται αντίστοιχα, βελτιώνοντας έτσι την κατανομή του φωτισμού. Επιπρόσθετα, παρέχουν προστασία από τη θάμβωση από τη θέαση του ουρανού από το εσωτερικό και λειτουργούν ως ηλιοπροστατευτική διάταξη για το τμήμα του παραθύρου που βρίσκεται κάτω από αυτά.



Εικόνα 5.2 Ανακλαστικά ράφια εσωτερικά και εκταέρωθεν του ανοίγματος
(Πηγή : Τεχνική οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.ΤΕΕ 20702 – 5/2010)

5.3.2 Ανακλαστήρες

Πρόκειται για εξωτερικές ή εσωτερικές περσίδες με ανακλαστική την άνω παρειά τους , οι οποίες αυξάνουν την ποσότητα του φυσικού φωτός που δέχεται ο χώρος , παρέχοντας συγχρόνως σκιασμό και προστασία από τη θάμβωση. Προσοχή βέβαια πρέπει να δίνεται στο γεγονός ότι οι πολύ στιλπνές επιφάνειες των περσίδων , το καλοκαίρι ή κατά τη διάρκεια των ημερών με μεγάλη ηλιοφάνεια, μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση.



Εικόνα 5.3 Διατάξεις περσίδων με ανακλαστική την άνω παρειά τους
(Πηγή : Τεχνική οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.ΤΕΕ 20702 – 5/2010)

5.4 Η συμβολή του μπαλκονιού

5.4.1 Κατασκευαστικά στοιχεία

Ως δομικά στοιχεία, τα μπαλκόνια έχουν τη μορφή προβόλων. Η κατασκευή τους ποικίλει ανάλογα με το φέροντα οργανισμό του κτιρίου στο οποίο ανήκουν αλλά, γενικά, διαμορφώνονται ως επεκτάσεις της πλάκας μεταξύ δύο διαδοχικών επιπέδων (ορόφων). Ένα συμβατικό μπαλκόνι από μπετόν αποτελείται από μια πλάκα πάχους περίπου 15 εκατ. της οποίας ο κύριος οπλισμός αποτελεί προέκταση του οπλισμού της παρακείμενης σταθερά εδραζόμενης πλάκας. Όσον αφορά τα μπαλκόνια που κατασκευάζονται σε μεταλλικό φέροντα οργανισμό, αυτά στηρίζονται σε σειρά οριζόντιων μεταλλικών δοκών πάχους περίπου 10 έως 15 εκατ. που αποτελούν, επίσης, προέκταση των οριζόντιων δοκών του μεταλλικού σκελετού της παρακείμενης πλάκας - με τα μεταξύ τους κενά συμπληρωμένα με πλάκες κεραμικές ή σκυροδέματος. Ομοίως, στην περίπτωση ξύλινου φέροντα οργανισμού, τα μπαλκόνια στηρίζονται σε ξύλινες δοκούς με τα μεταξύ τους κενά καλυμμένα με σανίδες. Τα μήκη αυτών των προβολών υπόκεινται σε περιορισμούς εξ αιτίας των ροπών που προκύπτουν από τα φορτία που ασκούνται και, σε κάθε περίπτωση, εξαρτώνται από τον τύπο του φέροντα οργανισμού τους. Στα συμβατικά κτίρια με φέροντα οργανισμό από μπετόν ή χάλυβα, που αποτελούν την πλειοψηφία των πολυώροφων κτιρίων, τα μπαλκόνια σπάνια υπερβαίνουν 2.5 μέτρα σε μήκος, ένα ημιεμπειρικό όριο που ικανοποιεί την απλή και σχετικά χαμηλού κόστους κατασκευή τους και, ακόμη, περιορίζει την ενοχλητική ταλάντωσή τους όταν ασκούνται επάνω τους μεταβλητά φορτία (π.χ. βάδισμα). Τα ξύλινα μπαλκόνια είναι συνήθως στενότερα εξ αιτίας των μικρότερων αντοχών του ξύλου.

Τα δάπεδα των μπαλκονιών κατασκευάζονται πάνω από την τελική επιφάνεια του φέροντα οργανισμού τους με υλικά κατάλληλα για εξωτερικούς χώρους (π.χ. κεραμικά πλακάκια, μάρμαρο, μωσαϊκό). Οι επιφάνειές τους έχουν ελαφρά κλίση (1 - 2 %) για την απομάκρυνση των νερών. Επιπλέον, κατασκευάζονται σε χαμηλότερη στάθμη από αυτή των εσωτερικών δαπέδων ώστε να αποτρέπεται η εισροή νερών στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου. Ένας σχετικά σπάνιος τύπος δαπέδου μπαλκονιών έχει, σε μια ζώνη στην εσωτερική τους πλευρά, ανοίγματα καλυμμένα με μεταλλική σχάρα, ώστε να επιτρέπει την κατακόρυφη κίνηση του αέρα, παράλληλα προς την όψη του κτιρίου.

Εκτός από το οριζόντιο δάπεδό του, κάθε μπαλκόνι έχει κατά μήκος του εξωτερικού του ορίου ένα στηθαίο, ύψους τουλάχιστον 1.10 μ, για προστασία από ατυχήματα. Το στηθαίο, που γενικά αποτελεί συμπλήρωμα της κύριας δομής του μπαλκονιού, μπορεί να κατασκευαστεί από ποικιλία υλικών και να έχει διαφορετικές μορφές.

Σε περιπτώσεις όπου το υλικό κατασκευής του είναι το ξύλο ή το μέταλλο, γενικά, λαμβάνει τη μορφή κιγκλιδώματος. Αντίθετα, σε περιπτώσεις που κτίζεται, από μπετόν ή τούβλα, είναι συνήθως συμπαγές. Σχετικά πιο σύγχρονες είναι μορφές στηθαίων από υψηλής αντοχής υαλοπίνακες ή πίνακες από συνθετικά υλικά με διάφορους βαθμούς διαφάνειας που στηρίζονται σε μεταλλικά πλαίσια. Τέλος, όχι σπάνια, τα στηθαία προκύπτουν ως σύνθεση διαφορετικών υλικών και μορφών - συχνά ως συνδυασμοί συμπαγών και ημιπερατών τμημάτων, ακόμη και στο ίδιο μπαλκόνι.

5.4.2 Επίδραση στη σκίαση και φυσικό φωτισμό

Τα μπαλκόνια, ως πρόβολοι, ανάλογα με το μήκος τους και τη θέση του ήλιου στον ουρανό, σκιάζουν ένα μέρος της επιφάνειας της όψης του κτιρίου στο οποίο ανήκουν. Αυτή η σκίαση, είναι αποτελεσματικότερη εάν επηρεάζει ανοίγματα ή τμήματα ανοιγμάτων του κελύφους. Δεδομένου ότι η σκίαση που δημιουργείται από ένα πρόβολο συγκεκριμένου μήκους είναι μεγαλύτερη όταν ο ήλιος βρίσκεται ψηλότερα στον ορίζοντα, τα μπαλκόνια, ως μέσα ηλιοπροστασίας,

λειτουργούν αποτελεσματικότερα στις όψεις με νότιο προσανατολισμό στο βόρειο ημισφαίριο, και αντίστροφα στο νότιο ημισφαίριο. Σε αυτές τις περιπτώσεις, φυσικά, η σκίαση επηρεάζει τα μέρη του κελύφους που βρίσκονται κάτω από τον πρόβολο καθώς και τα ανοίγματα που υπάρχουν εκεί. Σχετικά, είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι συχνά, για λόγους απλότητας στα στατικά και αρχιτεκτονικά σχέδια των πολυώροφων κτιρίων, τα μπαλκόνια και τα ανοίγματα στις όψεις τους διευθετούνται σε στήλες. Ως αποτέλεσμα, κάθε μπαλκόνι προσφέρει σκιά στο άνοιγμα που βρίσκεται από κάτω του. Από την άλλη πλευρά, όταν ο ήλιος είναι χαμηλά στον ορίζοντα (στην αυγή ή στη δύση), η περιορισμένης έκτασης σκίαση που δημιουργείται από το οριζόντιο τμήμα του μπαλκονιού συμπληρώνεται με τη σκίαση από το κάθετο στηθαίο του, όπου αυτό είναι αδιαφανές. Φυσικά, όταν ο ήλιος είναι χαμηλός στον ορίζοντα, η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι ασθενέστερη και η ανάγκη ηλιοπροστασίας περιορισμένη.

5.4.3 Επίδραση στις ανταλλαγές θερμότητας

Υπάρχει άμεση συμβολή των μπαλκονιών στις διεργασίες που συνδέονται με τις ανταλλαγές θερμότητας μέσω των δομικών υλικών του κελύφους τους. Λόγω της κατασκευής τους και της έκθεσης τους στου μηχανισμούς που διαμορφώνουν τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, ουσιαστικά λειτουργούν ως θερμογέφυρες, επιτρέποντας μέσω της μάζας τους, τη μετάδοση της θερμότητας και στις δυο πλευρές του κελύφους. Εάν οι επιδράσεις του περιβάλλοντος προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας ενός μπαλκονιού, αυτό εκπέμπει μέρος της θερμότητας που αποθηκεύεται στη μάζα του υπό μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Μέρος αυτής της ακτινοβολίας προσπίπτει στα ανοίγματα και τα δομικά στοιχεία του κελύφους του κτιρίου, προκαλώντας αύξηση της θερμοκρασίας τους και , έμμεσα , μεταβολή στις συνθήκες του εσωτερικού περιβάλλοντος, αντισταθμίζοντας εν μέρει τις συνέπειες της σκίασης στην ενεργειακή ισορροπία του κτιρίου. Πράγματι, εξ αιτίας τους, ένα μπαλκόνι που παρεμβάλλεται στις πλαγία προσπίπτουσες ακτίνες του ήλιου συνεπάγεται μείωση του θερμικού αποτελέσματος της ηλιακής ακτινοβολίας στην από κάτω περιοχή του κελύφους και αύξηση στην από πάνω του. Το συγκεκριμένο πρόβλημα - αν είναι πρόβλημα - μπορεί να αντιμετωπιστεί με μέτρα που μειώνουν την ικανότητα του μπαλκονιού να απορροφά την ακτινοβολία. Στην κατηγορία αυτών των μέτρων μπορούμε να εντάξουμε την επένδυση (π.χ. δάπεδα) με υλικά που έχουν μικρό συντελεστή απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας. Ακόμη, θα είχε θετικά αποτελέσματα στον περιορισμό του φαινομένου η κατασκευή των μπαλκονιών με μικρότερη μάζα (π.χ. μικρότερο πάχος, ελαφρότερα υλικά) και με υλικά που έχουν μικρή θερμοχωρητικότητα και μεγάλο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, ώστε να απάγουν με ταχύτερο ρυθμό την αποθηκευμένη θερμότητα προς τον αέρα του περιβάλλοντος. Στην περίπτωση των μπαλκονιών που δεν έχουν αυτές τις ιδιότητες, όπως είναι τα μπαλκόνια που κατασκευάζονται από σκυρόδεμα, το πρόβλημα μπορεί να περιοριστεί με την εφαρμογή θερμομονωτικών υλικών στην ανώτερη επιφάνειά τους.

Βιβλιογραφία / Αναφορές 5ου κεφαλαίου

[1] Κυργεωργίου Α., Λευκαδίτη Σ. (2012), Η επίδραση των ανοιγμάτων στο φυσικό φωτισμό θαλάμου νοσηλείας (διπλωματική εργασία), Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής , Αθήνα

[2] http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_hlioprostasia.htm

[3] http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id=649312954841

6 ΜΟΝΑΔΕΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΠΕΡΙΘΑΛΨΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

6.1 Ενεργειακές απαιτήσεις Νοσοκομείων

Το αυξημένο κόστος λειτουργίας των νοσοκομείων και η επιβάρυνση του περιβάλλοντος οδηγεί στην ανάγκη χρήσης σύγχρονων εγκαταστάσεων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Εξαιτίας των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των νοσοκομείων (μεγάλο μέγεθος κτιρίων, 24ωρη λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, διατήρηση εσωτερικής θερμοκρασίας, ταυτόχρονη λειτουργία πολλών ιατρικών μηχανημάτων), η ενεργειακή κατανάλωση ανά μονάδα επιφάνειας είναι ιδιαίτερα υψηλή και μάλιστα υπερδιπλάσια σε σχέση με τα υπόλοιπα δημόσια κτίρια (Παπακωνσταντίνου, 2010). Η ενεργειακή αναβάθμιση των νοσοκομείων απαιτεί τη δημιουργία «έξυπνων» - οικολογικών εγκαταστάσεων, μειώνοντας μεσοπρόθεσμα το ενεργειακό κόστος

Έρευνα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) για τη μείωση της ενεργειακής σπατάλης των δημόσιων κτηρίων της χώρας, διαπιστώνει πλήθος προβλημάτων και ελλείψεων σε ότι αφορά το κέλυφος των κτηρίων αλλά και τον ηλεκτρομηχανολογικό τους εξοπλισμό ειδικά σε παλαιότερα κτήρια (ελλιπής θερμομόνωση, παλαιότητα εξοπλισμού, ανυπαρξία προγράμματος διαχείρισης ενέργειας κ.α.). Με την εφαρμογή μέτρων χαμηλού κόστους για την ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων, μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση της τάξεως του 20% τουλάχιστον (132 GWh ετησίως στο σύνολο των νοσοκομείων), το οποίο μεταφράζεται ποσοτικά σε εξοικονόμηση €9 εκατ. Ετησίως. Η μελέτη, εκτός των άλλων, εστίασε σε οκτώ νοσοκομεία όπου η μέση κατανάλωση ενέργειας είναι 427 kWh/m^2, ενώ στη Γαλλία για παράδειγμα, η κατανάλωση φτάνει τα 345 kWh/m^2 κατά μέσο όρο (Μαρκογιαννάκης, Σοφρώνης, 2000).

Είναι γεγονός ότι οι ενεργειακές ανάγκες αυξάνονται συνεχώς σε ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο. Ακόμα και σε χώρες όπως η Γερμανία που αποτελεί πρότυπο στην εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, το κόστος για καύσιμα σε 2.139 νοσοκομεία αυξήθηκε κατά 18,1% από το 2002 έως το 2005, ενώ τα υπόλοιπα λειτουργικά έξοδα αυξήθηκαν μόλις 6%. Αντίστοιχα, στην Αυστρία τα λειτουργικά έξοδα για ενέργεια αυξήθηκαν από το 2006 ως το 2008 κατά 50%. Στην Ελλάδα σήμερα, η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα φτάνει το 36% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας ενώ το 65% του συνόλου των κτιρίων έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980, δεν διαθέτουν θερμομόνωση και τα συστήματα θέρμανσης είναι παρωχημένα (Παπακωνσταντίνου, 2010). Λαμβάνοντας υπόψη, συνεπώς, την παλαιότητα -της πλειονότητας- των νοσοκομείων και το γεγονός ότι είναι ιδιαιτέρως ενεργοβόρα κτήρια, καθίσταται αναγκαία η λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

6.2 Στρατηγικές ενεργειακής αναβάθμισης νοσοκομείων

Το νοσοκομείο αποτελεί ένα ιδιαίτερο περιβάλλον με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις , απαιτήσεις που αντιστοιχούν στις ανάγκες μιας μικρής πόλης. Στην Ελλάδα, η εφαρμογή του Νόμου 3661/2008 («Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων») και η αποσπασματική εφαρμογή της 2002/91/ΕΚ έχει περιορίσει την κατανάλωση ενέργειας χωρίς αυτό να είναι αρκετό. Η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί με απλές επεμβάσεις στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις και όπως επισημαίνει η διεθνής βιβλιογραφία κυμαίνεται στο 30% ανάλογα με τη χώρα, το κλίμα, την

παλαιότητα των κτιρίων κλπ. Δεδομένου του στόχου της Ευρωπαϊκής Ένωσης που αφορά στη χρήση του 20% του συνόλου της ενέργειας μέσω ΑΠΕ έως το 2020, τα νοσοκομεία οφείλουν να αναλάβουν πρωτοβουλίες που θα μειώσουν τις ενεργειακές τους δαπάνες και θα ωφελήσουν το περιβάλλον.

Τα μέτρα που προτείνει η διεθνής βιβλιογραφία και το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) για ενεργειακή αναβάθμιση και εξοικονόμηση ενέργειας με βάση το κόστος – όφελος, είναι σε γενικές γραμμές είναι τα εξής:

- Εφαρμογή Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης Κτηρίων (BEMS – Building Energy Management Systems). Τα BEMS συμβάλλουν στην ορθολογική χρήση της ενέργειας μέσω του ακριβούς ελέγχου των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Το σύστημα μπορεί να επιφέρει μείωση της κατανάλωσης θέρμανσης, κλιματισμού και φωτισμού έως 30%.

- Εγκατάσταση Μονάδας Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) που χρησιμοποιεί φυσικό αέριο. Οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας 15-40%. Το ελληνικό ιδιωτικό νοσοκομείο Metropolitan έχει εγκαταστήσει μονάδα ΣΗΘ καλύπτοντας το 45% των ενεργειακών του αναγκών και εξοικονομώντας το 30% των δαπανών για τη χρήση συμβατικής ενέργειας (Παπακωνσταντίνου, 2010). Η αποπληρωμή διαρκεί 4-7 έτη.

- Διαμόρφωση ορθολογικής συμπεριφοράς και οικολογικής συνείδησης στους υπαλλήλους που κάνουν χρήση της ενέργειας. Σε νοσοκομείο της Ελβετίας η μέθοδος αυτή εξοικονόμησε €102.000 σε ένα έτος (Παπακωνσταντίνου, 2010).

- Το ΚΑΠΕ προτείνει αντικατάσταση πετρελαίου με φυσικό αέριο ή υγραέριο και αναβάθμιση ή αντικατάσταση καυστήρων με καυστήρες διπλού καυσίμου καθώς και των παλαιών λεβήτων με νέους υψηλού βαθμού απόδοσης. Η εξοικονόμησης ενέργειας μέσω αυτών των παρεμβάσεων είναι της τάξεως του 5% - 10%, η εξοικονόμηση χρημάτων κυμαίνεται στο 20% - 30% και η αποπληρωμή διαρκεί 1-5 έτη.

- Εγκατάσταση κεντρικού συστήματος κλιματισμού. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται καλύτερος έλεγχο και μικρότερη κατανάλωση από ότι στην εγκατάσταση πολλών αυτόνομων μονάδων.

- Εγκατάσταση Κεντρικών Ηλιακών Συστημάτων. Με την εφαρμογή αυτής της επέμβασης επιτυγχάνεται εξολοκλήρου η υποκατάσταση πετρελαίου ή του φυσικού αερίου με ηλιακή ενέργεια για τις ανάγκες του ζεστού νερού χρήσης. Οι περίοδοι αποπληρωμής κυμαίνονται μεταξύ 4 και 9 ετών.

- Αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεως με λαμπτήρες οικονομικού τύπου (εξοικονόμησης ενέργειας 80%, αποπληρωμή σε 1-2 έτη)

Το κέλυφος του κτιρίου αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που επιδρά στις ενεργειακές απαιτήσεις θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού του κτιρίου. Περισσότερο από το 70% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται στα νοσοκομεία οφείλεται στις ανάγκες για φωτισμό και στα συστήματα κλιματισμού. Οι ενεργειακές αυτές ανάγκες άμεσα επηρεάζονται από το σχεδιασμό , την κατασκευή και τις ιδιότητες των υλικών του κτιρίου . Για παράδειγμα, ένα νοσοκομείο που έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να εκμεταλλεύεται τα παθητικά συστήματα ηλιασμού μπορεί να περιορίσει τα κατασκευαστικά και λειτουργικά κόστη για τα συστήματα κλιματισμού.

Επιπλέον , βάσει του στοιχειοθετημένου σχεδιασμού (evidence-based design) χαρακτηριστικά του κελύφους του κτιρίου όπως ο φυσικός φωτισμός, η θέα που παρέχεται και τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί, θεωρούνται σημαντικοί παράγοντες στη δημιουργία ενός ασφαλούς και θεραπευτικού περιβάλλοντος.

Οι παρακάτω παράγοντες θεωρούνται καθοριστικοί για το σχεδιασμό ενός υψηλής ενεργειακής απόδοσης κτιριακού κελύφους:

1. **Διάταξη , όγκος και προσανατολισμός του κτιρίου**

Η διάταξη, ο όγκος και ο προσανατολισμός του κτιρίου επιδρούν άμεσα στο φυσικό φωτισμό, τα ηλιακά θερμικά κέρδη ή απώλειες, το φυσικό δροσισμό, την ποιότητα του εωτερικού περιβάλλοντος και την ενεργειακή κατανάλωση. 18% της κατανάλωσης ενέργειας στα νοσοκομεία (2003 Commercial Buildings Energy Consumption Survey, U.S. Department of Energy) οφείλεται στο φωτισμό τους, γεγονός που μπορεί να μειωθεί σημαντικά σχεδιάζοντας κτίρια που μεγιστοποιούν την ποσότητα φυσικού φωτός που διεισδύει στο εσωτερικό του κτιρίου. Η εξοικονόμηση από τη μείωση της ανάγκης για τεχνητό φωτισμό λόγω της αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού κατά τη διάρκεια της μέρας, μπορεί να αγγίξει το 87%.

2. **Κλίμα**

Το κέλυφος του κτιρίου θα πρέπει να σχεδιάζεται σύμφωνα με τις κλιματικές διακυμάνσεις και της απαιτήσεις θερμικής άνεσης για τη δεδομένη τοποθεσία. Το τοπικό κλίμα είναι βασικός παράγοντας στην απόφαση για τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά που θα περιορίσουν τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου .

3. **Θερμική απόδοση**

Τα υλικά που επιλέγονται για την κατασκευή του νοσοκομείου ή για την ανακαίνιση του θα πρέπει να πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις όπως αυτές ορίζονται για κάθε χώρα και κλίμα σύμφωνα με τις αντίστοιχες συστάσεις και κανονισμούς . Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί στα παρακάτω χαρακτηριστικά :

- Θερμική αντίσταση (R-value) και συντελεστής θερμοχωρητικότητας (U-value) για τα δομικά στοιχεία του κτιρίου όπως τις οροφές, τους τοίχους και τα δάπεδα
- Συντελεστής ηλιακού κέρδους (Solar heat-gain coefficient) και συντελεστής θερμοχωρητικότητας (U-value) των παραθύρων
- Ανακλαστικότητα και εκπεμψιμότητα της εξωτερικής οροφής

4. **Υαλοπίνακες (πόρτες , παράθυρα και ανοίγματα)**

Αντικείμενο προσεκτικού σχεδιασμού πρέπει να αποτελεί ο σχεδιασμός, ο προσανατολισμός, το μέγεθος και οι ιδιότητες των υλικών για όλα τα διάφανα στοιχεία της κατασκευής, καθώς σχετίζονται άμεσα με το φυσικό φως , την οπτική άνεση και τις ανάγκες κλιματισμού του κτιρίου. Συστήματα σκίασης μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ώστε να ελέγξουν την διείσδυση του φυσικού φωτός στο κτίριο. Τέλος, εκτιμάται ότι 10% με 40% μείωση στα κόστη για τεχνητό φωτισμό και κλιματισμό μπορεί να επιτευχθεί με βελτιωμένη απόδοση υαλοπινάκων σε δημόσια κτίρια (Ander, G.D. “Windows and Glazing.” *Whole Building Design Guide*, 2008)

5. Έλεγχος διείσδυσης αέρα και υγρασίας

Η σωστή στεγανοποίηση του κελύφους του κτιρίου εμποδίζει τη διήθηση αέρα και υγρασίας, συνθήκες που οδηγούν στην ανάπτυξη των βακτηριδίων μούχλας και τοξίνων και που μειώνουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα ενώ ταυτόχρονα αυξάνουν τις ανάγκες κλιματισμού.

6. Ιδιότητες των υλικών του κτιρίου

Τα κατασκευστικά υλικά του κτιρίου πρέπει να επιλέγονται προσεχτικά καθώς συνεισφέρουν στη δημιουργία ενός υγιεινού, άνετου και ασφαλούς θεραπευτικού περιβάλλοντος.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, από άποψη καθαρά βιοκλιματικού σχεδιασμού, κάθε νοσοκομείο που θέλει να υιοθετήσει ένα ενεργειακά αποδοτικό προφίλ, πρέπει να εξετάσει , να αξιολογήσει και να επέμβει στα παρακάτω χαρακτηριστικά του :

- Τη μόνωση των δομικών του στοιχείων (τοίχοι , οροφές , δάπεδα) σύμφωνα με τις κλιματικές απαιτήσεις, καθώς και τον προσεκτικό σχεδιασμό της εξωτερικής οροφής του, ως ένα ευάλωτο δομικό στοιχείο στα θερμικά κέρδη του καλοκαιριού και στις θερμικές απώλειες του χειμώνα.
- Τη φύτευση του δώματος ή τη δημιουργία ψυχρή στέγης , τεχνικές που μειώνουν την ενεργειακή κατανάλωση και το φαινόμενο θερμικής αστικής νησίδας.
- Την αύξηση της θερμικής μάζας του κελύφους , γεγονός που επιτρέπει την αργή απορρόφηση ενέργειας, τη διατήρησή της, και τη μείωση των συνολικών απαιτήσεων θέρμανσης και ψύξης.
- Την επιλογή υαλοπίνακα βάσει της απόδοσης βασικών χαρακτηριστικών του , όπως ο συντελεστής ηλιακού κέρδους ή ο συντελεστής θερμοχωρητικότητας, η οπτική διαπερατότητα κ.ά καθώς και της μόνωσής τους με πολλαπλές στρώσεις, επικαλύψεις χαμηλής εκπεμψιμότητας, πλήρωση του κενού τους με κάποιο αέριο
- Τη χρησιμοποίηση συστημάτων σκίασης όπως σκίαστρα, τέντες ή προβόλους σύμφωνα με το κλίμα της περιοχής.
- Την επιθεώρηση όλων των στοιχείων του κελύφους για τυχόν επιδιορθώσεις στα δομικά στοιχεία, τα ανοίγματα και τα μονωτικά χαρακτηριστικά του κτιρίου κατά τη φάση λειτουργίας του.

6.3 Οφέλη ''Πράσινων'' Νοσοκομείων

Την ανάγκη για ''πράσινα'' νοσοκομεία υποδεικνύουν έρευνες σε παγκόσμιο επίπεδο που επιβεβαιώνουν το γεγονός ότι οι εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης που υιοθετούν τις στρατηγικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού δημιουργούν θεραπευτικές συνθήκες περιβάλλοντος τέτοιες ώστε να ενισχύεται η φροντίδα και η γρηγορότερη ανάρρωση των ασθενών. Η ευεργετική επίδραση τέτοιων παρεμβάσεων βιοκλιματικού χαρακτήρα , εκτός από τα οφέλη της σε ασθενείς, δημιουργεί άνετες συνθήκες περιβάλλοντος για προσωπικό και εργαζομένους. Πιο συγκεκριμένα :

- Σύμφωνα με έρευνα του κέντρου επιστημών υγείας Mackenzie στον Καναδά (Mackenzie Health Sciences Centre) , οι ασθενείς με κατάθλιψη ανέκαμψαν 15% γρηγορότερα όταν βρίσκονταν σε θαλάμους με επαρκή φυσικό φωτισμό σε σχέση με αυτούς που βρίσκονταν σε θαλάμους με περιορισμένο φυσικό φως.

- Το νοσοκομείο Bronson Methodist στο Michigan βρήκε ότι υιοθετώντας πρακτικές βιοκλιματικού και βιώσιμου σχεδιασμού όπως επαρκή φυσικό αερισμό, ατομικούς θαλάμους νοσηλείας, φυσικό φωτισμό και βελτίωση του περιβάλλοντα χώρου στα πλαίσια του προγράμματος αναδιαμόρφωσής του, προκάλεσε μείωση κατά 11% στις δευτερογενείς μολύνσεις :
- Το πανεπιστημιακό νοσοκομείο Inha στην Κορέα, παρατήρησε ότι η παραμονή των ασθενών της γυναικολογικής μονάδας μειώθηκε κατά 41% όταν πραγματοποιούταν σε ηλιόλουστους θαλάμους νοσηλείας . Το αντίστοιχο ποσοστό μείωσης της παραμονής ασθενών στη χειρουργική μονάδα λόγω βελτιωμένων συνθηκών φυσικού φωτισμού, αγγίζει το 26%.

Γίνεται σαφές με αυτόν τον τρόπο , ότι ένα πράσινο νοσοκομείο βελτιώνει την υγεία ασθενών και προσωπικού , ενισχύοντας το αίσθημα ασφάλειας τους στο χώρο στον οποίο κινούνται, αναγκάζονται να παραμείνουν ή και εργάζονται, βελτιώνει τη διάρκεια παραμονής των ασθενών στο νοσοκομείο, περιορίζει τη ψυχολογική επίδραση του νοσοκομειακού περιβάλλοντος στους ασθενείς, εμποδίζει τις εκπομπές βλαβερών χημικών, ενισχύει τα αποτελέσματα της θεραπείας, βελτιώνει την οπτική , θερμική και ακουστική άνεση των χρηστών του και τέλος αποτελεί παράδειγμα για την ευρύτερη κοινότητα λειτουργώντας σύμφωνα με τα πλαίσια του περιβάλλοντος στο οποίο ανήκει.

Στα περιβαλλοντικά οφέλη συμπεριλαμβάνονται η προστασία του οικοσυστήματος και της βιοποικιλότητας, η βελτίωση της ποιότητας του αέρα και του νερού, η μείωση των στερεών αποβλήτων, η διατήρηση των φυσικών πηγών και η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.

Επιπρόσθετα, τέτοιες πρακτικές στα νοσοκομεία επιφέρουν και σημαντικά οικονομικά οφέλη :

- ✓ μειώνονται τα λειτουργικά κόστη
- ✓ γίνεται εξοικονόμηση 20-30% του κόστους κατανάλωσης ενέργειας και νερού
- ✓ βελτιστοποιείται η οικονομική απόδοση του κύκλου ζωής του νοσοκομείου
- ✓ προκαλείται το επενδυτικό ενδιαφέρον
- ✓ αποδεικνύεται τέλος, η κοινωνική ευθύνη του νοσοκομείου όχι μόνο απέναντι σε ασθενείς και προσωπικό αλλά και σε ένα ευρύτερο πλαίσιο.

Βιβλιογραφία / Αναφορές 6ου κεφαλαίου

[1] Σκλάβου Ε. , Τζουβαδάκης Ι. (2011), Θεραπευτικό περιβάλλον και στοιχειοθετημένος σχεδιασμός* - Η διεθνής εμπειρία και η περίπτωση της Ελλάδας (άρθρο), Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής, Αθήνα

[2] (2011), Building Envelope Critical to High – Performance Hospitals, U.S Department of Energy Building Technologies Prprogram

[3] Brett C. Singer, William F. Tschudi (2009), High Performance Healthcare Buildings : A Roadmap to Improved Energy Efficiency, Lawrence Berkeley National Laborator

[4] American Society of Heating, Ref rigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., The American Institute of Architects, Illuminating Engineering Society of North America, U.S. Green Build ing Council, U.S. Department of Energy (2007), Advanced Energy Design Guide For Small Hospitals and Healthcare Facilities, Atlanta

[5] Buro Happold, Healthcare sector (Hot topics, approaches and case studies), The engineering of excellence

[6] http://platon.cc.uoa.gr/~reconweb/new2/index.php/2011-02-18-13-44-02/2011-04-11-08-53-08

7 ΔΙΕΘΝΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

7.1 Εισαγωγή

Η ανάγκη για ''πράσινες'' κατασκευές , στηριγμένες στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, οδήγησε στη δημιουργία ποικίλων συστημάτων αξιολόγησής τους (green building rating systems). Η ιστορία της αξιολόγησης και πιστοποίησης των πράσινων και αειφόρων κτιρίων ξεκίνησε το 1990 στην Αγγλία. Την πρωτοπορία στον τομέα αυτό την έχει το Βρετανικό σύστημα που ονομάζεται BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method). Στην συνέχεια αναπτύχθηκαν και άλλες μέθοδοι και σε άλλες χώρες για την αξιολόγηση και πιστοποίηση των κτιρίων.

Ορισμένα από τα σημαντικότερα συστήματα αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται αυτή τη στιγμή παγκοσμίως και οι χώρες οι οποίες κατεξοχήν τα εφαρμόζουν είναι τα εξής :

- BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methods) – Ηνωμένο Βασίλειο , Ολλανδία
- LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) – Αμερική, Καναδάς , Κίνα και Ινδία
- Green Star – Αυστραλία, Νέα Ζηλανδία, Νότια Αφρική
- CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) – Ιαπωνία
- Green Mark Scheme - Σιγκαπούρη
- Estidama – Μέση Ανατολή

Στην Ευρώπη πιο συγκεκριμένα έχουν αναπτυχθεί ολοκληρωμένα συστήματα αξιολόγησης σε χώρες όπως στη Γερμανία το DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - German Sustainable Building Council), στη Γαλλία το HQE (Haute qualité environnementale - High Quality Environmental standard), στην Ελβετία το Minergie , στην Ιταλία το Protocollo Itaca και το Green Building Council Italia και στην Ισπανία το VERDE (πιστοποιητικό από το Green Building Council Ισπανίας).

Κάθε σύστημα αξιολόγησης δίνει έμφαση σε διαφορετικές πλευρές του βιοκλιματικού σχεδιασμού ωστόσο κοινό άξονα των μεθόδων αυτών αποτελεί το τρίπτυχο «σχεδιασμός – κατασκευή – χρήση» τα οποία θα πρέπει να διέπονται από τις αρχές της εξοικονόμησης ενέργειας αλλά και της οικολογίας. Γενικά, για να πιστοποιηθεί ένα κτίριο θα πρέπει να έχει μία αξιόλογη βαθμολογία σε θέματα που αφορούν στην εξοικονόμηση της ενέργειας (energy efficiency), τη σωστή διαχείριση του νερού (water efficiency), τη σωστή διαχείριση των αποβλήτων (waste management) , τη χρήση πράσινων υλικών (materials) , την ελαχιστοποίηση της ρύπανσης που προκαλείται κατά την διάρκεια της κατασκευής (pollution) , την ελαχιστοποίηση του αποτυπώματος άνθρακα (energy – CO_2 emissions) αλλά και την οικολογία (land use and ecology).

Η αξιολόγηση συνήθως διεκπαιρεώνεται από ειδικά εκπαιδευμένους ανεξάρτητους βαθμολογητές, οι οποίοι είναι πιστοποιημένοι από τον κάθε οργανισμό. Ο ρόλος τους είναι η συνεργασία με τις σχεδιαστικές και κατασκευαστικές ομάδες και η συγκέντρωση των απαραίτητων δικαιολογητικών και στοιχείων για την τεκμηρίωση της επίδοσης στα επιμέρους κριτήρια βαθμολόγησης. Για να εκδοθεί το πιστοποιητικό, οι βαθμολογητές παραδίδουν το σύνολο των

τεκμηρίων στους οργανισμούς πιστοποίησης και, αφού δοθεί η έγκριση, εκδίδεται το πιστοποιητικό για το κτίριο.

Τα οφέλη αυτών των πιστοποιήσεων είναι ποικίλα :

- ✓ Επικυρώνουν την απόδοση του κτιρίου περιβαλλοντικά και οικονομικά , αποτελώντας έτσι μια αποδοτική ‘’επένδυση’’
- ✓ Επιτυγχάνουν χαμηλότερα κόστη συντήρησης και λειτουργίας
- ✓ Επιτυγχάνεται σωστή ενεργειακή διαχείριση και διαχείριση νερού
- ✓ Οι τιμές των ενοικίων αυξάνονται σε σχέση με τα συμβατικά κτίρια στην αγορά , τα πιστοποιημένα κτίρια έχουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και προσελκύουν περισσότερους αγοραστές/ενοικιαστές
- ✓ Σχεδιάζονται , κατασκευάζονται και διαμορφώνονται κτίρια ασφαλή και υγιεινά για τους χρήστες και το περιβάλλον

7.1.1 Συστήματα αξιολόγησης σε μονάδες υγείας – παραδείγματα διακεκριμένων νοσοκομείων

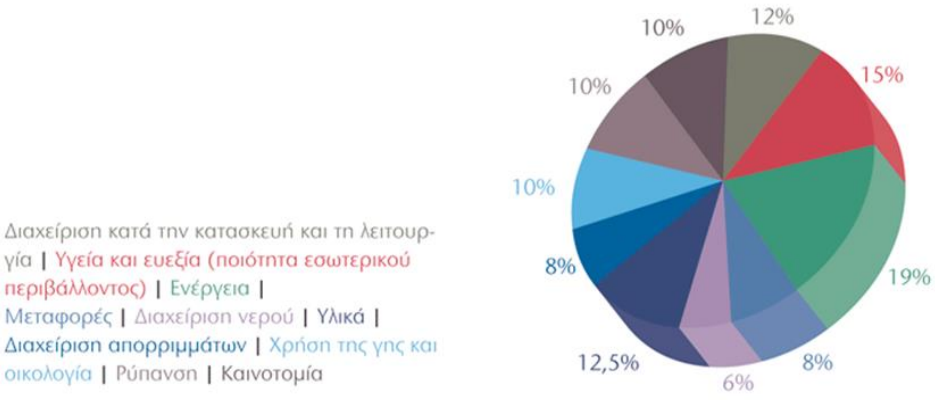
Πιο συγκεκριμένα, ορισμένα από αυτά τα συστήματα αξιολόγησης έχουν εκδόσεις που αναφέρονται ειδικά σε μονάδες υγειονομικής περίθαλψης, δίνοντας μια κοινή στρατηγική βιοκλιματικού σχεδιασμού και ενεργειακής αξιολόγησης των νοσοκομειακών εγκαταστάσεων . Στη συνέχεια , γίνεται σύντομη ανάλυση των πιο γνωστών και διαδεδομένων συστημάτων πιστοποίησης και δίνονται ενδεικτικά παραδείγματα νοσοκομειακών μονάδων διαφόρων χωρών , τα οποία διακρίνονται για τον βιοκλιματικό σχεδιασμό τους και την υψηλή βαθμολογία που έχουν αποσπάσει στο σύστημα με το οποίο έχει γίνει η αξιολόγησή τους.

7.2 BREEAM (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method)

Το BREEAM είναι το παλαιότερο σύστημα ενεργειακής και περιβαλλοντικής αξιολόγησης κτιρίων, καθώς δημιουργήθηκε το 1990 στο Ηνωμένο Βασίλειο από το BRE (Building Research Establishment). Αρχικά στόχευε στην αξιολόγηση νέων κτιρίων τριτογενούς χρήσης στο Ηνωμένο Βασίλειο, σήμερα όμως καλύπτει μεγάλο εύρος των κατασκευών (δικαστήρια, εκπαιδευτικά κτίρια, βιομηχανία, κτίρια υγείας, γραφεία, φυλακές, μεγάλα κτίρια κατοικιών) και έχει ξεπεράσει τα γεωγραφικά όρια του Ηνωμένου Βασιλείου (έκδοση BREEAM International) .

Εικόνα 7.1 Το BREEAM στον κόσμο
(Πηγή: http://www.breeam.org/about.jsp?id=66)

Στόχος του BREEAM, μέσω της πιστοποίησης που προσφέρει, είναι να αναδείξει τα κτίρια που έχουν σχεδιαστεί, κατασκευαστεί αλλά και χρησιμοποιούνται, με γνώμονα την εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και την προστασία του περιβάλλοντος. Η αξιολόγηση του κτιρίου γίνεται με βάση ενεργειακά και περιβαλλοντικά κριτήρια, τα οποία είναι χωρισμένα σε 10 θεματικές ενότητες (Management, Health & Wellbeing, Energy , Transport, Water, Materials, Waste, Land use & Ecology, Pollution). Η βαρύτητα των θεματικών ενοτήτων προσδιορίζεται ανά χώρα (ή ανά περιοχές μίας χώρας εφόσον υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις σε κλίμα/περιβαλλοντικά θέματα) μέσα από μία διαδικασία προσαρμογής που αντανακλά τις τοπικές συνθήκες. Το κτίριο συγκεντρώνει βαθμούς για κάθε κριτήριο που ικανοποιεί ενώ σε κάθε ενότητα απονέμονται βαρύτητες. Η τελική βαθμολογία για κάθε κτίριο προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους σταθμισμένων βαθμών όλων των θεματικών ενοτήτων (weighted average) και προέρχεται από ποσοτικά αλλά και ποιοτικά κριτήρια.



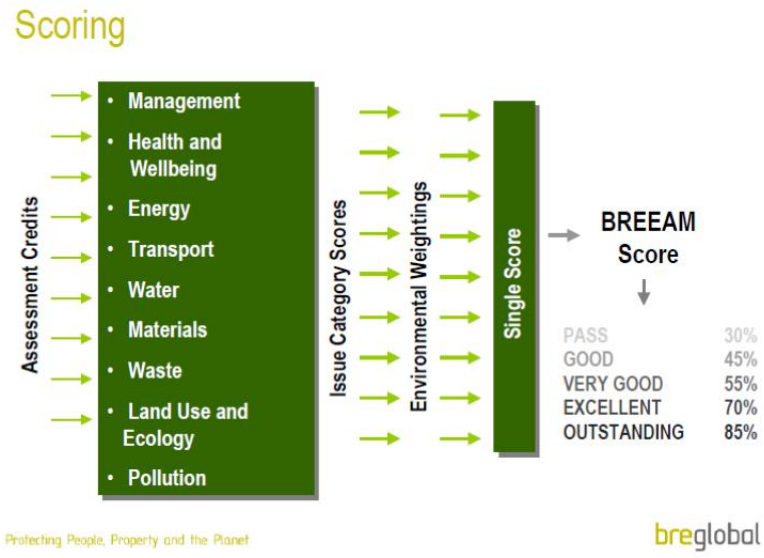
Εικόνα 7.2 Θεματικές ενότητες αξιολόγησης BREEAM
(Πηγή : http://buildinggreen.gr/articles/άρθρα/συστήματα-ενεργειακής-περιβαλλοντι-3/)

Γενικά , υπάρχει ευελιξία στα κριτήρια που κάθε κτίριο επιλέγει να ικανοποιήσει για να συγκεντρώσει την απαραίτητη βαθμολογία, ωστόσο υπάρχουν υποχρεωτικά σημεία, τα οποία διασφαλίζουν την περιβαλλοντική ποιότητα των κτιρίων που λαμβάνουν την πιστοποίηση. Η αξιολόγηση του κτιρίου, η οποία περιλαμβάνει το σύνολο του οικοπέδου όπου τοποθετείται το κτίριο, πραγματοποιείται σε δύο στάδια. Αρχικά γίνεται με την ολοκλήρωση του σχεδιαστικού σταδίου, που οδηγεί σε μια προσωρινή πιστοποίηση, ενώ η τελική πιστοποίηση δίνεται όταν το κτίριο παραδοθεί στους χρήστες του. Η μεθοδολογία της αξιολόγησης δεν αφορά αποκλειστικά νέες κατασκευές, αλλά περιλαμβάνει νέα κατασκευή σε υπάρχον κτίριο, ανακαίνιση υπάρχοντος κτιρίου, εξοπλισμό σε υπάρχον κτίριο ή ακόμη και συνδυασμό των παραπάνω.

Ανάλογα με τη βαθμολογία, η οποία εκφράζεται σε κλίμακα επί τοις 100, που συγκεντρώνει το κτίριο κατατάσσεται σε μια από τις εξής κατηγορίες:

- UNCLASSIFIED < 30%
- PASS ≥ 30%
- GOOD ≥ 45%
- VERY GOOD ≥ 55 %
- EXCELLENT ≥ 70%
- OUTSTANDING ≥ 85%

Τη διενέργεια της αξιολόγησης αναλαμβάνουν ειδικά εκπαιδευμένοι ανεξάρτητοι επαγγελματίες, οι οποίοι συνεργάζονται στενά με την ομάδα μελέτης και είναι υπεύθυνοι για την υποβολή των απαραίτητων δικαιολογητικών ώστε να πιστοποιηθεί η ενεργειακή και περιβαλλοντική απόδοση του κτιρίου.



Εικόνα 7.3 Αξιολόγηση BREEAM (Ενότητες , βαθμολογία)
(Πηγή: http://greenuae.hpage.com/breeam-gulf_86396206.html)

7.2.1 BREEAM Healthcare

Το σύστημα περιβαλλοντικής αξιολόγησης του Ηνωμένου Βασιλείου παρέχει ειδική έκδοση για τα κτίρια ιατρικής περίθαλψης (BREEAM Healthcare 2008) καθώς και ενότητα σχετικά με την υγεία και την ευεξία του ανθρώπου (Health & Wellbeing) στις εκδόσεις όλων των κατηγοριών κτιρίων, όπου και αξιολογούνται μεταξύ άλλων στοιχεία όπως ο φυσικός φωτισμός, η θέα, η θάμβωση, ο αερισμός, η ποιότητα αέρα, η θερμική και η ακουστική άνεση και άλλα.

Συγκεκριμένα, από την 1η Ιουλίου 2008 , όλα τα κτίρια ιατρικής περίθαλψης στο Ηνωμένο Βασίλειο που είναι υπό κατασκευή, πρέπει σύμφωνα με το Υπουργείο Υγείας να πετυχαίνουν υψηλή βαθμολογία (Excellent rating) σύμφωνα με το σύστημα BREEAM Healthcare. Για τα υφιστάμενα κτίρια ιατρικής περίθαλψης που βρίσκονται σε λειτουργία και στα οποία πιθανόν να πραγματοποιηθούν παρεμβάσεις ή ανακαινίσεις, η βαθμολογία πρέπει τουλάχιστον να είναι πολύ καλή (Very Good rating) σύμφωνα με το ίδιο σύστημα. Ορισμένα χαρακτηριστικά νοσοκομεία που έχουν σχεδιαστεί σεβόμενα τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και έχουν λάβει ενεργειακή πιστοποίηση σύμφωνα με το σύστημα αξιολόγησης BREEAM Healthcare είναι τα εξής :

- Albion Road Clinic, North Shields, UK
- Edge Lane Hospital, Liverpool
- Houghton Primary Care Centre, UK
- Institute of Life Science, Phase 2, Swansea University
- Loudoun Square, Cardiff, UK

Για το 2013 , τα κτίρια υγειονομικής περίθαλψης που πέτυχαν την υψηλότερη βαθμολογία ως προς το σύστημα κατάταξης BREEAM φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

Assessment	Assessor Org	Interim/ Final	Score (%)	Rating	Client / Developer	Architect	Contractor
BREEAM Healthcare							
Edge Lane Hospital	Ove Arup and Partners	Interim	78.57	Excellent	Mersey Care NHS Trust	MAAP	Farrans Heron Joint Venture
Cystic Fibrosis Unit, Nottingham	Gleeds Management Services Ltd	Interim	77.1	Excellent	Nottingham University Hospitals NHS Trust	P&HS	Interserve Construction
Walton Hospital	Ove Arup and Partners	Interim	77	Excellent	Mersey Care NHS Trust	MAAP	Farrans & Herons Joint Venture
Monkseaton Medical Centre	Avoca Consulting Engineers Ltd	Interim	76.84	Excellent	MedicX Property Ltd	Koru Property Services Ltd	Adams Consulting Group
Old See House	AECOM	Interim	75.94	Excellent	Health Estates	RPP Architects Ltd	

Εικόνα 7.4 Μονάδες υγειονομικής περίθαλψης με την υψηλότερη βαθμολογία BREEAM το 2013 (Πηγή : Best_of_BREEAM_March_2013.pdf)

Στην κατηγορία Υγεία και Ευεξία (Section 4: Health & Wellbeing) του εγχειριδίου BREEAM HEALTHCARE ορισμένα από τα κριτήρια που αξιολογούνται είναι τα εξής :

ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ (Daylight)

Για την αξιολόγηση του φυσικού φωτισμού στα νοσοκομεία, αυτά βαθμολογούνται με δύο μονάδες (2 credits) όταν :

1. Τουλάχιστον το 80% των επιφανειών των χώρων προσωπικού και των κοινοχρήστων χώρων (γραφεία κ.α) έχουν μέσο παράγοντα φυσικού φωτός (average daylight factor) 2% ή περισσότερο.
2. Τουλάχιστον το 80% των επιφανειών των χώρων που χρησιμοποιούνται από τους ασθενείς (θάλαμοι νοσηλείας κ.α) έχει μέσο παράγοντα φυσικού φωτός 3% ή περισσότερο.
3. Η παροχή φυσικού φωτισμού έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με τον οδηγό CIBSE Lighting Guide 10, το BS8206[1] και τον οδηγό BRE Site Layout Guide.

ΘΕΑ (View out)

Σε αυτή την κατηγορία εξετάζεται το κατά πόσο οι χρήστες του κτιρίου έχουν τη δυνατότητα να απολαύσουν την εξωτερική θέα , μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο καταπόνησης των ματιών τους και τη μονοτονία του εσωτερικού περιβάλλοντος. Η βαθμολόγηση γίνεται με 2 μονάδες (2 credits) ως εξής:

1. Μία μονάδα όταν όλοι οι σταθμοί εργασίας / γραφεία καθώς και τουλάχιστον το 80% του εμβαδού των κοινόχρηστων χώρων έχουν επαρκή εξωτερική θέα[2]

2. Μία μονάδα όταν όλοι οι χρησιμοποιούμενοι από τους ασθενείς χώροι (θάλαμοι νοσηλείας κ.ά) έχουν επίσης επαρκή θέα σύμφωνα με τα παρεχόμενα στοιχεία .

Πιο αναλυτικά, με την πρώτη μονάδα βαθμολογούνται τα κτίρια των οποίων

1. Οι σχετικοί χώροι[3] έχουν 7m το πολύ απόσταση από τοίχο με παράθυρο ή κάποιο μόνιμο άνοιγμα με επαρκή θέα έξω, όπου το άνοιγμα αυτό καλύπτει τουλάχιστον το 20% της συνολικής επιφάνειας του τοίχου και

2. τουλάχιστον 80% των κοινόχρηστων χώρων (σε αυτούς εντάσσονται χώροι αναμονής, εγκαταστάσεις σίτισης, καφετέριες εκτός των διαδρόμων) έχουν επαρκή εξωτερική θέα.

Η δεύτερη μονάδα αναφέρεται στους χώρους που χρησιμοποιούνται από τους ασθενείς και δίνεται σε αυτούς που

1. Έχουν απόσταση το πολύ 7m από παράθυρο ή άνοιγμα με θέα και

2. Η απόσταση του τοίχου με το παράθυρο/άνοιγμα και του κοντινότερου εξωτερικού εμποδίου (άλλα κτίρια, περιφράξεις κ.ά) είναι μεγαλύτερη από 10m.

Η αξιολόγηση που αναφέρεται στο κριτήριο της απόστασης των 7 m των διάφορων χώρων με το διαθέσιμο παράθυρο/άνοιγμα όταν δεν ικανοποιείται, λαμβάνει υπ' όψη τη σύγκριση του ποσοστού

[1] British Standard : 'Lighting for buildings: Part 2: Code of practice for daylighting.

[2] Επαρκής εξωτερική θέα : Η πρόσβαση στη θέα θα πρέπει ιδανικά να γίνεται μέσω εξωτερικού παραθύρου με θέα στο τοπία (landscape) ή στα κτίρια (και όχι απλά στον ουρανό) σε καθιστή θέση (1.2 – 1.3 m) στους σχετικούς χώρους του κτιρίου. Επαρκής θα θεωρείται ακόμα η θέα σε εσωτερική αυλή ή σε αίθριο εφ' όσον η απόσταση μεταξύ ανοίγματος και πίσω τοίχου της αυλής/αιθρίου είναι τουλάχιστον 10m , μια ικανοποιητική απόσταση για να επανεστιάσουν (refocus) τα μάτια.Η θέα δεν μπορεί να αφορά σε εσωτερική θέα κατά μήκος του δωματίου καθώς εύκολα μπορεί να εμποδιστεί από χωρίσματα, ντουλάπια κ.ά.

[3] Σχετικοί χώροι (relevant building areas) : Όπου χρησιμοποιείται ο όρος σε αυτή τη μονάδα BREEAM αναφέρεται σε οποιαδήποτε περιοχή του κτιρίου υπάρχουν ή θα υπάρξουν θέσεις εργασίας / πάγκοι ή γραφεία για τους χρήστες του κτιρίου. Στη δεύτερη μονάδα BREEAM ο όρος περιλαμβάνει τους σχετικούς χώρους των ασθενών (relevant patient areas), όπως τους θαλάμους νοσηλείας.

των ανοίγματος με τις τιμές που δίνονται στον κώδικα BS8206-2 για την χορήγηση ή όχι των μονάδων που αναφέρονται σε κάθε κατηγορία χώρων.

Table 1 **Minimum glazed areas for view when windows are restricted to one wall**

Depth of room from outside wall (max.) m	**Percentage of window wall as seen from inside** (min.) %
<8	20
⩾8 ⩽11	25
>11 ⩽14	30
>14	35

NOTE Windows which are primarily designed for view may not provide adequate task illumination.

Εικόνα 7.5 Ελάχιστα ποσοστά ανοιγμάτων
(Πηγή: Lighting for Buildings - code of practice for daylighting, British Standards)

ΘΑΜΒΩΣΗ (Glare control)

Γίνεται έλεγχος της θάμβωσης στους χώρους του νοσοκομείου και χορηγείται μια μονάδα (1 credit) αν το σύστημα σκίασης (για παράδειγμα εσωτερικές ή εξωτερικές περσίδες) είναι επαρκές στους σχετικούς χώρους του κτιρίου. Αυτό συμβαίνει όταν υπάρχουν συστήματα σκίασης που ελέγχονται από τον χρήστη σε όλα τα παράθυρα, τις γυάλινες πόρτες και τους φεγγίτες για τους σχετικούς χώρους του κτιρίου (relevant building areas) και εφαρμόζονται μέτρα όπως τέντες , brise-soleil , βιοκλιματικός σχεδιασμός (που προστατεύει από τον ψηλό καλοκαιρινό και το χαμηλό χειμερινό ήλιο) σε όλους τους υπόλοιπους κατειλλημένους χώρους του κτιρίου (occupied areas)[4]

ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ (Thermal Comfort)

Ελέγχονται τα επίπεδα θερμικής άνεσης και χορηγείται μια μονάδα (1 credit) όταν αυτά κρίνονται ως ικανοποιητικά σύμφωνα με τον οδηγό CIBSE AM11 “Building Energy and Environmental Modelling” κατόπιν μοντελοποίησης των χώρων. Οι εσωτερικές θερμοκρασίες στους θαλάμους νοσηλείας δεν πρέπει να υπερβαίνουν τους 28 ºC ξηρού βολβού[5] για περισσότερες από 50 ώρες το χρόνο.

[4] Κατειλλημένες περιοχές/ Κατειλλημένοι χώροι (Occupied areas - Occupied space): Ένα δωμάτιο ή χώρος μέσα στο κτίριο που είναι πιθανόν να χρησιμοποιηθεί για 30 λεπτά ή περισσότερο από κάποιον χρήστη του κτιρίου και όπου θα ήταν επιθυμητό να περιοριστεί η θάμβωση ή να εφαρμοστεί κάποιο σύστημα ελέγχου της θάμβωσης.

[5] Θερμοκρασία ξηρού βολβού (dry bulb temperature , tdb) : είναι η θερμοκρασία αερίου ή μίγματος αερίων π.χ ατμοσφαιρικού αέρα, που μετράται με μία από τις γνωστές θερμομετρικές διατάξεις ακριβείας. Κατά τη μέτρηση αυτή θα πρέπει ο βολβός του θερμομέτρου (δεξαμενή υδραργύρου)να είναι ξηρός, δηλαδή απαλλαγμένος από υγρασία και να μην είναι εκτεθειμμένος σε ακτινοβολία.

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ (Thermal Zoning)

Σε αυτή την κατηγορία αναγνωρίζεται και ενθαρρύνεται ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες που επιτρέπουν την ανεξάρτητη προσαρμογή των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης σύμφωνα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Με αυτόν τον τρόπο , με μια μονάδα (1 credit) βαθμολογούνται τα κτίρια αυτά στα οποία υπάρχει θερμοκρασιακή προσαρμογή κάθε κατειλημμένου χώρου ανάλογα με τις διαφορετικές ανάγκες των χρηστών του. Η αξιολόγηση αυτή αφορά κατά βάση στο σχεδιασμό των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης και στο κατά πόσο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να τα ελέγξει.

7.2.1.1 Edge Lane Hospital, Liverpool

Εικόνα 7.6 Το νοσοκομείο Edge Lane στο Λίβερπουλ
(Πηγή : http://www.breeam.org/page.jsp?id=597)

Ενδεικτικά περιγράφεται το παράδειγμα του νοσοκομείου Edge Lane στο Λίβερπουλ που πήρε το βραβείο BREEAM για το 2013, στην κατηγορία των κτιρίων υγειονομικής περίθαλψης. Το νοσοκομείο βρίσκεται στη φάση σχεδιασμού συγκεντρώνοντας βαθμολογία 78.57% (excellent rating) σύμφωνα με την έκδοση BREEAM Healthcare 2008 και θα προσφέρει 85 θαλάμους νοσηλείας και υποστηρικτικούς χώρους διαμονής. Θα περιλαμβάνει 3 μονάδες εντατικής θεραπείας, ξεχωριστούς θαλάμους νοσηλείας για ηλικιωμένους και ασθενείς με άνοια , θεραπευτικούς χώρους, καθώς και χώρους εκμάθησης, αξιολόγησης , εκπαίδευσης και γραφεία, σε μία έκταση 6251m^2 .

Εικόνα 7.7 Edge Lane Hospital, Liverpool
(Πηγή : http://www.liverpoolecho.co.uk/news/liverpool-news/royal-liverpool-hospital-built-last-5678047)

Ορισμένα από τα βασικά περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του κτιρίου είναι τα εξής :

- Η διαρρύθμιση του κτιρίου και ο προσανατολισμός του επιτρέπουν την ασφαλή πρόσβαση σε εξωτερικούς κήπους στην αυλή 24 ώρες την ημέρα.
- Η αυξημένη φέρουσα ικανότητα του σκελετού επιτρέπει μελλοντικά επιβαλλόμενα φορτία λόγω φυτεμένων δωμάτων με σέδο (sedum planted roofs) ή λόγω ανανεώσιμων τεχνολογιών[6].

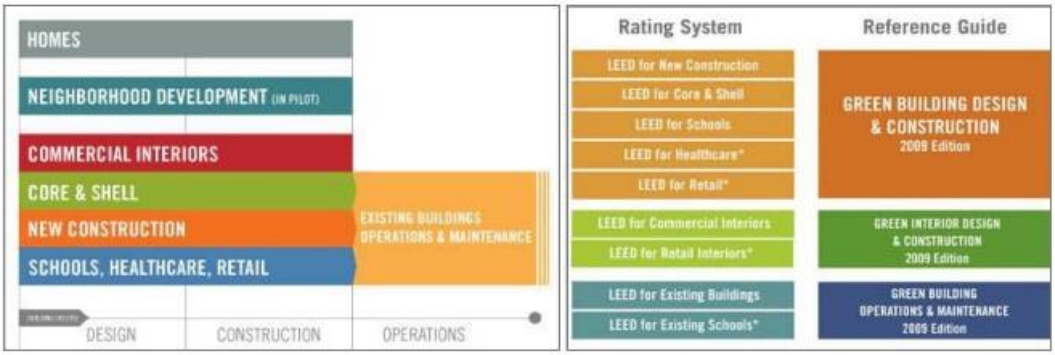
[6] Το μεγάλο γένος των σέδων (Sedum) ανήκει στην οικογένεια των Κρασουλοειδών (Crassulaceae) που αντιπροσωπεύει περίπου 400 είδη παχυφύτων. Σε κάποιες χώρες, τα Sedums έχουν χρησιμοποιηθεί σαν πράσινη επικάλυψη σε στέγες, μια τάση που φαίνεται πιθανό να συνεχιστεί. Οι έτοιμοι-μεγαλωμένοι τάπητες από ανάμικτα Sedums αναπτύσσονται εμπορικά για το σκοπό αυτό. Προτιμώνται από το γρασίδι για να διακοσμήσουν οροφές και είναι αρκετά δημοφιλή στη Γερμανία, την Αγγλία και σε άλλες χώρες.

- Η παθητική λύση με «υπερ-μόνωση» για τη μείωση των απωλειών θερμότητας και ως εκ τούτου τη μείωση των εκπομπών CO2. Ως προς την κατασκευή, χάρη στην υπερ - μόνωση οι συντελεστές θερμοπερατότητας (u-values) των δομικών στοιχείων βελτιώθηκαν κατά τουλάχιστον 50% και των παραθύρων κατά 30%. Η διαπερατότητα αέρα σχεδιάστηκε $3m^3/hr/m^2$. Όλοι αυτοί οι παράγοντες μείωσαν τις απώλειες θερμότητας από το κτίριο.
- Ο μηχανικός εξαερισμός με ανάκτηση θερμότητας. Μηχανικός αερισμός με ανάκτηση θερμότητας σε όλες τις περιοχές με απόδοση εναλλάκτη θερμότητας του 75% στους κοινόχρηστους μονάδων χώρου, και 90% στις περιοχές των θαλάμων νοσηλείας. Οι μονάδες αυτές λειτουργούν συνεχώς σε χαμηλή ταχύτητα για να προσφέρει ένα άνετο περιβάλλον με χειροκίνητο έλεγχο ταχύτητας για να παρέχει υψηλότερη ροή του αέρα κατά τη διάρκεια των πιο ζεστών μηνών του καλοκαιριού.
- Η εκτεταμένη ήπια αρχιτεκτονική εξωτερικού τοπίου που βελτιώνει την υγεία και την ευεξία των ιδιαίτερα ευάλωτων χρηστών του κτιρίου.
- Ο φωτισμός υψηλής απόδοσης και ένα σύστημα ελέγχου φωτισμού με ανίχνευση παρουσίας με σβήσιμο των φώτων όταν τα δωμάτια δεν είναι σε χρήση.

7.3 LEED

Το LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) είναι το σύστημα αξιολόγησης που ανέπτυξε το Αμερικανικό Συμβούλιο Πράσινων Κτιρίων (USGBC - **U.S. Green Building Council**) το 1998. Όπως και το BREEAM, έτσι και το LEED έχει εφαρμογή σε κάθε είδους κτίριο είτε πρόκειται για κατοικίες είτε πρόκειται για επαγγελματικούς χώρους, κτ καινούργια - υπό κατασκευή αλλά και σε υφιστάμενα ή υπό ανακαίνιση/αναβάθμιση. Όπως και στην περίπτωση του BREEAM, έτσι και το LEED έτυχε θετικής αποδοχής σε πολλές χώρες όπως ο Καναδάς, η Ινδία, η Ιταλία, η Σερβία κ.α.

Μια βασική διαφορά του L.E.E.D. από το B.R.E.E.A.M. είναι ότι τα κριτήρια βαθμολόγησης είναι πάγια και δεν διαφοροποιούνται ανά χώρα.

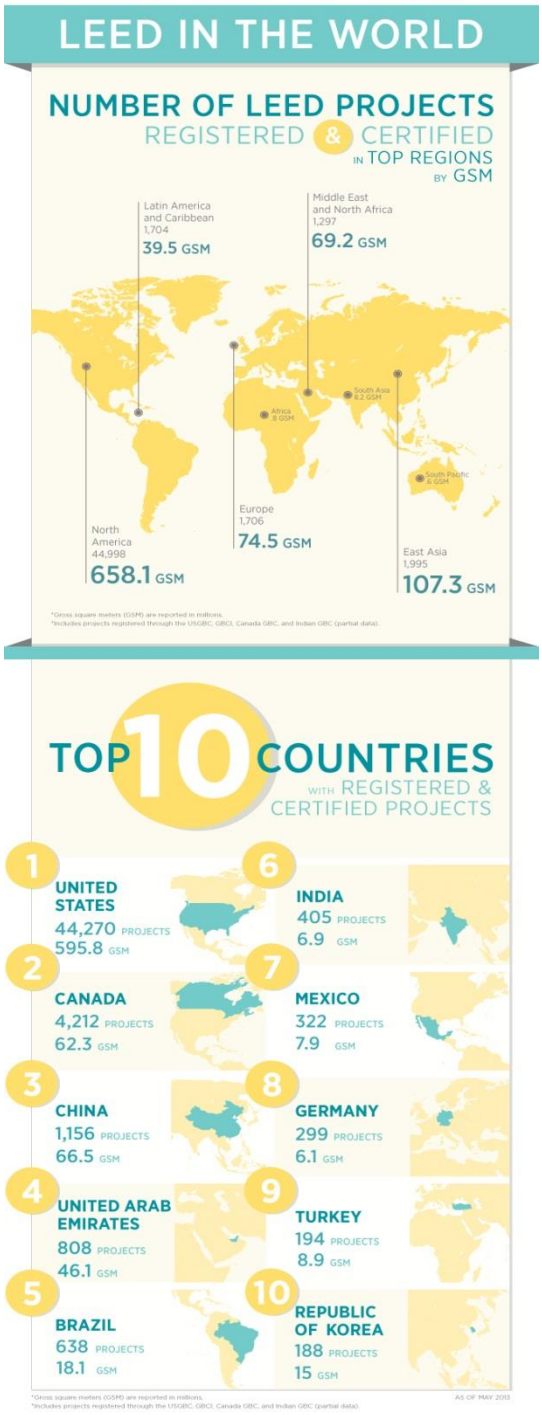


Εικόνα 7.8 Αξιολόγηση LEED (Πηγή : http://www.urenio.org/el/wp-content/uploads/2008/10/00-LEED-ND-%CE%B1%CE%BE%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CF%8C%CE%B3%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%B2%CE%B9%CF%89%CF%83%CE%B9%CE%BC%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%CF%82.pdf)

Το LEED είναι ένα συστημικό εργαλείο μέτρησης και βαθμονόμησης ολοκληρωμένου σχεδιασμού κτιρίων, κατάλληλο για ιδιοκτήτες, μελετητές και κατασκευαστές όλων των ειδικοτήτων. Το σύστημα αναγνωρίζει και ανταμείβει επιλογές, που βελτιώνουν την περιβαλλοντική απόδοση των κτιρίων , ενώ ταυτόχρονα αποτελεί μία μέθοδο σύγκρισης κτιρίων διαφορετικών τύπου και χρήσεων ή θέσεων. Το σύστημα LEED διαιρείται σε επτά κατηγορίες , που πιάνουν διαφορετικές πτυχές περιβαλλοντικής απόδοσης κτιρίου:

- Επιλογή Θέσης (Sustainable Sites)
- Απόδοση στη χρήση νερού (Water Efficiency)
- Ενέργεια και ατμόσφαιρα (Energy and Atmosphere)
- Υλικά και προέλευση (Materials and Resources)
- Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος (Indoor Environmental Quality)
- Καινοτομία στη διαδικασία σχεδιασμού (Innovation in Design)
- Περιφερειακή προτεραιότητα (Regional Priority)

Εικόνα 7.9 Κατηγορίες LEED (Πηγή: http://www.southface.org/green-building-services/programs/about-leed-for-homes)



Εικόνα 7.10 Το LEED στον κόσμο (Πηγή : http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEEDIntl_Infographic_052013_v4.jpeg)

Σε κάθε κατηγορία το σύστημα LEED περιέχει σημεία επιβράβευσης (credits) τα οποία ένα κτιριακό έργο μπορεί να κερδίσει. Στις περισσότερες από τις επτά κατηγορίες το LEED περιλαμβάνει υποχρεωτικά χαρακτηριστικά, που το έργο πρέπει να περιλαμβάνει, ώστε να θεωρηθεί και να αξιολογηθεί με βαθμολογία κατά LEED. Συνολικά υπάρχουν 100 βασικά credits που μπορεί να κερδίσει ένα κτιριακό έργο. Έξι επιπλέον credits δίνονται στην κατηγορία '' καινοτομία και διαδικασία σχεδιασμού'' και τέσσερα credits για κάθε βελτίωση στην κατηγορία ''περιφερειακή προτεραιότητα''.

Με αυτόν τον τρόπο διαμορφώνονται τέσσερα επίπεδα πιστοποίησης :

- Πιστοποιημένο (Certified) : 40–49 βαθμοί
- Ασημένιο (Silver): 50–59 βαθμοί
- Χρυσό (Gold): 60–79 βαθμοί
- Πλατινένιο (Platinum): 80 βαθμοί και πάνω

LEED Canada

Τα καναδικά συστήματα αξιολόγησης είναι μια προσαρμογή του US Green Building Council's (USGBC) LEED Green Building Rating System, προσαρμοσμένα ειδικά στα καναδικά κλίματα, στις κατασκευαστικές πρακτικές και στους κανονισμούς. Τα συστήματα αξιολόγησης προσαρμοσμένων στην καναδική αγορά μέσω μιας διαδικασίας που δεσμεύει τα CaGBC (Canada Green Building Council) μέλη, τα υπόλοιπα ενδιαφερόμενα μέλη και τους εμπειρογνώμονες που εκπροσωπούν τους διάφορους τομείς της καναδικής βιομηχανίας.

7.3.1 LEED for Healthcare

Ο στόχος του συστήματος αξιολόγησης είναι ο σχεδιασμός, η κατασκευή και η λειτουργία ενός υψηλής απόδοσης θεραπευτικού περιβάλλοντος, με δεδομένες τις ιδιαίτερες ανάγκες αυτών των υποδομών. Λόγω των αυστηρών κανονιστικών απαιτήσεων και της 24/7 λειτουργίας τους , τα κτίρια αυτά δεν καλύπτονται πλήρως από την έκδοση LEED για νέες κατασκευές (LEED for New Construction). Το σύστημα αξιολόγησης LEED για μονάδες υγειονομικής περίθαλψης αναγνωρίζει τις διαφορές αυτές τροποποιώντας υπάρχοντα credits και δημιουργώντας νέα , πιο προσαρμοσμένα (healthcare-specific credits). Ο στόχος είναι η συμβολή του συστήματος αυτού στην προώθηση υγιεινών, ανθεκτικών, προσιτών, και φιλικών προς το περιβάλλον πρακτικών σε αυτά τα έργα. Το LEED για μονάδες υγειονομικής περίθαλψης είναι το αποτέλεσμα μιας επταετούς δουλειάς πάνω στον *''Πράσινο Οδηγό για την υγειονομική περίθαλψη''*[7], ένα από κοινού έργο της οργάνωσης ''Health Care Without Harm''[8] και του Κέντρου Μέγιστης Απόδοσης Κτιριακών Συστημάτων (Center for Maximum Potential Building Systems).[9]

Πιστοποίηση

Για να κερδίσει πιστοποίηση LEED, το υποψήφιο πρόγραμμα πρέπει να πληροί όλες τις προϋποθέσεις καθώς και έναν ελάχιστο αριθμό πόντων για την επίτευξη των καθορισμένων βαθμολογήσεων έργου, όπως αναφέρονται παρακάτω. Εφόσον πληρούν τις βασικές προϋποθέσεις του προγράμματος, τα υποψήφια έργα στη συνέχεια βαθμολογούνται ανάλογα με το βαθμό συμμόρφωσής τους εντός του συστήματος διαβάθμισης. Το LEED 2009 για την υγειονομική περίθαλψη παρέχει την επιλογή του χωρισμού της αίτησης πιστοποίησης σε δύο φάσεις: στο σχεδιασμό και στην κατασκευή. Η τεκμηρίωση για τα credits στο στάδιο του σχεδιασμού, μπορεί να υποβάλλεται για έλεγχο στο τέλος της φάσης σχεδιασμού.

Ελάχιστες Απαιτήσεις Προγράμματος (Minimum Program Requirements - (MPRs))

Οι απαιτήσεις αυτές αποτελούν πολιτική της USGBC και αφορούν σε βασικά χαρακτηριστικά που ένα έργο πρέπει να διαθέτει προκειμένου να επιλεγεί για πιστοποίηση LEED 2009. Ενδεικτικά, στις βασικές απαιτήσεις (prerequisites) περιλαμβάνονται η συμμόρφωση του έργου με την ισχύουσα περιβαλλοντική νομοθεσία, η ύπαρξη καθορισμένων χωρικών ορίων, απαίτηση για ελάχιστο εμβαδόν δαπέδου (93m^2) κ.ά.

Αυτές οι προδιαγραφές καθορίζουν τις κατηγορίες των κτιρίων που το σύστημα αξιολόγησης LEED είναι σχεδιασμένο να αξιολογεί, και συνολικά εξυπηρετούν τρεις στόχους : δίνουν σαφή καθοδήγηση στους πελάτες, προστατεύουν την ακεραιότητα του προγράμματος LEED και μειώνουν τη δυσκολία που προκαλείται κατά τη διάρκεια της πιστοποίησης κατά LEED . Τα κριτήρια αυτά όπως είναι λογικό εξελίσσονται συνεχώς.

[7] Green Guide for Health Care (GGHC): Ο οδηγός αυτός είναι η πρώτη ποσοτικά βιώσιμη εργαλειοθήκη για το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία προσαρμοσμένη σ τον τομέα της υγείας - και ένα εργαλείο μετασχηματισμού για την κατασκευή νοσοκομείων που είναι ''υγιή'' για τους ανθρώπους και το περιβάλλον.

[8] Health Care Without Harm είναι ένας διεθνής συνασπισμός περισσότερων από 470 οργανώσεων σε 52 χώρες που εργάζονται για να μετατρέψουν τον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης, ώστε να μην είναι πλέον μια πηγή βλάβης για τους ανθρώπους και το περιβάλλον.

[9] Με έδρα το Όστιν, Τέξας, ιδρύθηκε το 1975, είναι μια μη κερδοσκοπική οργάνωση για την εκπαίδευση, την έρευνα, που ειδικεύεται στο σχεδιασμό του κύκλου ζωής και το σχεδιασμό.

Η αξιολόγηση κάθε μονάδας υγειονομικής περίθαλψης γίνεται στις 7 γνωστές κατηγορίες (Επιλογή Θέσης , Απόδοση στη χρήση νερού, Ενέργεια και ατμόσφαιρα, Υλικά και προέλευση , Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος , Καινοτομία στη διαδικασία σχεδιασμού, Περιφερειακή προτεραιότητα) και υπολογίζεται η συνολική του βαθμολογία.

LEED 2009 for Healthcare

100 base points; 6 possible Innovation in Design and 4 Regional Priority points

Certified	40–49 points
Silver	50–59 points
Gold	60–79 points
Platinum	80 points and above

Εικόνα 7.11 Πιστοποίηση LEED ανάλογα με τη βαθμολογία
(Πηγή : http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%202009%20RS_HC_04.01.13_current.pdf)

Θα αναφερθούμε ιδιαίτερα στην αξιολόγηση του φυσικού φωτισμού (Credit 8.1: Daylight and Views – Daylight) και της θέας (Credit 8.2: Daylight and Views – Views) όπως αυτά αξιολογούνται στην κατηγορία Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος (Indoor Environmental Quality - IEQ) η οποία συνολικά συγκεντρώνει μέχρι και 18 πόντους.

Indoor Environmental Quality		18 Possible Points
☑ Prerequisite 1	Minimum Indoor Air Quality Performance	Required
☑ Prerequisite 2	Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	Required
☑ Prerequisite 3	Hazardous Material Removal or Encapsulation (Renovations Only)	Required
☐ Credit 1	Outdoor Air Delivery Monitoring	1
☐ Credit 2	Acoustic Environment	1-2
☐ Credit 3.1	Construction Indoor Air Quality Management Plan—During Construction	1
☐ Credit 3.2	Construction Indoor Air Quality Management Plan—Before Occupancy	1
☐ Credit 4	Low-Emitting Materials	1-4
☐ Credit 5	Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1
☐ Credit 6.1	Controllability of Systems—Lighting	1
☐ Credit 6.2	Controllability of Systems—Thermal Comfort	1
☐ Credit 7	Thermal Comfort—Design and Verification	1
☐ Credit 8.1	Daylight and Views—Daylight	2
☐ Credit 8.2	Daylight and Views—Views	1-3

Εικόνα 7.12 Κατηγορία Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος κατά LEED
(Πηγή: http://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs3330.pdf)

Φυσικός Φωτισμός (Daylight)

Δύο πόντοι (2 points)

Στόχος είναι η σύνδεση των εσωτερικών χώρων με τον περιβάλλοντα χώρο , επιτρέποντας το φυσικό φωτισμό και την πρόσβαση σε θέα στους τακτικά χρησιμοποιούμενους χώρους του κτιρίου.

Οι απαιτήσεις είναι οι εξής :

- Να επιτυγχάνεται τουλάχιστον βαθμολογία δύο πόντων στην κατηγορία 8.2 Θέα (IEQ Credit 8.2: : Daylight and Views – Views)

ΚΑΙ

- Τουλάχιστον το 75% της περιμετρικής περιοχής που αξιολογείται στην κατηγορία IEQ Credit 8.2 , πρέπει να επιτυγχάνει επίπεδα φυσικού φωτισμού στους χώρους του σύμφωνα με μια από τις 4 επιλογές που αναφέρονται στη συνέχεια :

1η επιλογή – Προσομοίωση

Μέσω προσομοίωσης των χώρων σε Η/Υ, πρέπει να επιτυγχάνονται επίπεδα φυσικού φωτισμού τουλάχιστον 25 footcandles (fc) (~ 269.10 lux)[10] και 500 fc (~5381.96 lux) το μέγιστο σε συνθήκες καθαρού ουρανού την 21η Σεπτεμβρίου στις 9 π.μ και στις 3 μ.μ . Χώροι εκτός αυτών των ορίων δεν ανταποκρίνονται στο κριτήριο αυτό.

2η επιλογή – Κανονισμός

Χρήση ενός συνδυασμού πλευρικού φωτισμού και/ή φωτισμού από πάνω ώστε να επιτυγχάνεται ζώνη φωτισμού τουλάχιστον ίση με το 75% της περιμετρικής περιοχής που αξιολογείται στην κατηγορία IEQ Credit 8.2.

Για τη ζώνη πλευρικού φωτισμού πρέπει :

- ✓ Να επιτυγχάνεται μια τιμή του γινομένου της μετάδοσης ορατού φωτός (visible light transmission - VLT), της ποσότητας δηλαδή που διαπερνά τα τζάμια , και της αναλογίας παραθύρων – δαπέδων (window-to-floor area ratio – WFR) της ζώνης φωισμού μεταξύ 0.150 και 0.180. Η περιοχή των παραθύρων που περιλαμβάνεται στον υπολογισμό πρέπει να είναι τουλάχιστον 30 inches (= 0,76 m) πάνω από το δάπεδο (ύψος γραφείου).

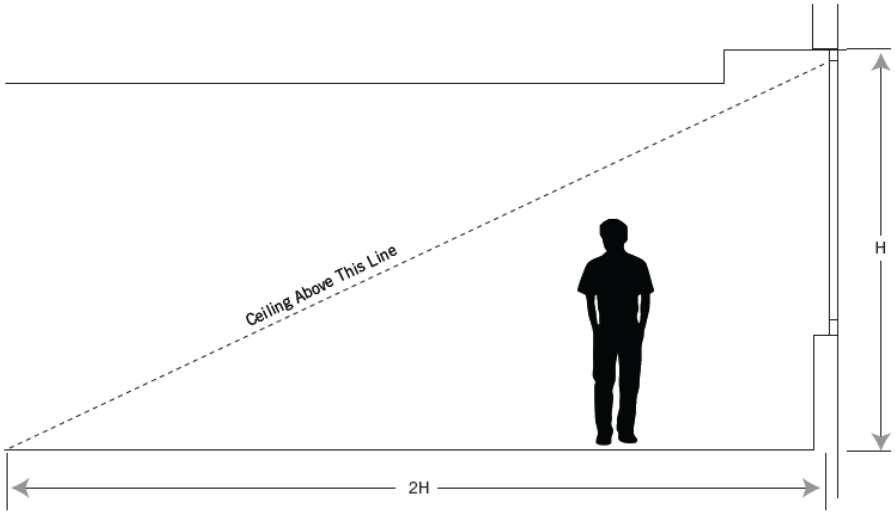
Δηλαδή, χρειάζεται να ισχύει η παρακάτω ανίσωση :

$$0.150 < \text{VLT} \times \text{WFR} < 0.180$$

- ✓ Να μην εμποδίζει η οροφή , τέμνοντας τη γραμμή που σχεδιάζεται από την κορυφή του παραθύρου προς μια δεύτερη γραμμή στο δάπεδο, παράλληλη στη διάταξη του παραθύρου.

  Η δεύτερη γραμμή βρίσκεται σε κάθετη απόσταση από την επιφάνεια του παραθύρου (και πάνω στο δάπεδο) , ίση με το διπλάσιο ύψος (2Η) της κορυφής του παραθύρου από το δάπεδο (Η)

[10] Ως footcandle ορίζεται η ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε επιφάνεια ενός τετραγωνικού ποδιού (one-square foot surface) στην οποία υπάρχει ομοιόμορφα κατανεμημένη ροή ενός lumen . Επομένως ένα footcandle είναι ίσο με ένα Lumen το τετραγωνικό πόδι ή με περίπου 10.764 lux.

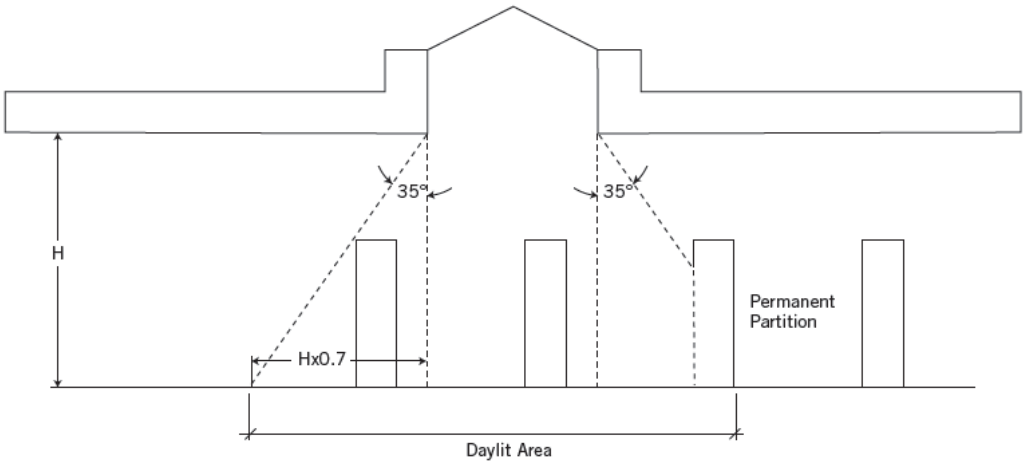


Εικόνα 7.13 (Πηγή : http://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs3330.pdf)

- ✓ Να παρέχουν ανακατεύθυνση του ηλιακού φωτός και/ή διατάξεις ελέγχου της θάμβωσης ώστε να διασφαλίζεται η αποτελεσματικότητα του φυσικού φωτισμού.

Για τη ζώνη του φωτισμού από πάνω :

- ✓ Αν πρόκειται για φεγγίτη , ορίζεται ως η περίμετρος του ανοίγματος κάτω από το φεγγίτη, συν σε κάθε κατεύθυνση το μικρότερο από :
  - Το 70% του ύψους της οροφής ή
  - Το ½ της απόστασης από την άκρη του πλησιέστερου φεγγίτη ή
  - Η απόσταση από οποιοδήποτε μόνιμο αδιαφανές χώρισμα μακρύτερα από το 70% της απόστασης μεταξύ της κορυφής του χωρίσματος και της οροφής
- ✓ Η απόσταση μεταξύ των φεγγιτών δεν πρέπει αν είναι περισσότερη από 1.4 φορές το ύψος της οροφής.



Εικόνα 7.14 (Πηγή : http://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs3330.pdf)

3η επιλογή – Μέτρηση

Ελέγχεται μέσω καταγεγραμμένων μετρήσεων του φυσικού φωτισμού αν επιτυγχάνεται ένα ελάχιστο επίπεδο φυσικού φωτισμού 25 fc στο 75% της περιμετρικής περιοχής που έχει επιλεχθεί για αξιολόγηση στην κατηγορία IEQ Credit 8.2.Οι μετρήσεις πρέπει να έχουν πραγματοποιηθεί σε για όλους του χώρους που χρησιμοποιούνται σε πλέγμα 10 ft (~3.05m) και να είναι καταγεγραμμένες στα σχέδια του κτιρίου . Μόνο τα τετραγωνικά μέτρα που σχετίζονται με τα τμήματα των δωματίων ή των χώρων που καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις φυσικού φωτισμού λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.

4η επιλογή – Συνδυασμός

Οποιαδήποτε από τις παραπάνω μεθόδους υπολογισμού μπορεί να συνδυαστεί προκειμένου να τεκμηριώσει τον ελάχιστο στο 75% της περιμετρικής περιοχής που έχει επιλεχθεί για αξιολόγηση στην κατηγορία IEQ Credit 8.2. Οι διαφορετικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σε κάθε χώρο πρέπει καθαρά να καταγράφονται στα σχέδια του κτιρίου

ΚΑΙ

Απαιτείται , τέλος , εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου του φωτισμού στο 100% των περιοχών που ανταποκρίνονται στα κατώτατα όρια φυσικού φωτισμού που αναφέρονται παραπάνω. Αυτά τα συστήματα ελέγχου πρέπει να κλείνουν ή να χαμηλώνουν τα ηλεκτρικά φώτα σε σχέση με την παρουσία ή την απουσία φυσικού φωτός στο χώρο.

Θέα (Views)

Ένας με τρεις πόντοι (1-3 points)

Στόχο αποτελεί η επαφή των χρηστών του κτιρίου με τον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο με την εισαγωγή φυσικού φωτός και την πρόσβαση σε θέα των τακτικά χρησιμοποιούμενων χώρων του κτιρίου.

Οι απαιτήσεις αφορούν την πρόσβαση σε θέα που ανταποκρίνονται στα παρακάτω κριτήρια :

- Μονάδες νοσηλείας (Ένας πόντος)

Τουλάχιστον το 90% των μονάδων νοσηλείας, των χώρων προσωπικού και των κοινόχρηστων χώρων πρέπει να βρίσκεται εντός 20 feet (~ 6.10 m) - ή το διπλάσιο του ύψους των παραθύρων αν είναι μικρότερο - της περιμέτρου. Όλες οι περιμετρικές επιφάνειες πρέπει να έχουν παράθυρα που παρέχουν τουλάχιστον μια γωνια 11^o ανεμπόδιστης θέας στην κάθετη και οριζόντια διεύθυνση

- Υπόλοιποι χώροι (Ένας με δύο πόντοι)

Στο στάδιο του σχεδιασμού του περιβάλλοντα χώρου , να διαμορφώνονται οι επιφάνειες των ορόφων του κτιρίου με τέτοιο τρόπο ώστε η περιοχή μέσα σε 15 feet (~ 4.57m) από την περίμετρο να υπερβαίνει τα παρακάτω όρια:

[11]

Perimeter Non-IPU Area with Window Access Required		
Floor plate area (bgsf)	Threshold A: 1 point	Threshold B: 2 points
Up to 15,000	7348	8248
20,000	8785	9985
25,000	10087	11587
30,000	11292	13092
35,000	12425	14525
40,000	13500	15900
45,000	14528	17228
50,000 and larger	15516	18516

Εικόνα 7.15 Ελάχιστα όρια επιφανειών με πρόσβαση σε παράθυρα ανάλογα με την επιφάνεια των υπόλοιπων εσωτερικών χώρων του νοσοκομείου
(Πηγή : http://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs3330.pdf)

[11] Building Gross Square Feet (BGSF): η συνολική έκταση των εγκαταστάσεων, συμπεριλαμβανομένων των εξωτερικών τοίχων, των μηχανικών χώρων και των στεγάστρων.

7.3.2 LEED Platinum Νοσοκομεία

Σύμφωνα με τον κατάλογο έργων της USGBC μέχρι το 2012, 28 νοσοκομεία στις Ηνωμένες Πολιτείες είχαν λάβει την Gold και Platinum πιστοποίηση LEED. Η πιστοποίηση ‘’Platinum’’ αντιστοιχεί στον υψηλότερο χαρακτηρισμό που μπορεί να επιτύχει ένα κτίριο , ακολουθούμενο στη δεύτερη θέση από την πιστοποίηση ‘’Gold’’. Από τα 28 νοσοκομεία , μόνο τα εξής τρία έχουν λάβει την πιστοποίηση Platinum :

1. **Dell Children's Medical Center of Central Texas** στο Austin — το πρώτο νοσοκομείο στο κόσμο που έλαβε την πιστοποίηση LEED Platinum

Εικόνα 7.16 Dell Children's Medical Center of Central Texas
(Πηγή : http://www.buildinggreen.com/auth/image.cfm?imageName=images/1803/Dell.jpg&fileName=180305a.xml)

LEED Facts for New Construction (v2.1)	
Certification awarded Jan 2009	
Platinum	54
Sustainable sites	13/14
Water efficiency	4/5
Energy & atmosphere	14/17
Material & resources	7/13
Indoor environmental quality	11/15
Innovation	5/5

Λειτουργεί από τον Ιούλιο του 2007 , έχει έκταση 44.000 m^2 και προσφέρει 176 κλίνες

Χαρακτηριστικά ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος , φωτισμού και θέας

- Μεγιστοποίηση έκθεση των εσωτερικών χώρων και των διαδρόμων στο φυσικό φως
- Υψηλής απόδοσης φωτιστικά με εκμετάλλευση του φυσικού φωτός και αισθητήρες κίνησης
- Φυσικός φωτισμός που αγγίζει το 90% των περιμετρικών δωματίων και το 35% των χώρων διάγνωσης και θεραπείας
- Επτά αυλές με ενδημικά φυτά που γίνονται ορατές από σχεδόν κάθε σημείο του κτιρίου , διάταξη του κτιρίου με τέτοιο τρόπο ώστε κάθε χώρος να βρίσκεται 9.8m (32 feet) από κάποιο παράθυρο

2. **Katz Women's Hospital** στο North Shore University Hospital στη Μασαχουσέτη, N.Y (η πιστοποίηση αφορά μόνο τον 3ο και 4ο όροφο)

Εικόνα 7.18 Katz Women's Hospital (Πηγή: http://www.theislandnow.com/article_99f521ec-efc0-11e2-904d-001a4bcf887a.html)

Εικόνα 7.17 Θάλαμος νοσηλείας στο Katz Women's Hospital (Πηγή : http://cdn.archinect.net/images/615x/xk/xkg61x2w0dyfog11.jpg)

3. **Kiowa County Memorial Hospital στο Greensburg, Kansas**

Εικόνα 7.19 Kiowa County Memorial Hospital (Πηγή : http://www1.eere.energy.gov/office_eere/pdfs/47461.pdf

Το νοσοκομείο Kiowa County καταστράφηκε το 2007, όταν ένας ανεμοστρόβιλος προκάλεσε σοβαρές ζημιές στο 95 % της πόλης του Greensburg , στο Kansas και ξαναχτίστηκε πράσινο , εξοικονομώντας 40% ενέργεια υιοθετώντας ενεργειακώς αποδοτικά χαρακτηριστικά όπως εγκαταστάσεις ανεμογεννητριών . Το νέο νοσοκομείο Kiowa County Memorial ολοκληρώθηκε το 2010 , έχει έκταση 4.700 m^2 και περιλαμβάνει 15 κλίνες σε μονάδες εντατικής θεραπείας, εξειδικευμένα ιατρεία, τμήμα επειγόντων περιστατικών με δύο δωμάτια , υπηρεσίες θεραπείας, ακτινολογικό τμήμα , εργαστήριο, και άλλους χώρους υποστήριξης.

Χαρακτηριστικά μέτρα για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου αφορούν στους τομείς του φωτισμού , της μόνωσης , της θέρμανσης, του εξαερισμού και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ιδιαίτερα,

- ✓ Ο φυσικός φωτισμός στους κοινόχρηστους χώρους, στους διαδρόμους , στους θαλάμους νοσηλείας και στα γραφεία φωτίζει το 75% του εσωτερικού
- ✓ Ρυθμιστές έντασης φωτισμού και αισθητήρες κίνησης ελαχιστοποιούν τη χρήση τεχνητού φωτισμού
- ✓ Υψηλής απόδοσης, low – E, διπλά τζάμια στα παράθυρα επιτρέπουν στο φυσικό φως να αντισταθμίζει τον ηλεκτρικό φωτισμό

Ο ολοκληρωμένος κτιριακός σχεδιασμός του νοσοκομείου προσφέρει ποιοτική θέα από όλους τους θαλάμους νοσηλείας, ενώ τα μονοπάτια για περπάτημα που είναι ενσωματωθεί στον θεραπευτικό κήπο (healing garden) και στο μικροκλίμα του αίθριου προωθούν τις θεραπευτικές στρατηγικές του νοσοκομείου. Οι ασθενείς και οι επισκέπτες μπορούν να περπατήσουν στα μονοπάτια και, μέσω ενσωματωμένης σήμανσης, να μάθουν τί είναι η πιστοποίηση LEED και πώς το νοσοκομείο την επιτυγχάνει . Ανοιχτά χρώματα στην οροφή του κτιρίου και πλακόστρωτες περιοχές μειώνουν το φαινόμενο της θερμικής νησίδας , που οδηγεί σε αύξηση της θερμοκρασίας των εσωτερικών χώρων.

Εικόνα 7.20 Kiowa County Memorial Hospital (Πηγή : http://www1.eere.energy.gov/office_eere/pdfs/47461.pdf)

7.3.2 LEED Νοσοκομεία – Καναδάς

Με πάνω από 3.000 νοσοκομεία, ιατρικές εγκαταστάσεις και χειρουργικά κέντρα σε πολλές κοινότητες του Καναδά, αξίζει να διερευνηθούν οι τεράστιες επιπτώσεις τους τόσο στην ανθρώπινη υγεία όσο και για την οικολογική, κοινωνική και οικονομική ‘’υγεία’’ των κοινοτήτων . Από οικονομική άποψη , ο υγειονομικός τομέας συμβάλλει περίπου στο 10% του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος της χώρας (ΑΕΠ), καθιστώντας το ένα σημαντικό οικονομικό παράγοντα της οικονομίας του Καναδά (Canadian Association of Physicians for the Environment 2000).

Bluewater Health Sarnia στο Ontario

Εικόνα 7.21 Bluewater Health Sarnia (Πηγή : http://www.farrowpartnership.com/index.php/health-education/bluewater-health)

Το έργο περιλαμβάνει την προσθήκη 30.200 m^2 νέας κατασκευής και 13.471 m^2 ανακαινισμένων χώρων στην κύρια περιοχή του νοσοκομείου. Το νοσοκομείο **Bluewater Health** θέτει νέα πρότυπα όσον αφορά την εξυπηρέτηση των αναγκών της κοινότητας και τώρα και στο μέλλον, μέσω ενός βιώσιμου περιβάλλοντος με πρόσβαση στο φως και στην άνεση. Στα βιώσιμα χαρακτηριστικά συμπεριλαμβάνονται : η πράσινη στέγη, ένα κεντρικό αίθριο με τζάμια και συστήματα σκίασης που μεγιστοποιούν τα παθητικά ηλιακά κέρδη, υψηλή τιμή R (R-value) του κελύφους του κτιρίου, η δημιουργία στρατηγικών εταιρικών συνεργασιών κ.ά. Το έργο είναι το πρώτο LEED πιστοποιημένο νοσοκομείο εντατικής θεραπείας στο Οντάριο.

7.4 Green Star

Το σύστημα αξιολόγησης - πιστοποίησης Green Star αναπτύχθηκε από το Συμβούλιο Πράσινου Κτιρίου της Αυστραλίας (Green Building Council of Australia - GBCA) το 2003, συνδυάζοντας τις βασικές αρχές του LEED και του BREEAM. Το σύστημα αξιολόγησης – πιστοποίησης της Αυστραλίας εφαρμόζεται εκτός από την ίδια χώρα, στη Νέα Ζηλανδία αλλά και στη Νότιο Αφρική όπου έγινε αποδεκτό πρόσφατα. Σύμφωνα με τις αναφορές του GBCA έχουν πιστοποιηθεί με το σύστημα αυτό περίπου 600 κτίρια.

Το Green Star αξιολογεί τη βιωσιμότητα των έργων σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής μιας κατασκευής . Η αξιολόγηση μπορεί να γίνει είτε στη φάση σχεδιασμού μιας κοινότητας, κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού , της κατασκευής και της λειτουργίας ενός κτιρίου. Στη διαδικασία αυτή ελέγχονται μια σειρά από κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων και ενθαρρύνονται με αυτόν τον τρόπο ο περιβαλλοντικά βιώσιμος σχεδιασμός και κατασκευή και η υιοθέτηση καινοτομιών, ενώ καθοριστική σημασία δίνεται στην υγεία των χρηστών και στην εξοικονόμηση του κόστους λειτουργίας.

Το 2013, το GBCA κυκλοφόρησε μια έκδοση, η αξία του Green Star, όπου ανέλυε δεδομένα από 428 πιστοποιημένα με Green Star έργα και τα συνέκρινε με το ΄΄μέσο΄΄ κτίριο στην Αυστραλία και ορισμένα ελάχιστα πρακτικά κριτήρια αναφοράς. Η έρευνα βρήκε ότι , κατά μέσο όρο, τα πιστοποιημένα κτίρια παράγουν 62% λιγότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και χρησιμοποιούν 66% λιγότερο ηλεκτρισμό . Τα κτίρια Green Star χρησιμοποιούν 51% λιγότερο πόσιμο νερό από το μέσο όρο των κτιρίων. Η έκθεση διαπίστωσε επίσης ότι τα Green Star - As Built πιστοποιημένα κτίρια ανακυκλώνουν 96 % των αποβλήτων κατεδάφισης της κατασκευής τους, σε σύγκριση με το μέσο ποσοστό ανακύκλωσης για έργα νέας κατασκευής που αγγίζει το 58%.

Διαδικασία αξιολόγησης

Τα έργα αξιολογούνται σύμφωνα με εννέα κατηγορίες :

- ✓ Διοίκηση
- ✓ Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος
- ✓ Ενέργεια
- ✓ Μεταφορά
- ✓ Νερό
- ✓ Υλικά
- ✓ Χρήση γης και οικολογία
- ✓ Εκπομπές και Καινοτομία

Σε κάθε κατηγορία δίνονται μονάδες που αφορούν σε συγκεκριμένες πλευρές του βιώσιμου σχεδιασμού , της κατασκευής και της λειτουργίας των κτιρίων. Η βαθμολόγηση γίνεται στη φάση της κατασκευής ('Design' ratings) , στην μετά – κατασκευαστική φάση ('As Built' ratings) ή για εσωτερικές ανακαινίσεις (‘Interiors’ ratings). Η πιστοποίηση Green Star αποτελεί επίσημη διαδικασία, κατά την οποία μια ανεξάρτητη επιτροπή αξιολόγησης εξετάζει αποδεικτικά στοιχεία ότι ένα έργο πληροί τα κριτήρια Green Star για κάθε μονάδα αξιολόγησης. Η διαδικασία που ακολουθείται είναι εξής :

1. Υπολογίζεται η βαθμολογία που συγκεντρώνει το κτίριο σε κάθε κατηγορία

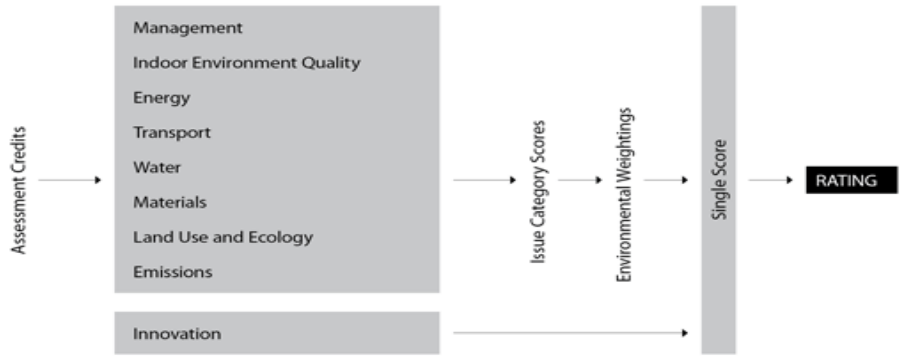
Βαθμολογία κατηγορίας = Συγκεντρωθέντες πόντοι / Διαθέσιμοι πόντοι x 100%

2. Εφαρμόζεται διαφορετικός συντελεστής στάθμισης σε κάθε κατηγορία βάσει επιστημονικών και γεωμετρικών κριτηρίων , αντανακλώντας έτσι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε περιοχής. Για παράδειγμα, το πόσιμο νερό, έχει μεγαλύτερη σημασία στη νότια Αυστραλία σε σχέση με τις βόρειες περιοχές , επομένως στην κατηγορία ''νερό'' θα δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα στις αξιολογήσεις κτιρίων που γίνονται στα νότια της χώρας.

Σταθμισμένη βαθμολογία κατηγορίας = Βαθμολογία κατηγορίας (%) x Σταθμ. Συντελεστής (%) / 100

3. Προστίθενται όλες οι σταθμισμένες βαθμολογίας κάθε κατηγορίας

4. Προστίθενται πόντοι καινοτομίας όπου αυτοί επιτυγχάνονται



Εικόνα 7.22 Αξιολόγηση κατά Green Star
(Πηγή: http://www.gbca.org.au/green-star/green-star-overview/green-star-rating-calculation/1542.htm)

Η τελική αξιολόγηση Green Star προκύπτει από τη σύγκριση της συνολικής βαθμολογίας του κτιρίου με την παρακάτω διαβαθμισμένη κλίμακα :

Score	Rating	Category
10-19	One Star	
20-29	Two Star	
30-44	Three Star	
45-59	Four Star	Best Practice
60-74	Five Star	Australian Excellence
75+	Six Star	World Leadership

Το Συμβούλιο Πράσινου Κτιρίου της Αυστραλίας (GBCA) πιστοποιεί μόνο τα κτίρια που επιτυγχάνουν βαθμολογία τεσσάρων, πέντε ή έξι αστέρων .

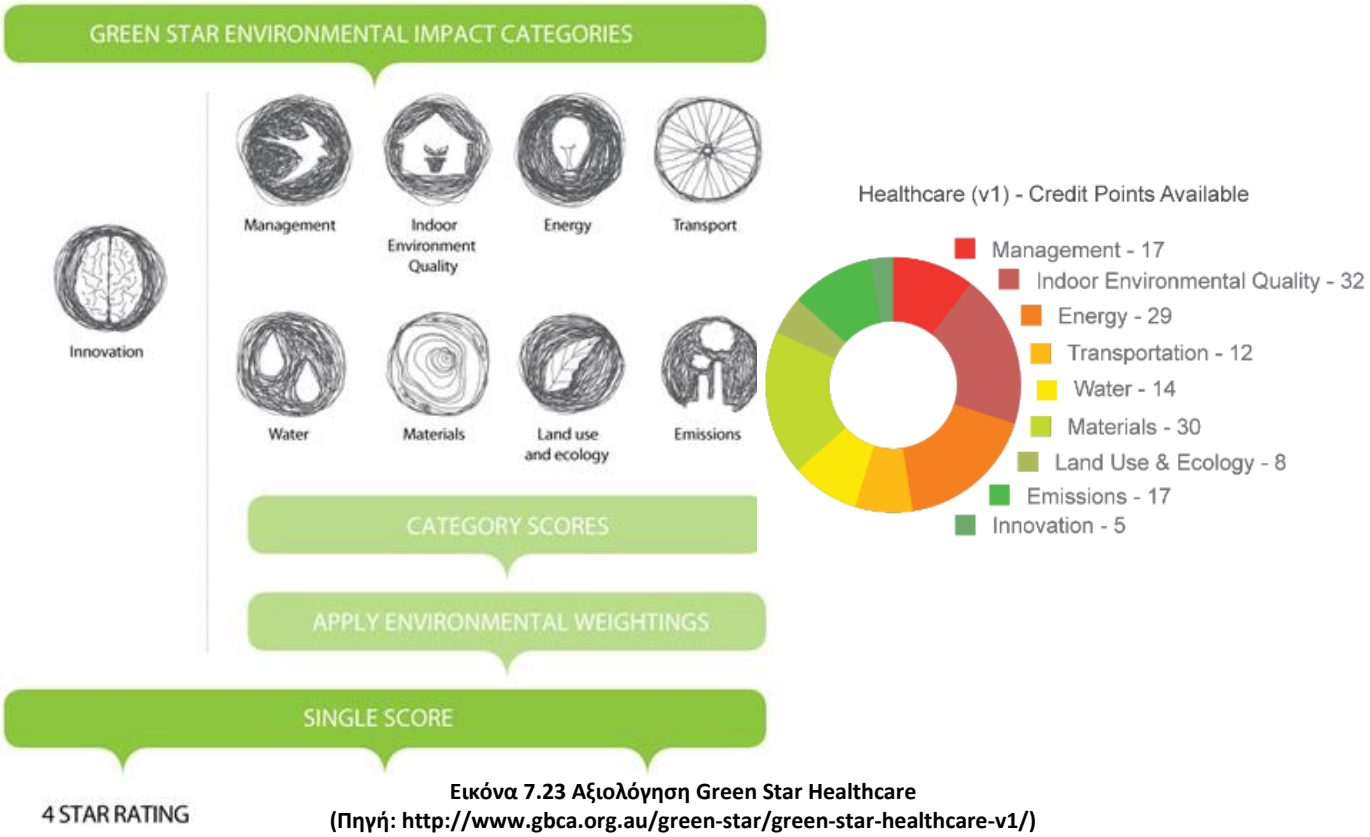
7.4.1 Green Star Healthcare

Το Συμβούλιο Πράσινων Κτιρίων της Αυστραλίας (GBCA) κυκλοφόρησε το 2009 τον οδηγό Green Star - Healthcare v1 για τις μονάδες υγείας για την υποστήριξη του βιώσιμου προγραμματισμού, σχεδιασμού και κατασκευής υψηλής απόδοσης εγκαταστάσεων υγειονομικής περίθαλψης.

Η έκδοση Green Star - Healthcare v1 μπορεί να βοηθήσει τους ιδιοκτήτες και τους φορείς εκμετάλλευσης των εγκαταστάσεων υγειονομικής περίθαλψης σε όλη την Αυστραλία ώστε να :

- ✓ Ελαχιστοποιούνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των νοσοκομείων
- ✓ Βελτιώνονται η υγεία των ασθενών και η παραγωγικότητα του προσωπικού
- ✓ Λαμβάνουν αναγνώριση ως υποδείγματα πράσινων κτιρίων
- ✓ Επιτυγχάνουν πραγματική μείωση του κόστους

Η έκδοση Green Star για τις μονάδες υγείας αξιολογεί τις κατηγορίες που αναφέρθηκαν παραπάνω.



Εικόνα 7.23 Αξιολόγηση Green Star Healthcare
(Πηγή: http://www.gbca.org.au/green-star/green-star-healthcare-v1/)

Συγκεκριμένα , η κατηγορία Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος (Indoor Environmental Quality) του εγχειριδίου Green Star Healthcare αξιολογείται συνολικά με 32 πόντους και ορισμένα από τα κριτήρια που περιλαμβάνει είναι ο φυσικός φωτισμός (IEQ-4 Daylight) , η θερμική άνεση (IEQ-5 Thermal Comfort),ο έλεγχος θάμβωσης (IEQ-11 Daylight Glare Control), η εξωτερική θέα (IEQ-14 External Views) κ.ά.

Indoor Environment Quality			
Ventilation Rates	IEQ-1	4	0
Air Change Effectiveness	IEQ-2	2	0
CO2 Monitoring & Control and VOC Monitoring	IEQ-3	1	0
Daylight	IEQ-4	3	0
Thermal Comfort	IEQ-5	2	0
Hazardous Materials	IEQ-6	1	0
Internal Noise Levels	IEQ-7	1	0
Volatile Organic Compounds	IEQ-8	5	0
Formaldehyde Minimisation	IEQ-9	1	0
Mould Prevention	IEQ-10	1	0
Daylight Glare Control	IEQ-11	1	0
High Frequency Ballasts	IEQ-12	1	0
Electric Lighting Levels	IEQ-13	1	0
External Views	IEQ-14	2	0
Individual Thermal Comfort Control	IEQ-15	2	0
Exhaust Riser	IEQ-16	1	0
Air Distribution System	IEQ-17	1	0
Outdoor Pollutant Control	IEQ-18	1	0
Places of Respite	IEQ-19	1	0
	TOTAL	32	0

Εικόνα 7.24 Κατηγορίες ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος

IEQ-4 Φυσικός φωτισμός

Στόχος είναι να παρέχονται ικανοποιητικά επίπεδα φυσικού φωτισμού στους χρήστες του κτιρίου .
Η μέγιστη βαθμολογία είναι τρεις πόντοι και εξετάζονται γι' αυτό το λόγο τα παρακάτω κριτήρια σύμφωνα με τα οποία προκύπτει και η βαθμολογία :

- Ένας πόντος : όταν το 30% των θαλάμων νοσηλείας έχει Παράγοντα Φυσικού Φωτισμού (DF) 3% (ή φωτεινότητα (daylight illuminance) τουλάχιστον 300 lux) και το 30% όλων των υπόλοιπων χώρων έχει Παράγοντα Φυσικού Φωτισμού (DF) 2.5% (ή φωτεινότητα (daylight illuminance) τουλάχιστον 250 lux)

- Δύο πόντοι : όταν το 60% των θαλάμων νοσηλείας έχει Παράγοντα Φυσικού Φωτισμού (DF) 3% (ή φωτεινότητα (daylight illuminance) τουλάχιστον 300 lux) και το 60% όλων των υπόλοιπων χώρων έχει Παράγοντα Φυσικού Φωτισμού (DF) 2.5% (ή φωτεινότητα (daylight illuminance) τουλάχιστον 250 lux)

- Τρείς πόντοι : όταν το 90% των θαλάμων νοσηλείας έχει Παράγοντα Φυσικού Φωτισμού (DF) 3% (ή φωτεινότητα (daylight illuminance) τουλάχιστον 300 lux) και το 90% όλων των υπόλοιπων χώρων έχει Παράγοντα Φυσικού Φωτισμού (DF) 2.5% (ή φωτεινότητα (daylight illuminance) τουλάχιστον 250 lux)

Οι μετρήσεις των παραγόντων φυσικού φωτισμού πρέπει να γίνονται σε καθορισμένο επίπεδο από το δάπεδο κάθε φορά.

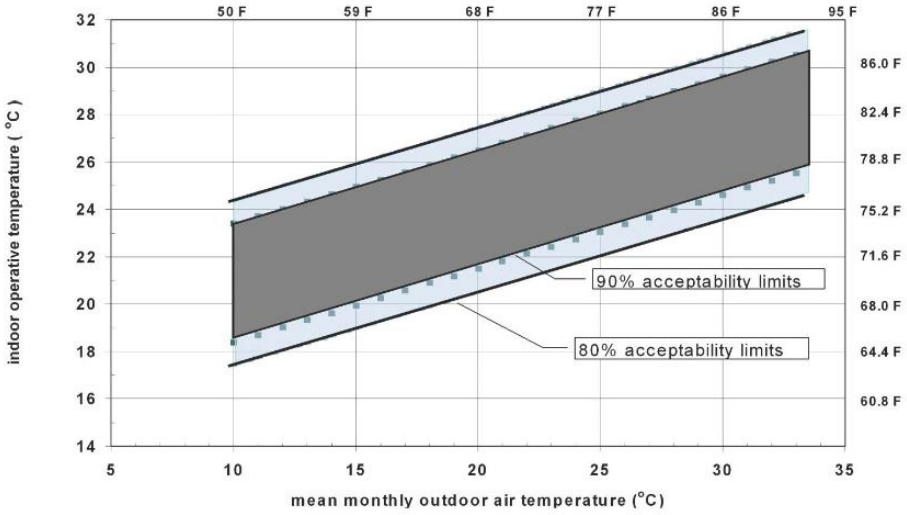
IEQ-5 Θερμική άνεση

Στόχος είναι η ενθάρρυνση και η αναγνώριση των κτιρίων που επιτυγχάνουν υψηλά επίπεδα θερμικής άνεσης.

Η μέγιστη βαθμολογία είναι 2 πόντοι με τα εξής κριτήρια :

Για τους φυσικά αεριζόμενους χώρους, πρέπει να καλύπτονται τα κριτήρια που αναφέρονται στην κατηγορία IEQ-14 'Individual Comfort Control' (Ατομικός Έλεγχος Άνεσης) και

- Ένας πόντος , όταν οι εσωτερικές θερμοκρασίες κυμαίνονται στο 80% των αποδεκτών ορίων (Acceptability Limit 1) του προτύπου ASHRAE Standard 55-2004 για τις καθορισμένες ώρες λειτουργίας στο 98% του χρόνου
- Δύο πόντοι , όταν οι εσωτερικές θερμοκρασίες κυμαίνονται στο 90% των ίδιων αποδεκτών ορίων (Acceptability Limit 1)



Εικόνα 7.25 Διακύμανση αποδεκτών λειτουργικών θερμοκρασιών για φυσικά κλιματιζόμενους χώρους σύμφωνα με ASHRAE Standard 55-2004
(Πηγή : https://osr.ashrae.org/Public%20Review%20Draft%20Standards%20Lib/Add-55-2004-d-PPR1-Draft%20%28chair-approved%29.pdf)

Αντίστοιχα , ελέγχονται τα κριτήρια για τους χώρους με συστήματα κλιματισμού και τους μικτούς χώρους .

IEQ-11 Έλεγχος Θάμβωσης

Στόχος είναι η ενθάρρυνση και η αναγνώριση των κτιρίων που έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να μειώνουν τη δυσφορία που προκαλεί η θάμβωση από το φυσικό φως.
Η μέγιστη βαθμολογία είναι ένας πόντος και χορηγείται όταν είναι αποδεδειγμένο πως η θάμβωση από το φυσικό φως μειώνεται σύμφωνα με τα παρακάτω κριτήρια :

- Όταν για κάθε τυπική διαμόρφωση υαλοπινάκων σε κάθε πρόσοψη, υπάρχουν συστήματα σταθερής σκίασης, 1,5 m. από το κέντρο του υαλοπίνακα, που προστατεύουν από το άμεσο ηλιακό φως για το 80% του καθορισμένου χρόνου

ή

- Όταν περσίδες ή σίτες είναι τοποθετημένες σε όλα τα τζάμια και αίθρια και εμποδίζουν το 95% της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας, ελέγχονται από τους χρήστες ανεξάρτητα σε κάθε όροφο και έχουν μετάδοση ορατού φωτός (VLT) ≤10%.

IEQ-14 Εξωτερική θέα

Στόχος είναι η ενθάρρυνση και η αναγνώριση του σχεδιασμού που παρέχει τη δυνατότητα στους χρήστες να έχουν οπτική σύνδεση με το εξωτερικό περιβάλλον.

Η μέγιστη βαθμολογία είναι δύο πόντοι και χορηγείται ελέγχοντας την οπτική πρόσβαση που έχουν χρήστες των καθορισμένων εσωτερικών χώρων στο εξωτερικό περιβάλλον του κτιρίου ή σε κάποιο επαρκούς μεγέθους και φωτισμού αίθριο με τα εξής κριτήρια:

- Ένας πόντος για το 50% των καθορισμένων χώρων
- Δύο πόντοι για το 80% των καθορισμένων χώρων

7.4.1.1 New Royal Adelaide Hospital

Η ανακατασκευή του ιατρικού κέντρου Flinders στο νέο νοσοκομείο της Αδελαΐδας στη Νότια Αυστραλία αποτελεί το πρώτο έργο σε κτίριο υγειονομικής περίθαλψης που έλαβε την πιστοποίηση 5 αστέρων του Green Star.

Η ανακατασκευή αφορά στη τετραώροφη νέα βόρεια πτέρυγα, που άνοιξε το 2009 και στεγάζει κλινικές και εξωτερικά ιατρεία, γυναικολογική και μαιευτική μονάδα και μια μονάδα τοκετού.

Η νέα πτέρυγα διαθέτει ποικίλα ενεργειακώς αποδοτικά χαρακτηριστικά , ορισμένα από τα οποία είναι :

- ✓ Ένα από τα καλύτερα σε ενεργειακή απόδοση κεντρικά συστήματα κλιματισμού στην Αυστραλία , 286 ηλιακούς συλλέκτες θέρμανσης νερού, σύστημα ανακύκλωσης του νερού και συλλογής / εκμετάλλευσης του νερού της βροχής
- ✓ Μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 53% και τη χρήσης νερού κατά 20%
- ✓ Εξωτερικά σταθερά συστήματα σκίασης που μεγιστοποιούν τη διείσδυση του φωτός στο εσωτερικό , ενώ ταυτόχρονα ελαχιστοποιούν τα θερμικά ηλιακά κέρδη
- ✓ Υψηλής απόδοσης υαλοπίνακες

Εικόνα 7.26 New Royal Adelaide Hospital
(Πηγή : http://www.sth.com.au/Projects/The-New-Royal-Adelaide-Hospital)

7.5 Άλλα συστήματα αξιολόγησης

DGNB

Το 2009 η Γερμανία ανέπτυξε και αυτή το δικό της σύστημα αξιολόγησης - πιστοποίησης με την ονομασία DGNB (Deutsche Gessellschaft fur Nachhaltiges Bauen) το οποίο έχει γίνει αποδεκτό και σε άλλες χώρες όπως η Ελβετία, η Αυστρία, η Ουγγαρία. Έχουν αξιολογηθεί και πιστοποιηθεί περίπου 150 κτήρια όχι μόνο στην Γερμανία αλλά και στις γειτονικές της χώρες. Το Ελληνικό Συμβούλιο Πράσινων Κτηρίων (ELGBC) έχει υπογράψει σύμφωνο συνεργασίας για την αξιολόγηση και πιστοποίηση των κτηρίων στην Ελλάδα κατά DGNB.

ESTIMADA

Το 2009 αναπτύχθηκε και το σύστημα αξιολόγησης – πιστοποίησης κτιρίων με την ονομασία Estimada που ουσιαστικά είναι το πρώτο που είναι απόλυτα προσαρμοσμένο στις ανάγκες της Μέσης Ανατολής. Ο κύριος στόχος του συστήματος αυτού είναι να βοηθήσει τους επαγγελματίες του χώρου της κατασκευής αλλά και εκμετάλλευσης κτηρίων στην ευρύτερη περιοχή της Μ. Ανατολής ώστε να είναι συμβατοί με τις αρχές της βιωσιμότητας και αειφορίας των κτηρίων. Το σύστημα παρουσιάζει πολλές διαφορές με τα προαναφερθέντα τέσσερα συστήματα.

Εικόνα 7.27 Διεθνή Συστήματα Αξιολόγησης
(Πηγή : http://www.epixeiro.gr)

CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)

Το CASBEE αναπτύχθηκε στην Ιαπωνία στις αρχές του 2001, από το "Institute for Building Environment and Energy Conservation" (IBEC). Πρόκειται για μια μέθοδο αξιολόγησης της περιβαλλοντικής αποδοτικότητας των κτιρίων, η οποία περιλαμβάνει όλα τα στάδια της ζωής του κτιρίου: σχεδιασμό, νέες κατασκευές, υπάρχοντα κτίρια και ανακαινίσεις. Η πρωτοτυπία του CASBEE σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα αξιολόγησης έγκειται στο διαχωρισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κτιρίου από την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Εισάγεται έτσι ένας νέος δείκτης αξιολόγησης, ο οποίος ονομάζεται "eco-efficiency" ή BEE (Building Environmental Efficiency).

Ο BEE αποτελείται από δυο μέρη: τις Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις του Κτιρίου [Building Environmental Loadings - (L)], οι οποίες αντιστοιχούν στις επιπτώσεις που έχει το κτίριο έξω από τα όρια του οικοπέδου του και από την Περιβαλλοντική Ποιότητα και Απόδοση του Κτιρίου [Building Environmental Quality and Performance - (Q)], η οποία αφορά κυρίως την ικανοποίηση των χρηστών.

Κάθε ενότητα Q και L περιλαμβάνει τρεις κύριες κατηγορίες κριτηρίων. Στην Q, οι κατηγορίες είναι το "εσωτερικό περιβάλλον", η "ποιότητα των υποδομών" και ο "εξωτερικός χώρος εντός οικοπέδου", ενώ η ενότητα L περιλαμβάνει τις κατηγορίες για την "ενέργεια", τις "πηγές φυσικών πόρων και τα υλικά", και το "περιβάλλον εξωτερικά του οικοπέδου". Όλες οι κατηγορίες περιλαμβάνουν κριτήρια τα οποία ανέρχονται στα 100 και σύμφωνα με αυτά διαμορφώνεται η βαθμολογία του κτιρίου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε ένα γράφημα όπου στον έναν άξονα τοποθετείται το L και στον άλλο το Q.

Τα κτίρια με την υψηλότερη βαθμολογία θα βρίσκονται στο σημείο του γραφήματος με το χαμηλότερο L και το ψηλότερο Q. Κάθε κριτήριο μπορεί να βαθμολογηθεί από το 1 μέχρι το 5, με 1 ορίζεται η ικανοποίηση των ελάχιστων απαιτήσεων του κριτηρίου, με 3 μια μέση απόδοση και με 5 μια υψηλή απόδοση.

Ωστόσο, η τελική βαθμολογία δεν προκύπτει απλά από το άθροισμα των βαθμών των κριτηρίων, αλλά κάθε κατηγορία κριτηρίων συμμετέχει με συγκεκριμένη ποσόστωση στο τελικό αποτέλεσμα (όπως στο BREEAM).

Ανάλογα με τη βαθμολογία που συγκεντρώνει κάθε κτίριο κατατάσσεται σε μια από τις 5 παρακάτω κατηγορίες: C: BEE = 0 – 0.49, B-: BEE = 0.5 – 0.99, B+: BEE = 1 – 1.49, A: BEE = 1.5 – 2.99, S: BEE = 3.0 –

Το CASBEE περιλαμβάνει διάφορες εκδόσεις ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου. Έτσι, υπάρχει CASBEE για διαμερίσματα, εργοστάσια, θέατρα, νοσοκομεία, ξενοδοχεία, γραφεία, εστιατόρια, εμπορικά κέντρα και σχολεία. Εκτός από την Ιαπωνία, το CASBEE έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλά έργα στην Κίνα (όπως στις εγκαταστάσεις των Ολυμπιακών Αγώνων του Πεκίνου, το 2008). Έχει μεταφραστεί επίσης στα αγγλικά, τα κορεάτικα και τα γαλλικά, με στόχο τη διάδοσή του διεθνώς, ωστόσο δεν έχει γίνει καμία αλλαγή στη μεθοδολογία για να είναι συμβατό με τις τοπικές ιδιαιτερότητες κάθε χώρας.

7.6 Σύστημα Αξιολόγησης στην Ελλάδα

Η οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (ΕΕ L1/4-1-2003) ενσωματώνεται στο εθνικό μας δίκαιο από το Νόμο 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α΄ 89). Στα πλαίσια αυτού προβλέπεται η διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων και η έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσής (ΠΕΑ) για τα κτίρια του τριτογενούς τομέα καθώς και τα κτίρια κατοικίας.

Το ΠΕΑ είναι ένα αναγνωρισμένο από το ΥΠΕΚΑ έγγραφο που εκδίδεται από Ενεργειακό Επιθεωρητή (ο οποίος έχει ενταχθεί σε ειδικό Μητρώο) και στο οποίο αποτυπώνεται η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Με το ΠΕΑ το κάθε κτίριο κατατάσσεται σε ενεργειακή κατηγορία (υπάρχουν εννέα κατηγορίες, από Α+ έως Η), ενώ ο Επιθεωρητής καταγράφει και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων Κ.Εν.Α.Κ. (Άρθρο 14) το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Π.Ε.Α. κτιρίων:

1. Απεικονίζει την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

2. Στο ΠΕΑ αναφέρονται, μεταξύ άλλων, τα γενικά στοιχεία του κτιρίου, η υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτιρίου, η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας και τελική χρήση, η πραγματική ετήσια συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας, οι υπολογιζόμενες και πραγματικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

3. Κάθε συμβολαιογράφος για την κατάρτιση πράξεως αγοραπωλησίας ακινήτου υποχρεούται να μνημονεύσει στο συμβόλαιο τον αριθμό πρωτοκόλλου του ΠΕΑ και να επισυνάψει σε αυτό επίσημο αντίγραφο του ΠΕΑ.

Σε κάθε μίσθωση ακινήτου, ο αριθμός πρωτοκόλλου του ΠΕΑ πρέπει να αναγράφεται στο ιδιωτικό ή συμβολαιογραφικό μισθωτήριο έγγραφο. Η φορολογική αρχή δε θεωρεί μισθωτήρια έγγραφα εάν δεν προσκομίζεται ενώπιον της ισχύον ΠΕΑ.

4. Σε περίπτωση που το ΠΕΑ εκδίδεται στο πλαίσιο προγραμμάτων για τον οικιακό τομέα χρηματοδοτούμενων από εθνικούς ή/και κοινοτικούς πόρους, οι συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή αναφέρονται, κατά προτεραιότητα, με βάση τις επιλέξιμες, κάθε φορά, επεμβάσεις.

Το Π.Ε.Α. ισχύει για δέκα χρόνια , εκτός από την περίπτωση ριζικής ανακαίνισης του κτιρίου πριν παρέλθει η δεκαετία, οπότε η ισχύς του λήγει με το πέρας των εργασιών ανακαίνισης και πρέπει να εκδοθεί νέο.

Η έκδοση του ΠΕΑ απαιτείται για όλα τα κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των 50 τ.μ, των βασικών χρήσεων (κατοικία, μόνιμη και παραθεριστική, γραφεία, εμπορικές χρήσεις, συνάθροιση κοινού, εκπαίδευση, προσωρινή διαμονή, υγεία και κοινωνική πρόνοια, κλπ). Βάσει της τελικής ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσης του κτιρίου, καθορίζεται και η κατηγορία της ενεργειακής απόδοσής του και εκδίδεται το ΠΕΑ. Οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτιρίων δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

Πίνακας 7.1 Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων
(Πηγή : Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010)

Η ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης Β. Κτίρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία. Όταν ένα κτίριο είναι μεικτής χρήσης, δηλαδή διαθέτει περισσότερα από ένα τμήματα που ανήκουν σε διαφορετικές βασικές κατηγορίες κύριας χρήσης τότε κάθε τμήμα από αυτά εξετάζεται μεμονωμένα και αντίστοιχα, εκδίδεται πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης για κάθε βασική κατηγορία χρήσης του κτιρίου ξεχωριστά.

Με τον Κ.Εν.Α.Κ. (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων) θεσμοθετείται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος.

Για την πλήρη εφαρμογή του Κ.ΕΝ.Α.Κ. εγκρίνονται και ορίζονται υποχρεωτικές οι παρακάτω Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.):

• Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης». Η οδηγία αυτή καθοδηγεί τον επιθεωρητή για την επιλογή των κατάλληλων παραμέτρων και
δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου

• Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων». Η οδηγία αυτή καθοδηγεί τον επιθεωρητή για τον υπολογισμό των θερμοφυσικών ιδιοτήτων των δομικών υλικών και στοιχείων του εξωτερικού κτιριακού κελύφους (τοίχοι, οροφές, κουφώματα, κ.τ.λ.

• Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών». Η οδηγία αυτή περιλαμβάνει τα κλιματικά δεδομένα (συνθήκες σχεδιασμού) για την διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων ενός κτιρίου, καθώς και τα κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, κ.τ.λ.) για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

• Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης, και εγκαταστάσεων κλιματισμού». Η οδηγία αυτή καθοδηγεί τον επιθεωρητή για την συλλογή των απαραίτητων δεδομένων και παραμέτρων κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου καθώς και των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού. Δίνονται αναλυτικά τα έντυπα επιθεωρήσεων και επεξηγήσεις για την συμπλήρωσή τους.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, λαμβάνεται υπόψη και η περίοδος αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού και η περίοδος χρήσης του τεχνητού φωτισμού. Αυτές οι παράμετροι είναι καθορισμένες ανά χρήση κτιρίου και λαμβάνονται από τον πίνακα 5.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m^2]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	200	3,6	0,8
Νοσοκομείο, κλινική	300	5,5	0,8
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	100	1,8	0,8
Χειρουργείο (τακτικό)	1000	18,2	0,8
Εξωτερικών ιατρείων	500	9,1	0,8
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	500	9,1	0,8
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	300	5,5	0,8

Εικόνα 7.28 Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού και εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού κτιρίου αναφοράς ανά χρήση κτιρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης
(Πηγή : Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010)

Βιβλιογραφία / Αναφορές 7ου κεφαλαίου

[1] CIBSE (1999), Lighting Guide 10 Daylighting and window design
[2] BS 8206 (1992), Lighting for buildings - Code of practice for daylighting Part 2
[3] P. J. Littlefair, Site layout planning for daylight and sunlight, A guide to good practice
[4] ΤΟΤΕΕ 20701−4/2010, Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού
[5] ΤΟΤΕΕ 20701−1/2010, Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης

[6] http://www.breeam.org/filelibrary/KN5253_BREEAM_Healthcare_FAQs.pdf
[7] http://www.designlighting.co.uk/pages/technical/breeam/docs/BREEAM_Healthcare_2008_Issue_2.0.pdf - MANUAL
[8] http://ktirio.gr/default.aspx?catid=149&newid=759
[9] http://www.all4greece.com/sites/www.all4greece.com/files/LEED.pdf
[10]http://www.gghc.org/
[11]http://www.noharm.org/us_canada/issues/building/studies.php

[12]http://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs6715.pdf
[13]http://www.usgbc.org/leed/rating-systems/healthcare
[14]http://www.beckershospitalreview.com/lists/28-hospitals-with-gold-or-platinum-leed-certification.html
[15]http://www.csemag.com/single-article/achieving-daylighting-credits-for-leed/377e209b620ed0996566ac08b36b3303.html
[16]http://www.buildinggreen.com/auth/article.cfm/2009/2/26/High-Staff-Retention-at-First-LEED-Platinum-Hospital/
[17]http://www.goodhealth.com/articles/2009/01/14/dell_childrens_recognized_as_world_class_green_hospital
[18]http://www.prweb.com/releases/2013/7/prweb10915532.htm
[19]http://thelightingpractice.com/projects/dell-childrens-medical-center-of-central-texas
[20]http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/alliances/hea_dell_business_case.pdf
[21]http://www.prweb.com/releases/2013/7/prweb10915532.htm
[22]http://www.northshorelij.com/hospitals/news/katz-leed
[23]http://www1.eere.energy.gov/office_eere/pdfs/47461.pdf
[24]http://www.kansas.com/2010/03/12/1221572/nsburg-hospital-done.html
[25]http://www.farrowpartnership.com/index.php/health-education/bluewater-health
[26]http://www.cagbc.org/AM/Template.cfm?Section=LEED
[27]http://www.sustainabilitysolutions.ca/sites/default/files/Greening%20Canadian%20Hospitals.pdf
[28]http://www.gbca.org.au/green-star/rating-tools/green-star-healthcare-v1/1936.htm
[29]http://en.wikipedia.org/wiki/Green_Star_%28Australia%29
[30]http://www.gbca.org.au/uploads/144/1936/Green%20Star%20-%20Healthcare%20v1%20FAQ.pdf
[31]http://www.gbca.org.au/docs/Davis%20Langdon%20Research%20Report%20-%20Health%20Sector%20Joins%20Green%20Ratings%20Era.pdf
[32]http://www.architectureanddesign.com.au/news/buildings/adelaide-shows-off-australia-s-first-5-green-star
[33]http://www.gbca.org.au/uploads/144/1936/Healthcare%20v1%20Fact%20Sheet_160609.pdf
[34]http://www.cundall.com/Projects/New-Royal-Adelaide-Hospital.aspx
[35]http://www.woodhead.com.au/projects/flinders-medical-centre-new-south-wing-adelaide-south-australia/
[36]http://www.iccsafe.org
[37]http://www.kenak.gr/
[38]http://www.ypeka.gr/

8 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ

8.1 Εισαγωγή

Το μοντέλο μας στηρίχθηκε στο νοσοκομείο ΚΑΤ , τηρώντας τις διαστάσεις όπως αυτές είχαν αποτυπωθεί σε σχέδια AutoCad (κατόψεις, τομές) και κάνοντας ορισμένες εύλογες παραδοχές για όσα στοιχεία δεν ήταν γνωστά (όπως για παράδειγμα έγινε στις κατασκευαστικές λεπτομέρειες). Ο σχεδιασμός του μοντέλου και οι προσομοιώσεις στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια των προγραμμάτων SketchUp, OpenStudio και Energy Plus, με στόχο να αξιολογηθούν τα μεγέθη της ηλιακής ακτινοβολίας στις προσόψεις των θαλάμων, στα ανοίγματα καθώς και να εκτιμηθεί ποσοτικά η συμβολή του μπαλκονιού στην ενεργειακή συμπεριφορά του νοσοκομείου. Πιο συγκεκριμένα, το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για τις προσομοιώσεις είναι το Energy Plus, το οποίο αποτελεί ένα πρόγραμμα προσομοίωσης και ενεργειακής ανάλυσης θερμικών φορτίων και άλλων μεγεθών. Βασίζεται στην περιγραφή του κτιρίου από τον χρήστη ενώ το λογισμικό έχει αναπτυχθεί από το U.S Department και διατίθεται δωρεάν. Στην παρούσα διπλωματική γίνεται χρήση του λογισμικού SketchUp της Google καθώς και του add – on προγράμματος OpenStudio Plug – in for SketchUp για τη δημιουργία του μοντέλου και τη δυνατότητα αναγνώρισης και εισαγωγής του από το πρόγραμμα OpenStudio, το οποίο και αποτελεί μια πιο φιλική εκδοχή για το χρήστη επεξεργασίας των δεδομένων εισόδου που συνοδεύουν το μοντέλο (για παράδειγμα κατασκευαστικές λεπτομέρειες κτιρίου, ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός κ.ά) . Αφού αποδόθηκαν τα σωστά δεδομένα εισόδου στο μοντέλο μέσω του OpenStudio , τελικά η προσομοίωση γίνεται μέσω του Energy Plus, προσδιορίζοντας τα συγκεκριμένα δεδομένα εξόδου που μας ενδιαφέρουν ως προς τον ηλιασμό του κτιρίου , μέσω του IDF editor που επιτρέπει την επεξεργασία του μοντέλου μας σε γραφικό πλέον περιβάλλον Energy Plus.

8.2 Το νοσοκομείο ΚΑΤ

Το νοσοκομείο βρίσκεται βόρεια της Αθήνας, στην περιοχή της Κηφισιάς, περίπου 13km από το κέντρο της πόλης, ενώ το οικόπεδο γειτονεύει με το κτήμα Συγγρού , τη θέα του οποίου έχουν οι θάλαμοι νοσηλείας του νοσοκομείου. Η κύρια είσοδος έχει τοποθετηθεί στην ανατολική πλευρά του οικοπέδου, ενώ υπάρχει ακόμα μία είσοδος στα δυτικά όπου βρίσκεται και ο χώρος στάθμευσης.

Εικόνα 8.1 Νοσοκομείο ΚΑΤ από δορυφόρο
(Πηγή: https://maps.google.com/)

Εικόνα 8.2 Τομή κεντρικού κτιρίου

Οι πτέρυγες νοσηλείας βρίσκονται στο κεντρικό κτίριο στα νότια του οικοπέδου, το οποίο έχει ακτινωτό σχήμα, με τους θαλάμους νοσηλείας να βρίσκονται από τα νοτιοδυτικά μέχρι τα νοτιοανατολικά, με θέα προς τη λεωφόρο Κηφισίας αλλά και το καταπράσινο άλσος του κτήματος Συγγρού. Στα βορειοανατολικά μέχρι τα βορειοδυτικά βρίσκονται οι χώροι εργασίας του προσωπικού, οι χώροι υγιεινής αλλά και κάποια ελάχιστα γραφεία τα οποία έχουν μετατραπεί σε θαλάμους νοσηλείας. Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας εξετάζονται οι θάλαμοι νοσηλείας που βρίσκονται στον 3^{ο} , 5^{ο} και 6^{ο} όροφο του νοσοκομείου.

Αναλυτικά :

Ο **2^{ος} όροφος** αποτελείται από 7 εξάκλινους θαλάμους νοσηλείας, 2 τρίκλινους και 2 δίκλινους. Στον όροφο αυτό του κεντρικού κτιρίου στεγάζεται η ΣΤ' Ορθοπεδική Κλινική και τα γραφεία του Συντονιστή Διευθυντή, των Ιατρών και της Γραμματείας της κλινικής. Επίσης, στον 2^{ο} όροφο βρίσκεται και το τμήμα Αθλητικών Κακώσεων, το οποίο διαθέτει 16 κλίνες , καθώς και τα γραφεία του Διευθυντού και των Ιατρών του τμήματος. Στους εσωτερικούς τοίχους έχει χρησιμοποιηθεί σοβάς, ενώ το χρώμα τους έχει την απόχρωση του μπέζ. Στο δάπεδο έχει χρησιμοποιηθεί Linoleum στην απόχρωση του γαλάζιου – γκρί ενώ στην οροφή έχει χρησιμοποιηθεί σοβάς λευκού χρώματος. Τα κουφώματα του παραθύρου είναι αλουμινίου και έχουν διπλό υαλοπίνακα με αέρα στο διάκενο , ενώ ως προς την σκίαση υπάρχει προστέγασμα και χρησιμοποιούνται κουρτίνες μπλε χρώματος.

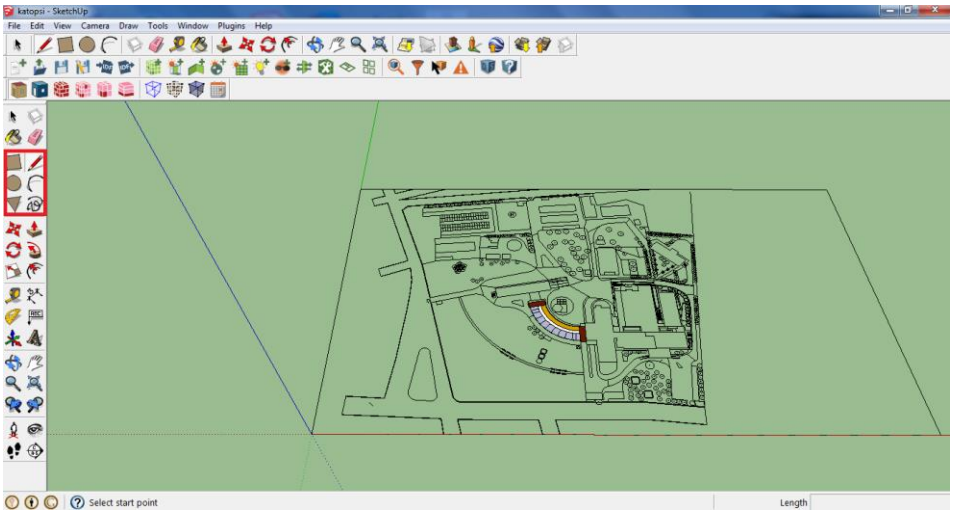
Ο **3^{ος} και ο 4^{ος}** όροφος αποτελούνται από 7 εξάκλινους θαλάμους νοσηλείας, 2 τρίκλινους και 2 δίκλινους. Οι όροφοι αυτοί έχουν τις ίδιες προδιαγραφές με τον 2^{ο} με μόνη διαφορά το χρώμα των κουρτινών που χρησιμοποιούνται για την σκίαση (κίτρινο χρώμα).

Ο **5^{ος} όροφος** αποτελείται από 16 τρίκλινους θαλάμους νοσηλείας, ενώ σε μέγεθος είναι περίπου το μισό από τους θαλάμους των προηγουμένων ορόφων. Είναι ο μοναδικός που δεν έχει υποστεί ανακαίνιση, στο δάπεδο έχει χρησιμοποιηθεί μωσαϊκό και τα κουφώματα του παραθύρου είναι ξύλινα με μονό υαλοπίνακα.

Ο **6^{ος} όροφος** αποτελείται από 16 δίκλινους και 2 μονόκλινους θαλάμους νοσηλείας από τη νοτιοδυτική μέχρι τη νοτιοανατολική πλευρά, έναν δίκλινο θάλαμο και δύο μονόκλινους θαλάμους στη βόρεια πλευρά. Τα υλικά και τα χρώματα που έχουν χρησιμοποιηθεί για τους τοίχους, το δάπεδο, την οροφή και τα κουφώματα είναι όμοια με αυτά του 2^{ου} ορόφου.

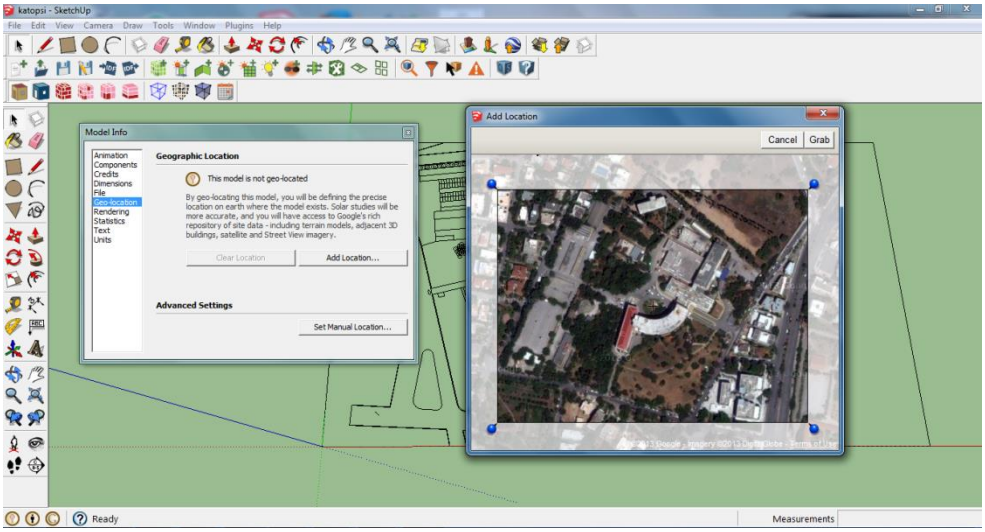
8.3 Δημιουργία μοντέλου στο SketchUp - OpenStudio Plugin

Αρχικά, στο πρόγραμμα SketchUp εισάγουμε το τοπογραφικό διάγραμμα το οποίο διαθέτουμε ως αρχείο AutoCad, και επανασχεδιάζουμε την κάτοψη χρησιμοποιώντας τα απλά σχεδιαστικά εργαλεία του SketchUp όπως το Line, Rectangle κτλ.

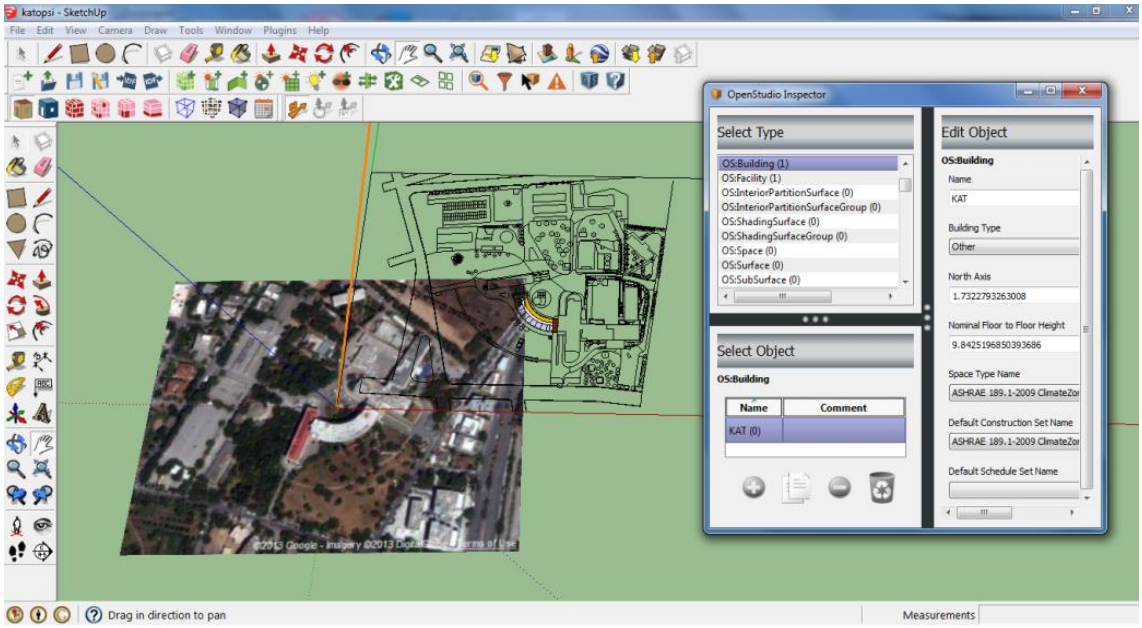


Εικόνα 8.3 Εισαγωγή τοπογραφικού σχεδίου στο SketchUp

Το SketchUp δίνει τη δυνατότητα με την εντολή ''Geo – locating'' να οριστεί η γεωγραφική τοποθεσία του μοντέλου μας , εισάγοντας το χάρτη που αντιστοιχεί στην περιοχή που έχουμε επιλέξει. Με αυτό τον τρόπο, προσδιορίζεται αυτομάτως και σωστά ο γεωγραφικός βορράς .

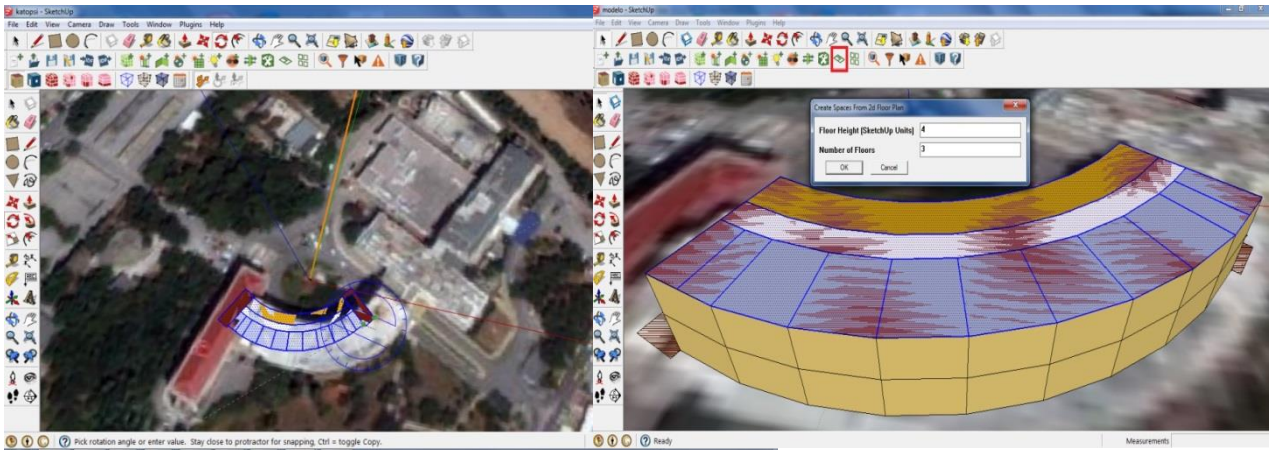


Εικόνα 8.4 Geo – locating στο SketchUp



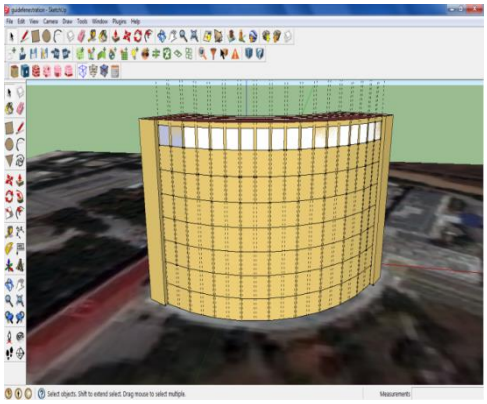
Εικόνα 8.5 Άξοναs βορρά – νότου , κατόπιν Geo - locating

Στη συνέχεια, σχεδιάζουμε τους θαλάμους νοσηλείας , στηριζόμενοι στις αντίστοιχες κατόψεις των ορόφων και με την επιλογή ‘’Create Spaces from Diagram’’ ορίζουμε κάθε φορά το ύψος καθώς και τον αριθμό των ορόφων που θέλουμε να δημιουργήσουμε , και με αυτόν τον τρόπο δημιουργούμε χώρους οι οποίοι αναγνωρίζονται στη συνέχεια ως χώροι του μοντέλου μας από το OpenStudio. Έτσι δημιουργούμε το εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου.

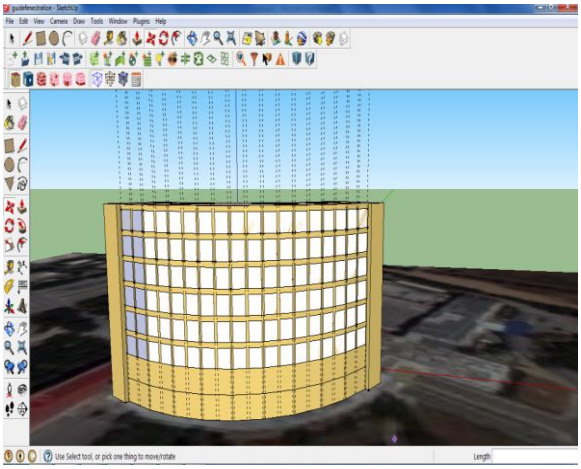


Εικόνα 8.6 Δημιουργία ''spaces'' με τα εργαλεία του OpenStudio Plug - in

Για τα παράθυρα, χρησιμοποιούμε τις βοηθητικές γραμμές (guidelines) προκειμένου να γίνει ο σχεδιασμός με τις σωστές διαστάσεις πάνω στο κέλυφος του κτιρίου.

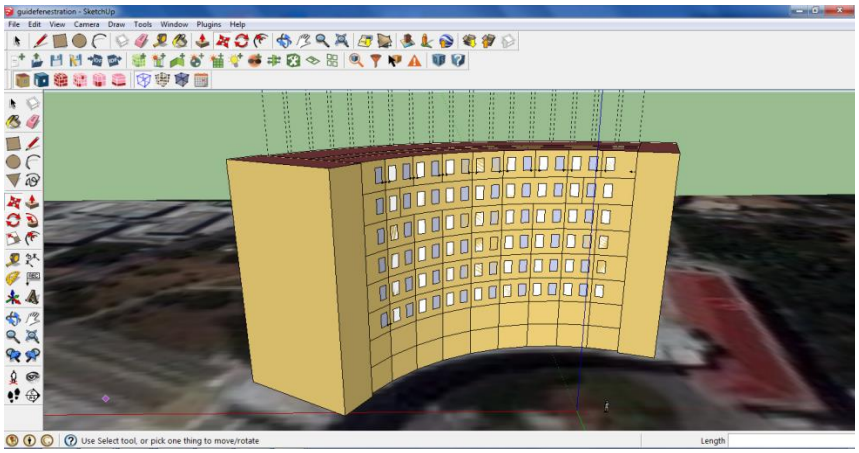


Εικόνα 8.7 Βοηθητικές γραμμές σχεδιασμού ανοιγμάτων



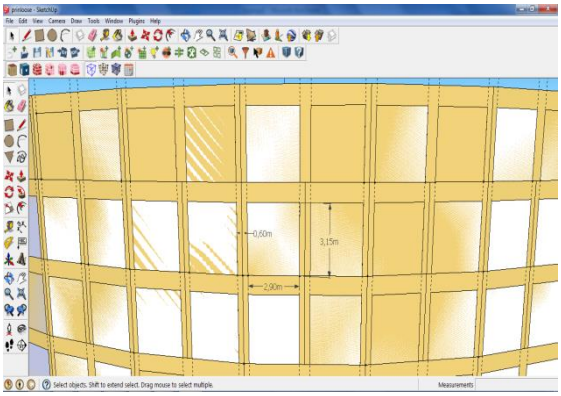
Εικόνα 8.8 Σχεδίαση παραθύρων (Νότια όψη)

Παράθυρα σχεδιάζονται στη νότια και στη βόρια όψη, από το δεύτερο μέχρι τον έβδομο όροφο, ομοιόμορφα με τις εξής διαστάσεις :

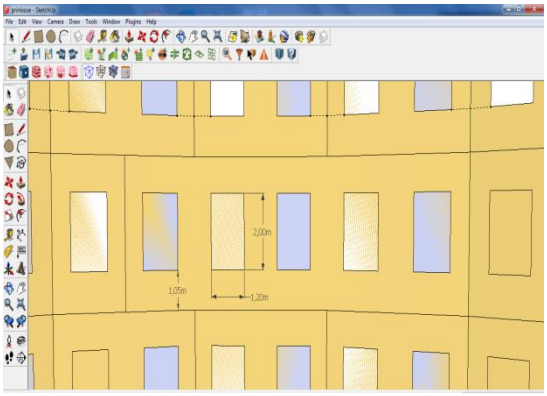


Εικόνα 8.9 Σχεδίαση παραθύρων (Βόρεια όψη)

Στο νότιο προσανατολισμό του κτιρίου 3,15 x 2,90 (εκτείνονται σε όλο το διαθέσιμο άνοιγμα ανάμεσα στα υποστυλώματα 0,60 x 0,60 και έχουν ύψος 3,15 m) και στο βόρειο προσανατολισμό παράθυρα διαστάσεων 2,00 x 1,20 :

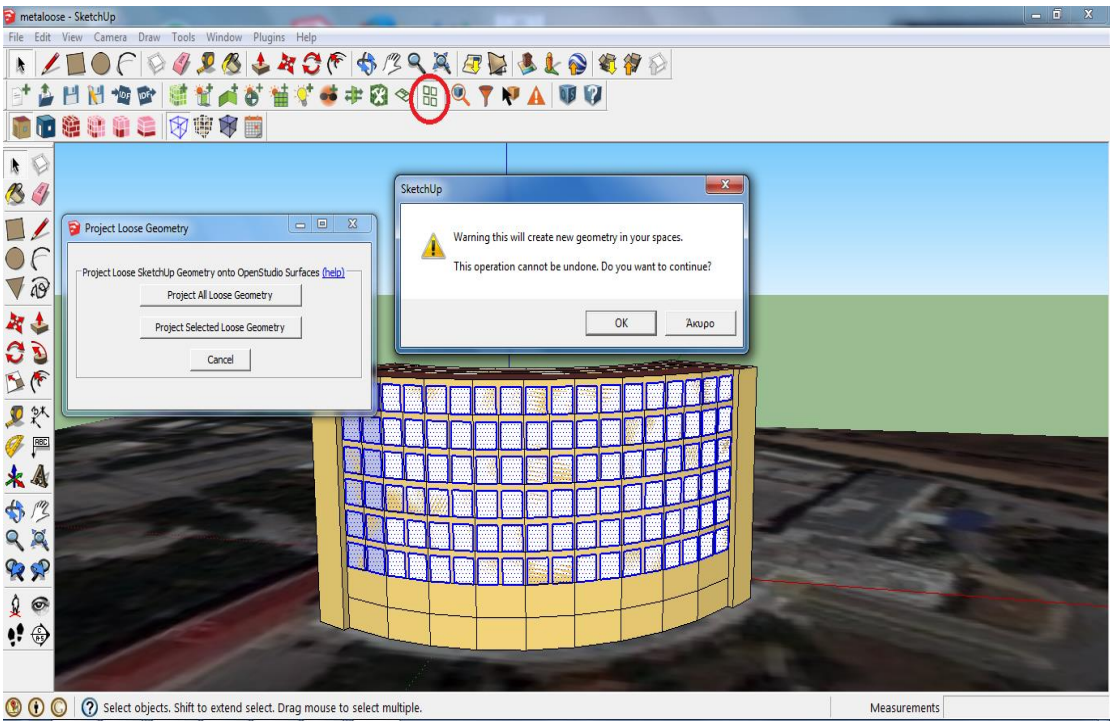


Εικόνα 8.11 Διαστάσεις ανοιγμάτων στη νότια όψη



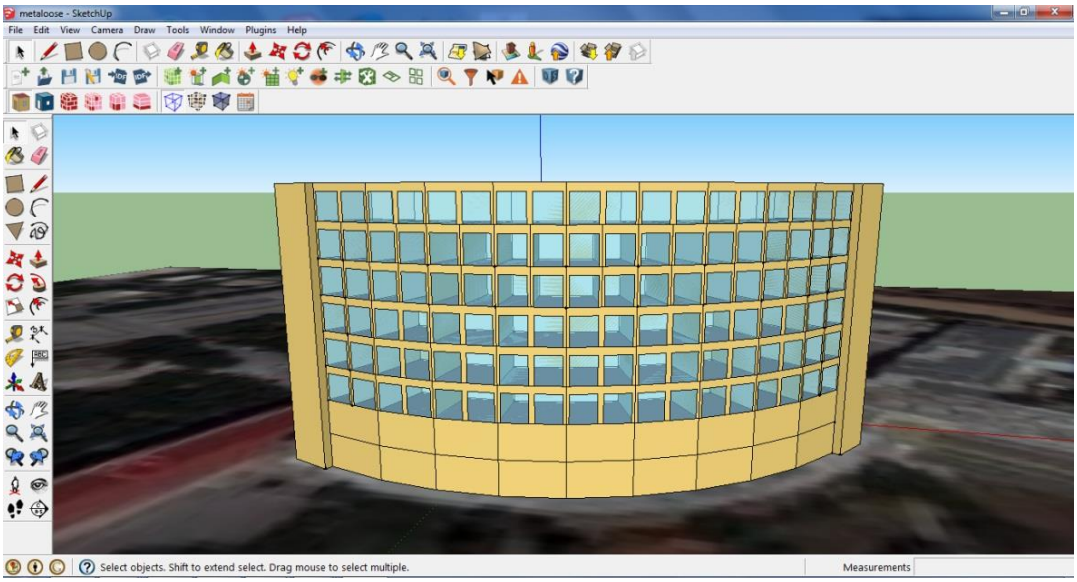
Εικόνα 8.10 Διαστάσεις ανοιγμάτων στη βόρεια όψη

Από την εργαλειοθήκη του OpenStudio στο SketchUp, θα επιλέξουμε το εικονίδιο ‘’project loose geometry’’ ώστε η γεωμετρία που σχεδιάσαμε να αναγνωριστεί ως sub – surface (υπό – επιφάνεια) στο μοντέλο και συγκεκριμένα ως παράθυρο.



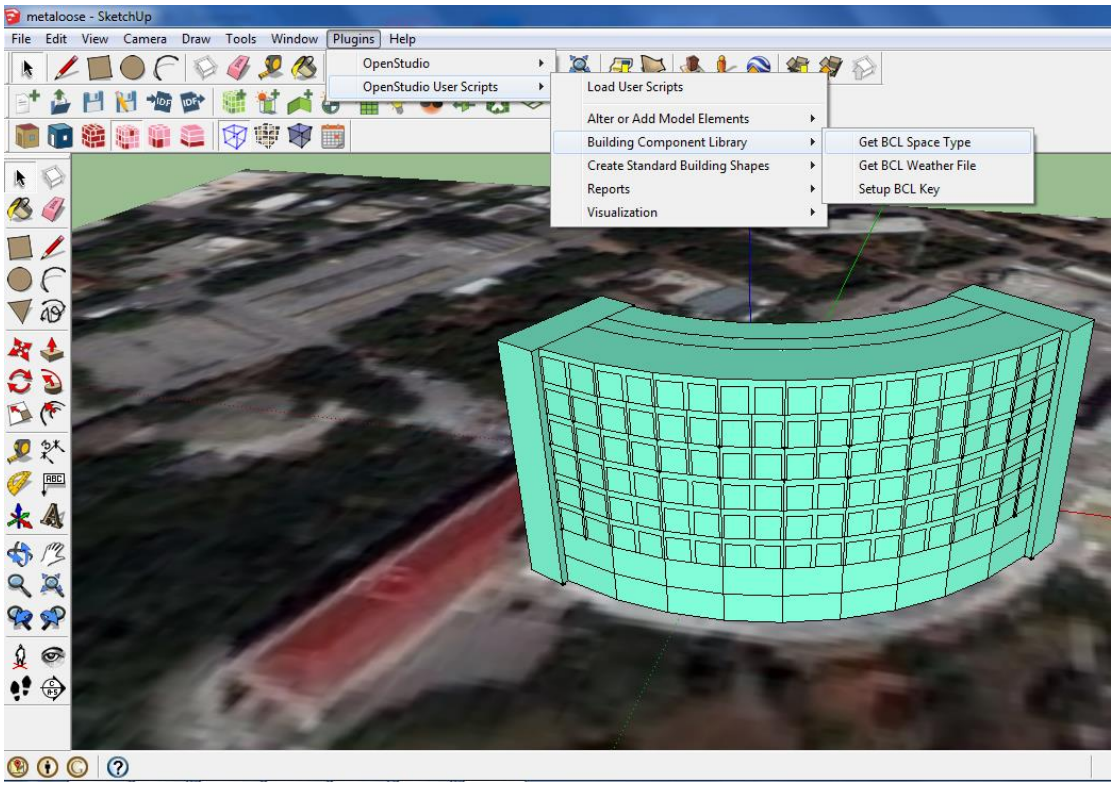
Εικόνα 8.12 Αναγνώριση επιφανειών ως διάφανα στοιχεία στο μοντέλο του OpenStudio

Στο μοντέλο μας, επιλέγουμε να τα χαρακτηρίσουμε όλα ως operable windows (ανοιγόμενα παράθυρα) μέσω του OpenStudio Inspector (εργαλείο του Sketchup που εμφανίζει συγκεντρωτικά όλες τις ιδιότητες του μοντέλου που σχεδιάζουμε).



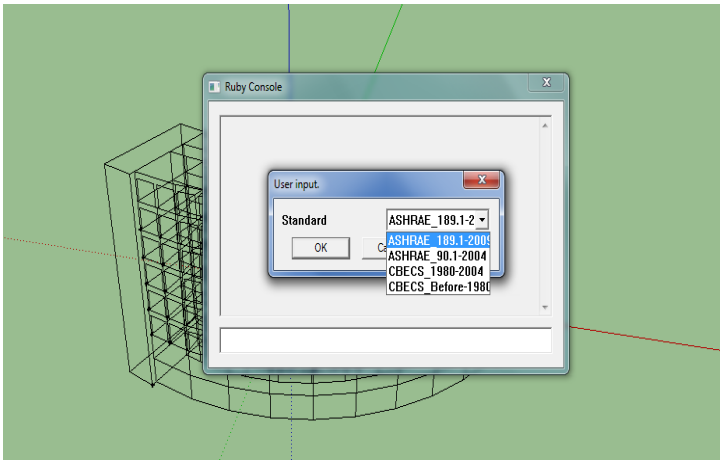
Εικόνα 8.13 Τελική εικόνα μοντέλου με παράθυρα

Στη συνέχεια με τη βοήθεια της Βιβλιοθήκης BCL (Building Component Library)[12], γίνεται ο χαρακτηρισμός των χώρων σύμφωνα με την παρακάτω διαδικασία :



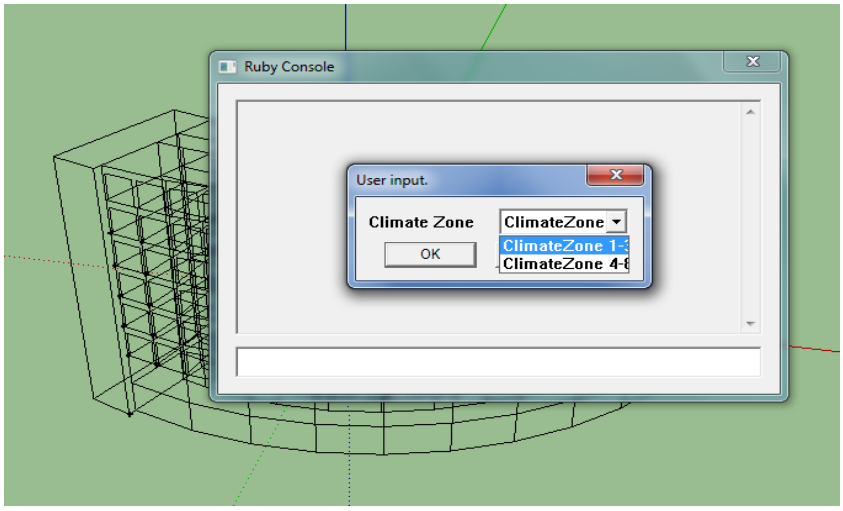
Εικόνα 8.14 Επιλογή χαρακτηρισμού χώρου από BCL

1. Το πρότυπο που θα χρησιμοποιηθεί (στο μοντέλο μας επιλέγουμε το ASHRAE 189.1- 2009)

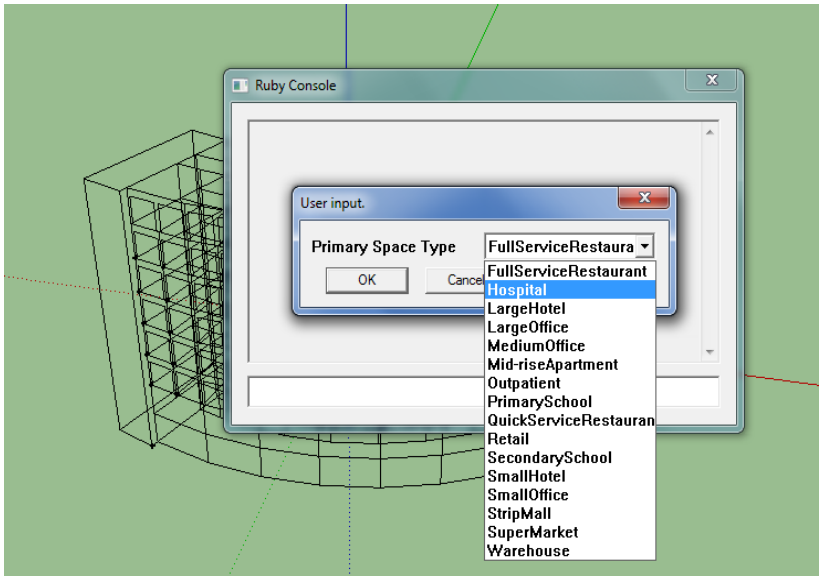


2. Κλιματική ζώνη (διαλέγουμε για τους λόγους που εξηγούνται στο παράρτημα Α' την Κλιματική ζώνη 1-3 για το μοντέλο μας)

[12] Αποτελεί βάση δεδομένων του Εθνικού Εργαστηρίου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (National Renewable Energy Laboratory) με κατασκευαστικές λεπτομέρειες και άλλα δεδομένα για τους χρήστες , απλουστεύοντας την μοντελοποίηση και συγκεντρώνοντας δεδομένα έτοιμα προς χρήση.



3. Επιλέγουμε ως δεδομένα εισόδου για τους χώρους του μοντέλου μας, αυτά που αναφέρονται σε νοσοκομεία

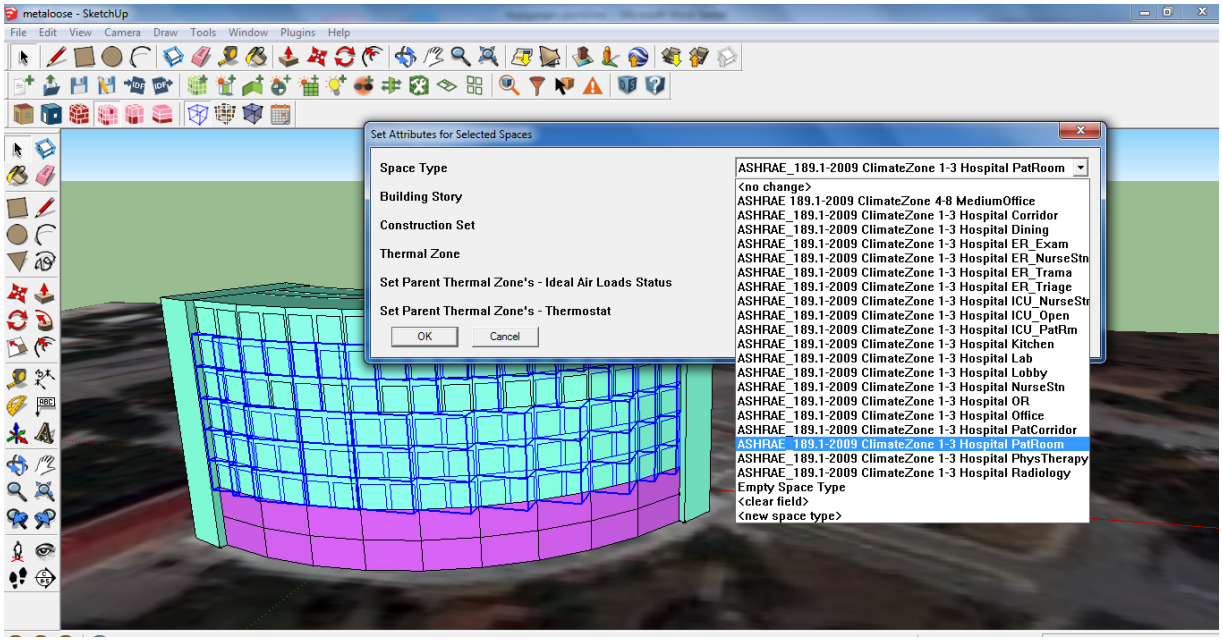


Ο χαρακτηρισμός των χώρων έχει ως στόχο να αποδοθούν στους χώρους του μοντέλου (spaces) προσεγγιστικά χαρακτηριστικά ως προς τα χρονοδιαγραμμάτα λειτουργίας, τα εσωτερικά φορτία κ.ά ώστε να γίνει μια πλήρης περιγραφή του μοντέλου για τις ανάγκες της προσομοίωσης.

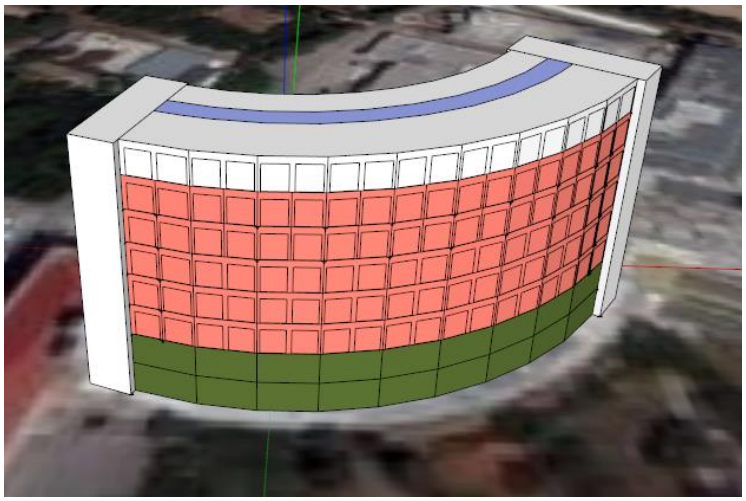
8.3.2 Χαρακτηρισμός Χώρων (Spaces)

Με τη βοήθεια της επιλογής ''Set attributes for Selected Spaces'', αποδίδονται χαρακτηρισμοί και ιδιότητες στους διάφορους χώρους του μοντέλου μας, σύμφωνα με το πρότυπο που έχουμε επιλέξει. Συγκεκριμένα, χωρίζουμε το μοντέλο μας στους εξής χώρους :

1. Hospital Lobby : Ισόγειο και 1^{ος} όροφος , νότιος προσανατολισμός
2. Hospital Labs : Ισόγειο και 1^{ος} όροφος , βόρειος προσανατολισμός
3. Hospital Patient Rooms : 2^{ος} όροφος - 6^{ος} όροφος (νότιος προσανατολισμός και τρείς θάλαμοι νοσηλείας στον 6^{ο} όροφο με βόρειο προσανατολισμό)
4. Hospital Corridors : Ισόγειο - 7^{ος} όροφος
5. Hospital Offices : 2^{ος} όροφος - 6^{ος} όροφος , βόρειος προσανατολισμός



Εικόνα 8.15 Χαρακτηρισμός χώρων στο SketchUp



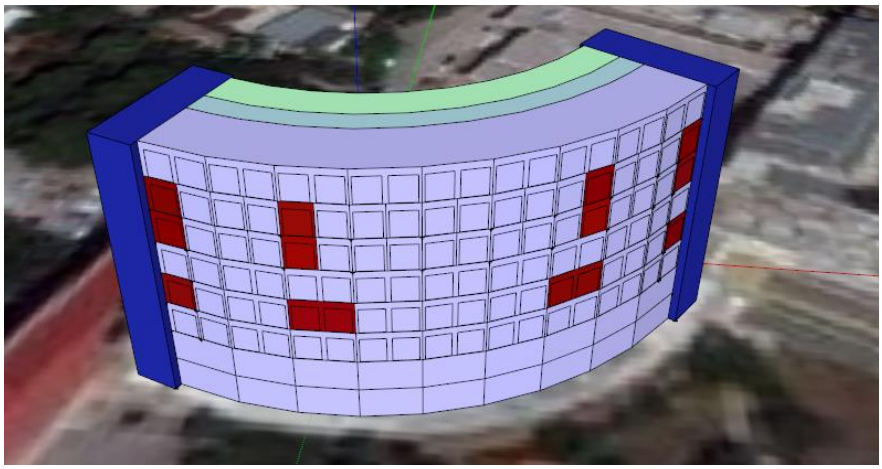
Εικόνα 8.16 Διαχωρισμός μοντέλου σύμφωνα με τους χώρους του (Render by Space Type)

8.3.3 Θερμικές Ζώνες

Πραγματοποιείται ο διαχωρισμός του μοντέλου μας σε 17 ζώνες, με κριτήρια τη χρήση και τον προσανατολισμό του κάθε χώρου του κτιρίου. Παρ'ότι ενδείκνυται λεπτομερέστερος διαχωρισμός του μοντέλου σε περισσότερες ζώνες, ως θερμικές ζώνες καταρχάς ορίζουμε τρεις θαλάμους νοσηλείας (στον $3^{ο}$, $5^{ο}$ και $6^{ο}$ όροφο) σε καθεμία από τις τέσσερις κατευθύνσεις του νοσοκομείου.

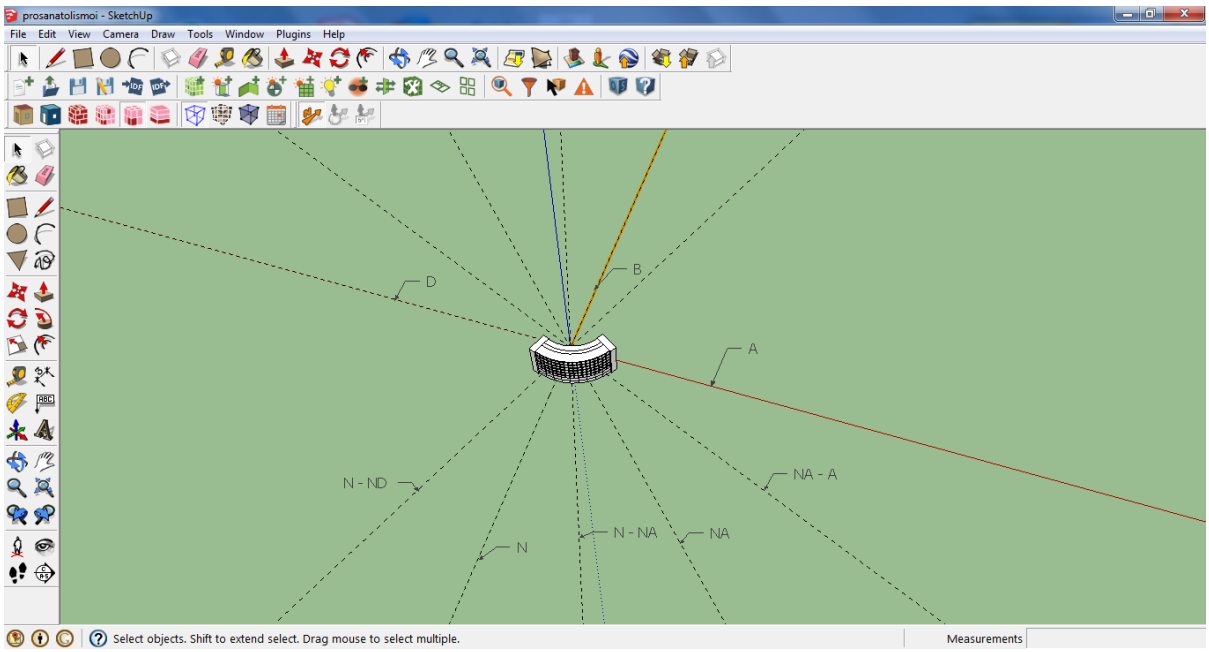
Οι θάλαμοι νοσηλείας χωρίζονται ως εξής :

- $1^{η}$ ζώνη : 2 - κλινος θάλαμος με προσανατολισμό ΝΔ– Ν σε $3^{ο}$ όροφο
- $2^{η}$ ζώνη : 2 - κλινοι θάλαμοι με προσανατολισμό ΝΔ – Ν σε $5^{ο}$ όροφο
- $3^{η}$ ζώνη : 3 - κλινος θάλαμος με προσανατολισμό ΝΔ – Ν σε $6^{ο}$ όροφο
- $4^{η}$ ζώνη : 6 - κλινοι θάλαμοι με προσανατολισμό Ν σε $3^{ο}$ όροφο
- $5^{η}$ ζώνη : 3 - κλινος θάλαμος με προσανατολισμό Ν σε $5^{ο}$ όροφο
- $6^{η}$ ζώνη : 2 - κλινος θάλαμος με προσανατολισμό Ν σε $6^{ο}$ όροφο
- $7^{η}$ ζώνη : 6 - κλινος θάλαμος με προσανατολισμό ΝΑ σε $3^{ο}$ όροφο
- $8^{η}$ ζώνη : 3 - κλινος θάλαμος με προσανατολισμό ΝΑ σε $5^{ο}$ όροφο
- $9^{η}$ ζώνη : 2 - κλινος θάλαμος με προσανατολισμό ΝΑ σε $6^{ο}$ όροφο
- $10^{η}$ ζώνη : 2 - κλινος θάλαμος με προσανατολισμό ΝΑ - Α σε $3^{ο}$ όροφο
- $11^{η}$ ζώνη : 2 - κλινος θάλαμος με προσανατολισμό ΝΑ - Α σε $5^{ο}$ όροφο
- $12^{η}$ ζώνη : 3 - κλινος θάλαμος με προσανατολισμό ΝΑ – Α σε $6^{ο}$ όροφο
- $13^{η}$ ζώνη : 2 - κλινος θάλαμος νοσηλείας με βόρειο προσανατολισμό
- $14^{η}$ ζώνη : Υπόλοιποι χώροι νοσοκομείου με νότιο προσανατολισμό
- $15^{η}$ ζώνη : Υπόλοιπο χώροι νοσοκομείου με βόρειο προσανατολισμό
- $16^{η}$ ζώνη : Διάδρομοι νοσοκομείου
- $17^{η}$ ζώνη : Κλιμακοστάσια νοσοκομείου



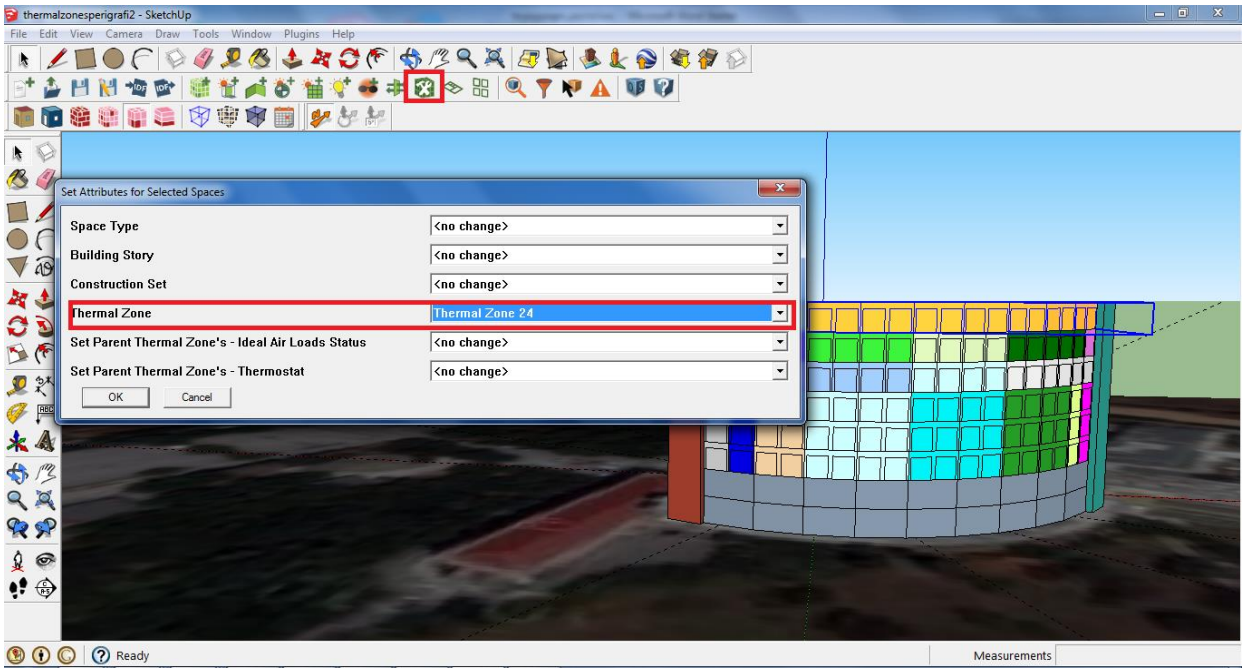
Εικόνα 8.17 Θερμικές ζώνες μοντέλου

Προκειμένου να προσδιορίσουμε με ακρίβεια τους προσανατολισμούς, ορίζουμε επίσης τους άξονες Α-Δ , ενώ ο άξονας Β-Ν έχει τοποθετηθεί αυτόματα λόγω του geo – locate (πορτοκαλί άξονας) που έγινε στο μοντέλο μας.



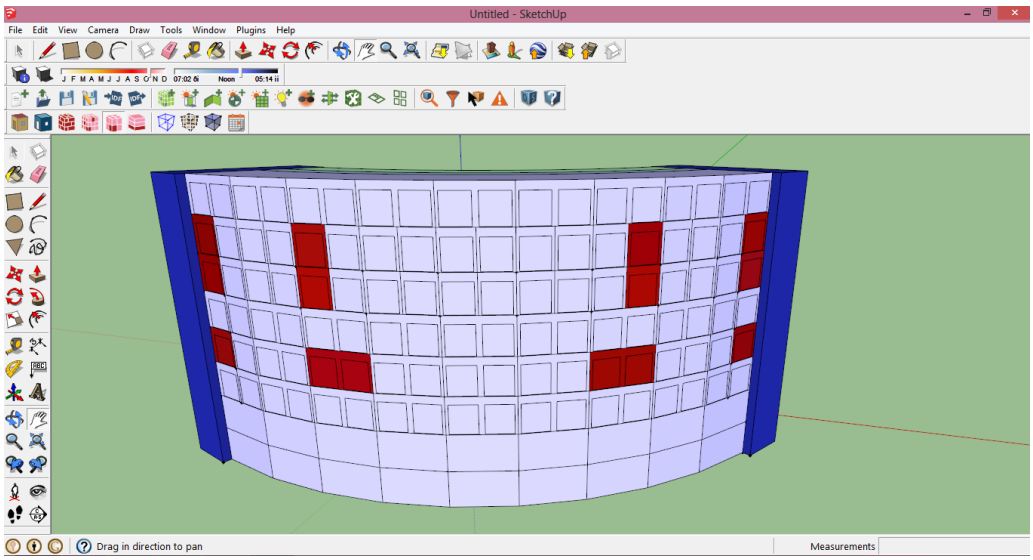
Εικόνα 8.18 Προσανατολισμοί ΚΑΤ

Στη συνέχεια, με το εργαλείο ‘’Set attributes to Selected Spaces’’, εφαρμόζεται η παραπάνω διάκριση στους χώρους του μοντέλου .



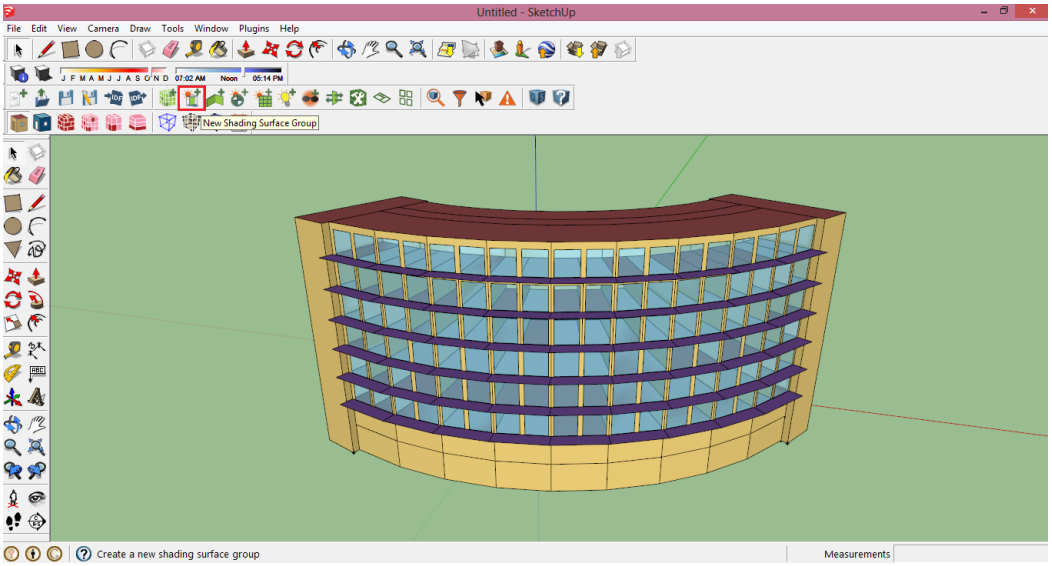
Εικόνα 8.19 Χωρισμός μοντέλου σε θερμικές ζώνες

Με την επιλογή Render by Thermal Zone, δίνεται η δυνατότητα να εμφανιστεί το μοντέλο μας με τις διάφορες θερμικές ζώνες που ορίσαμε. Σε κάθε θερμική ζώνη αντιστοιχεί και ένα διαφορετικό χρώμα.



Εικόνα 8.20 Θερμικές Ζώνες μοντέλου (Render by Thermal Zone)

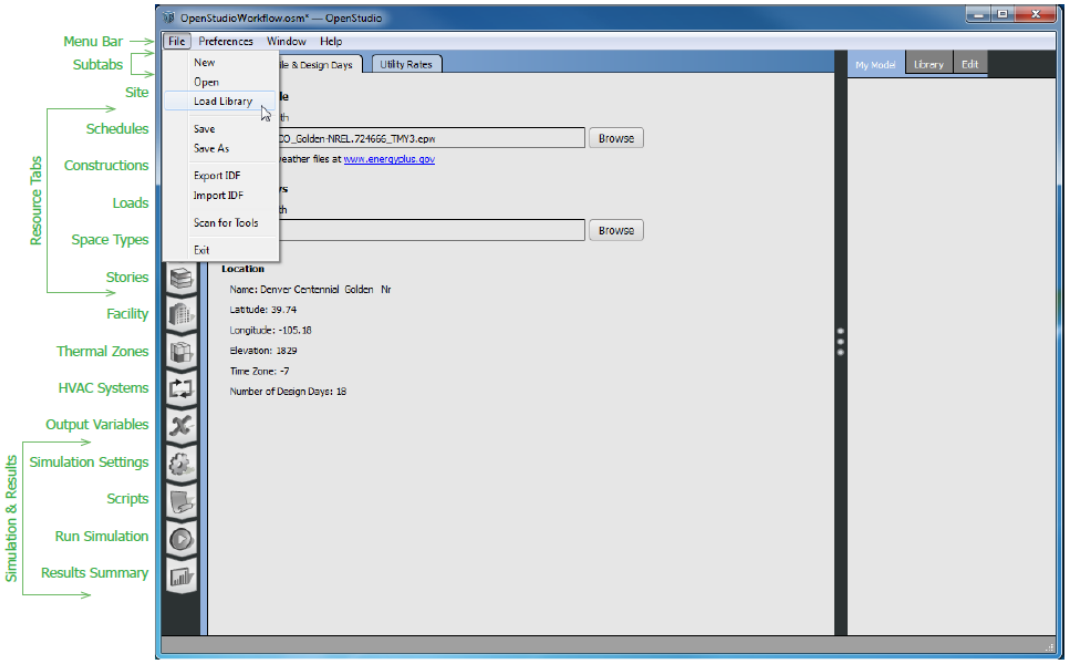
Τέλος, για να εκτιμήσουμε τη συμβολή του μπαλκονιού δημιουργούμε το δεύτερο μοντέλο με την προσθήκη μπαλκονιού πλάτους 2m ως εξωτερικού συστήματος σκίασης με το εργαλείο ‘’New Shading Surface Group’’ .



Εικόνα 8.21 Δεύτερο μοντέλο με την προσθήκη μπαλκονιού (New Shading Surface Group)

8.4 Εισαγωγή ιδιοτήτων μοντέλου στο OpenStudio

Τα δύο μοντέλα εισάγονται πλέον στο πρόγραμμα OpenStudio (υπό τη μορφή αρχείων .osm) προκειμένου να γίνει η επεξεργασία των ιδιοτήτων τους και να γίνουν οι προσομοιώσεις με βάση το Energy Plus.



Εικόνα 8.22 Περιβάλλον εργασίας OpenStudio (Πηγή: http://openstudio.nrel.gov/sketchup-plug-getting-started)

Το OpenStudio ως εφαρμογή επιτρέπει την οπτικοποίηση και άμεση επεξεργασία των χρονοδιαγραμμάτων, κατασκευαστικών λεπτομερειών, υλικών κ.ά του μοντέλου μέσω ενός φιλικού γραφικού περιβάλλοντος για το χρήστη, ο οποίος μπορεί με την επιλογή του drag and drop να αποδόσει τα παραπάνω χαρακτηριστικά στο μοντέλο του στους επιθυμητούς χώρους (spaces) και στις θερμικές ζώνες (thermal zones). Για την ενεργειακή προσομοίωση του μοντέλου χρησιμοποιείται το πρόγραμμα Energy Plus, ενώ για την προσομοίωση φυσικού φωτισμού το πρόγραμμα Radiance.

8.4.1 Επιλογή τοποθεσίας

Αρχικά εισάγουμε τα δεδομένα καιρού σε μορφή Energy Plus (EnergyPlus Weather Format - EPW), τα οποία υπάρχουν στο διαδίκτυο[13] και αφορούν σε 2100 τοποθεσίες στον κόσμου. Επιλέγουμε το αρχείο της Αθήνας (Athens 167160 (IWEC)), το οποίο μας παρέχει στοιχεία σχετικά με τη θερμοκρασία,την ταχύτητα του ανέμου κ.ά.

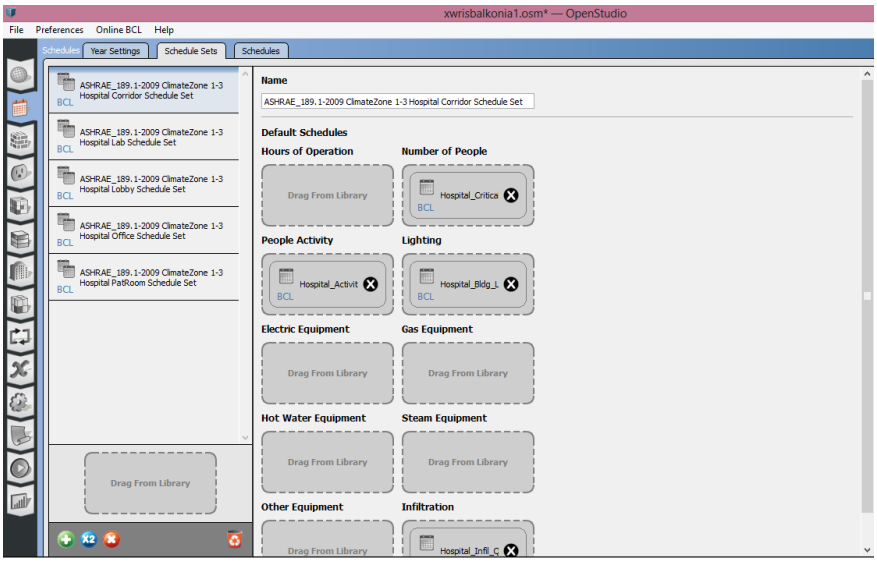
Entry	Units/Notes
Local Date and Time	YYYYMMDDHH
Dry Bulb Temperature	Tenths of Degree Celsius
Dew Point Temperature	Tenths of Degree Celsius
Wind Direction	Degrees (0° = North)
Wind Speed	Tenths of Meter Per Second
Altimeter	Hundreds of Pascals
Visibility	Tenths of Kilometers

Εικόνα 8.23 Δεδομένα και μονάδες μέτρησης αρχείων IWEC
(Πηγή: ''Real-Time Weather Data Access Guide - Updated February 2006 '', National Renewable Energy Laboratory)

8.4.2 Χρονοδιαγράμματα (Schedules)

Με την εισαγωγή των χρονοδιαγραμμάτων έχουμε τη δυνατότητα να ρυθμίσουμε τον φωτισμό , την πυκνότητα των χρηστών στους χώρους του κτιρίου ανά θερμική ζώνη, τον φυσικό αερισμό του κτιρίου και τις ηλεκτρικές συσκευές.

Στο μοντέλο μας, σύμφωνα με τον χαρακτηρισμό των χώρων (spaces) από τη βιβλιοθήκη BCL που έχει γίνει, προσδιορίστηκαν ενδεικτικά και τα χρονοδιαγράμματα του νοσοκομείου.



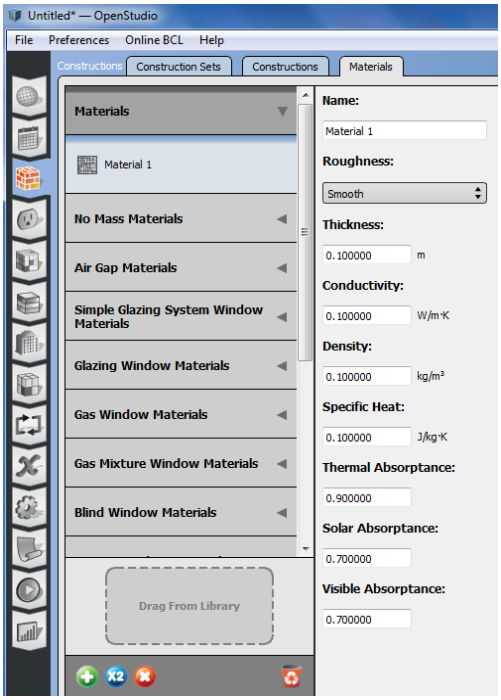
Εικόνα 8.24 Χρονοδιαγράμματα μοντέλου νοσοκομείου

8.4.3 Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά – Υλικά (Construction Sets – Materials)

Στο OpenStudio, στην ενότητα Constructions δίνεται η δυνατότητα να εισάγει ο χρήστης τα υλικά (materials), να τα τοποθετήσει σε στρώσεις δημιουργώντας ένα κατασκευαστικό στοιχείο (constructions) και τέλος να τα συνδυάσει σε κάποιο κατασκευαστικό σύνολο (construction sets) .

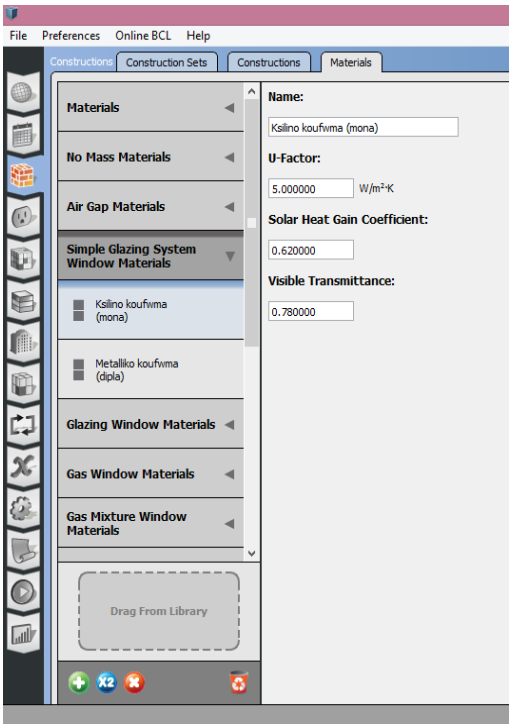
[13] http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/weatherdata_about.cfm

Για τον ορισμό του υλικού πρέπει να καθοριστούν οι παρακάτω ιδιότητες :



- Τραχύτητα (Roughness)
- Πάχος (Thickness)
- Θερμική Αγωγιμότητα (Conductivity)
- Πυκνότητα (Density)
- Ειδική Θερμοχωρητικότητα (Specific Heat)
- Θερμική Απορροφητικότητα (Thermal Absorptance)
- Ηλιακή Απορροφητικότητα (Solar Absorptance)
- Ορατή Απορροφητικότητα (Visible Absorptance)

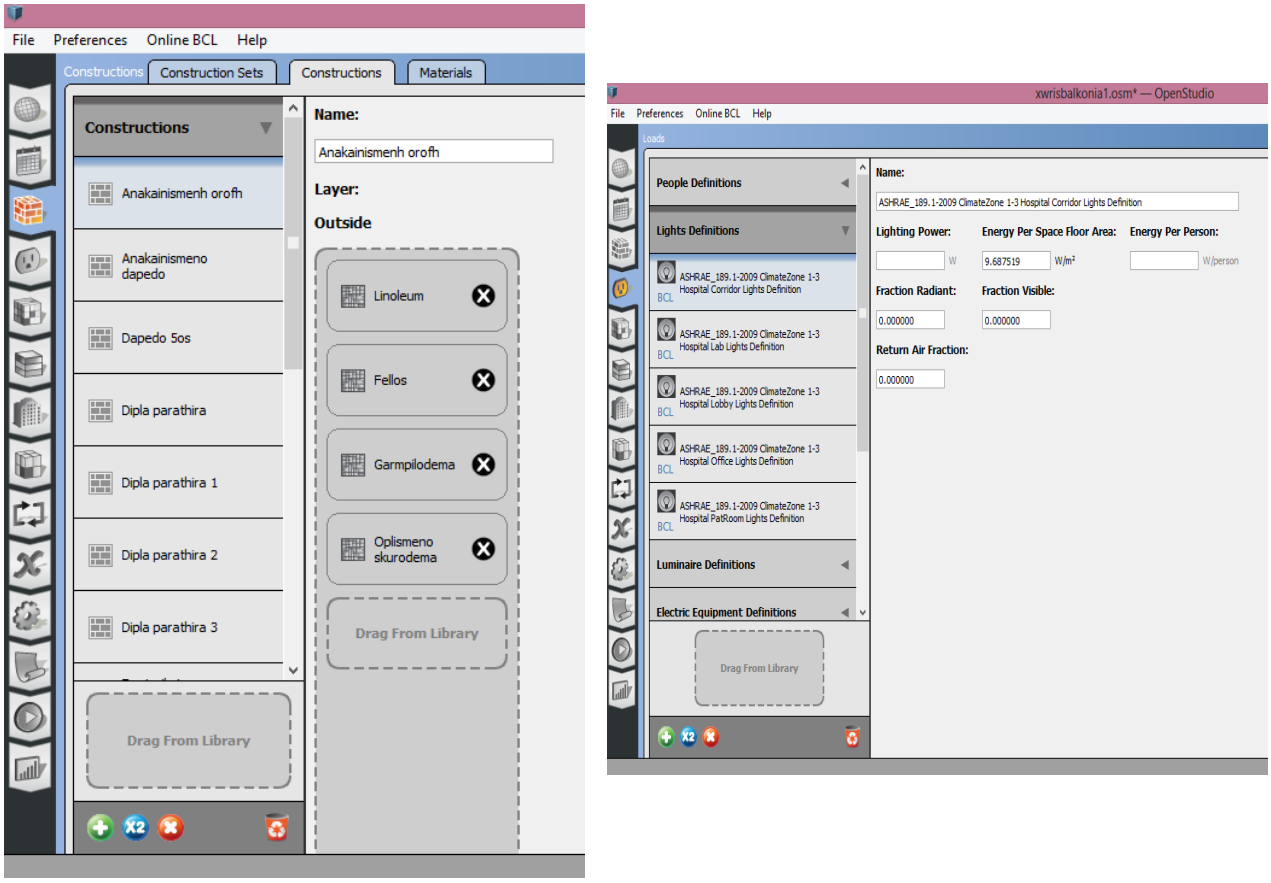
Εικόνα 8.25 Εισαγωγή υλικών στο OpenStudio



Τα παράθυρα τα ορίζουμε με την επιλογή Simple Glazing System Window Materials, θεωρώντας δηλαδή ένα ενιαίο σύστημα κουφώματος – υαλοπίνακα, στο οποίο χρειάζεται να ορίσουμε συντελεστή θερμοπερατότητας (U – value), Συντελεστή ηλιακού κέρδους (Solar Heat Gain Coefficient) και οπτική διαπερατότητα (Visible Transmittance).

Εικόνα 8.26 Εισαγωγή ιδιοτήτων παραθύρων στο OpenStudio

Στη συνέχεια τα υλικά τοποθετούνται σε στρώσεις , ορίζοντας έτσι κατασκευαστικά στοιχεία (δάπεδα, τοίχους κ.ά) τα οποία τέλος συνδυάζονται δημιουργώντας κατασκευαστικά σύνολα.



Εικόνα 8.27 Κατασκευαστικά στοιχεία – Κατασκευαστικά σύνολα στο OpenStudio

8.4.4 Εσωτερικά Φορτία (Άνθρωποι, Φωτισμός και Ηλεκτρικός Εξοπλισμός)

Δίνεται η δυνατότητα από το πρόγραμμα να οριστεί με λεπτομέρεια η ενεργειακή επίδραση από τους χρήστες του κτιρίου, τον τεχνητό φωτισμό του κ.ά, των 'φορτίων' δηλαδή που υπάρχουν στο εσωτερικό του. Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής, επειδή το μοντέλο θα εξεταστεί κυρίως ως προς τον ηλιασμό και τη συμπεριφορά της πρόσοψης με ή χωρίς μπαλκόνι δεν προχωρήσαμε σε αναλυτικό προσδιορισμό αυτών των στοιχείων, δόθηκαν όμως ενδεικτικές τιμές από τη βιβλιοθήκη BCL, λόγω του χαρακτηρισμού των χώρων του νοσοκομείου που έχει γίνει.

Εικόνα 8.28 Προσδιορισμός εσωτερικών φορτίων στο OpenStudio

8.5 Προσομοίωση στο OpenStudio

Στη συνέχεια από τις καρτέλες Output Variables και Simulation Settings ρυθμίζονται οι παράμετροι (όπως η ηλιακή κατανομή, αν θα λάβουμε υπόψη τις ανακλάσεις κ.ά.)με τις οποίες θα γίνουν οι προσομοιώσεις και οι μεταβλητές εξόδου που επιλέγουμε να υπολογιστούν. Προς το παρόν, στις μεταβλητές εξόδου που διαθέτει το περιβάλλον εργασίας του OpenStudio (έκδοση 1.0.0) δεν περιλαμβάνονται ακόμη οι μεταβλητές που αφορούν στον ηλιασμό και στην προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία και επομένως, προκειμένου να υπολογιστούν οι μεταβλητές που μας ενδιαφέρουν , θα χρειαστεί εμείς να τις ορίσουμε μέσω του IDF Editor και οι προσομοιώσεις να γίνουν μέσω του EP – Launch στο περιβάλλον εργασίας πλέον του Energy Plus.

Ακόμη και χωρίς να ορίσουμε μεταβλητές, γίνεται μια πρώτη προσομοίωση μεσω του OpenStudio η οποία και οδηγεί στη δημιουργία του αρχείου .rdd το οποίο και αποτελεί μια λίστα όλων των πιθανών μεταβλητών που θα μπορούσαν να υπολογιστούν για το συγκεκριμένο μοντέλο κάθε φορά. Ενδεικτικά, η λίστα αυτή έχει την παρακάτω μορφή :

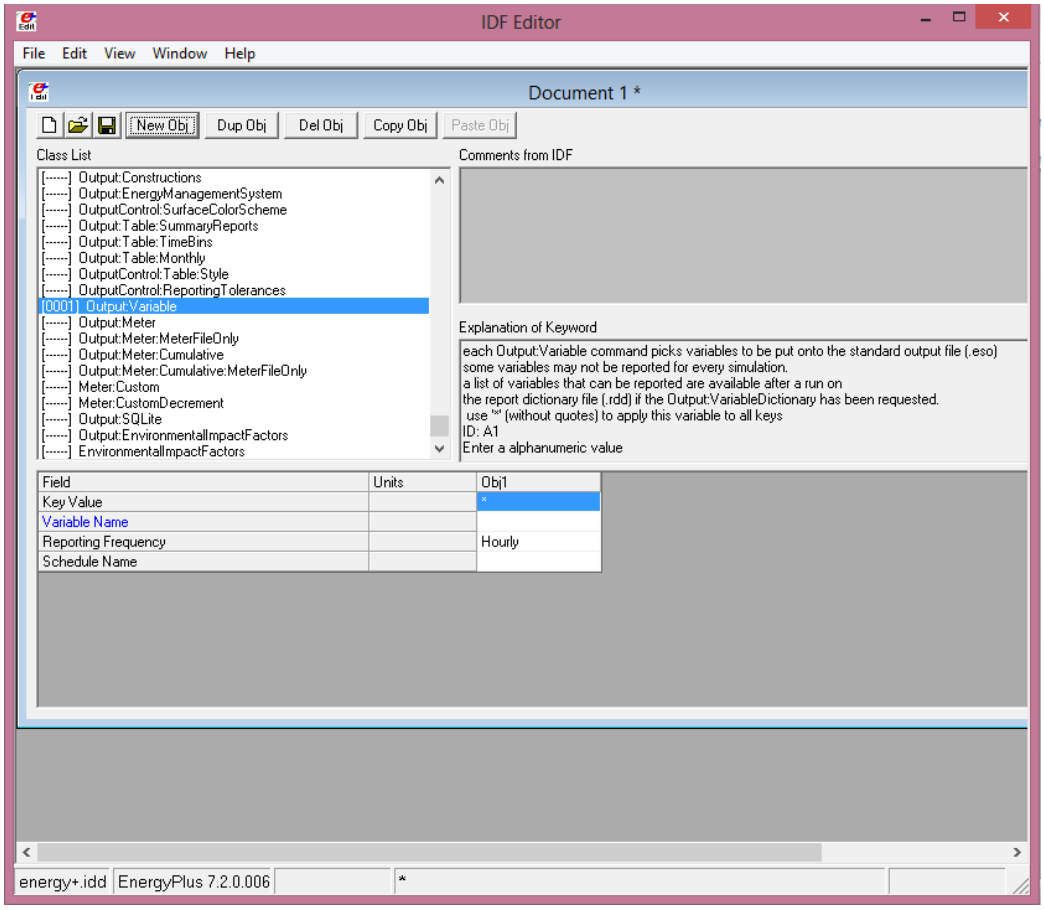
```
! Program Version,EnergyPlus-Windows-OMP-64 7.2.0.006, YMD=2013.09.19 06:14,IDD_Version 7.2.0.006

! Output:Variable Objects (applicable to this run)

Output:Variable,*,Outdoor Dry Bulb,hourly; !- Zone Average [C]

Output:Variable,*,Outdoor Dew Point,hourly; !- Zone Average [C]

Output:Variable,*,Outdoor Wet Bulb,hourly; !- Zone Average [C]

Output:Variable,*,Outdoor Humidity Ratio,hourly; !- Zone Average [kgWater/kgDryAir]

Output:Variable,*,Outdoor Relative Humidity,hourly; !- Zone Average [%]

Output:Variable,*,Outdoor Barometric Pressure,hourly; !- Zone Average [Pa]

Output:Variable,*,Wind Speed,hourly; !- Zone Average [m/s]

Output:Variable,*,Wind Direction,hourly; !- Zone Average [deg]

Output:Variable,*,Sky Temperature,hourly; !- Zone Average [C]

Output:Variable,*,Horizontal Infrared Radiation Intensity,hourly; !- Zone Average [W/m2]

Output:Variable,*,Diffuse Solar,hourly; !- Zone Average [W/m2]

Output:Variable,*,Direct Solar,hourly; !- Zone Average [W/m2]
```

Από τις μεταβλητές αυτές επιλέγουμε εκείνες που περιγράφουν τον ηλιασμό του μοντέλου και την ηλιακή ακτινοβολία της πρόσοψης, ώστε να προσδιοριστεί ποσοτικά η συμβολή ενός εξωτερικού σύστηματος σκίασης όπως είναι το μπαλκόνι.

Τέλος, με την εντολή Export IDF το αρχείο .osm του μοντέλου αποθηκεύεται ως αρχείο .idf, ώστε να γίνει περαιτέρω επεξεργασία του με τα εργαλεία του Energy Plus και η τελική προσομοίωση του.

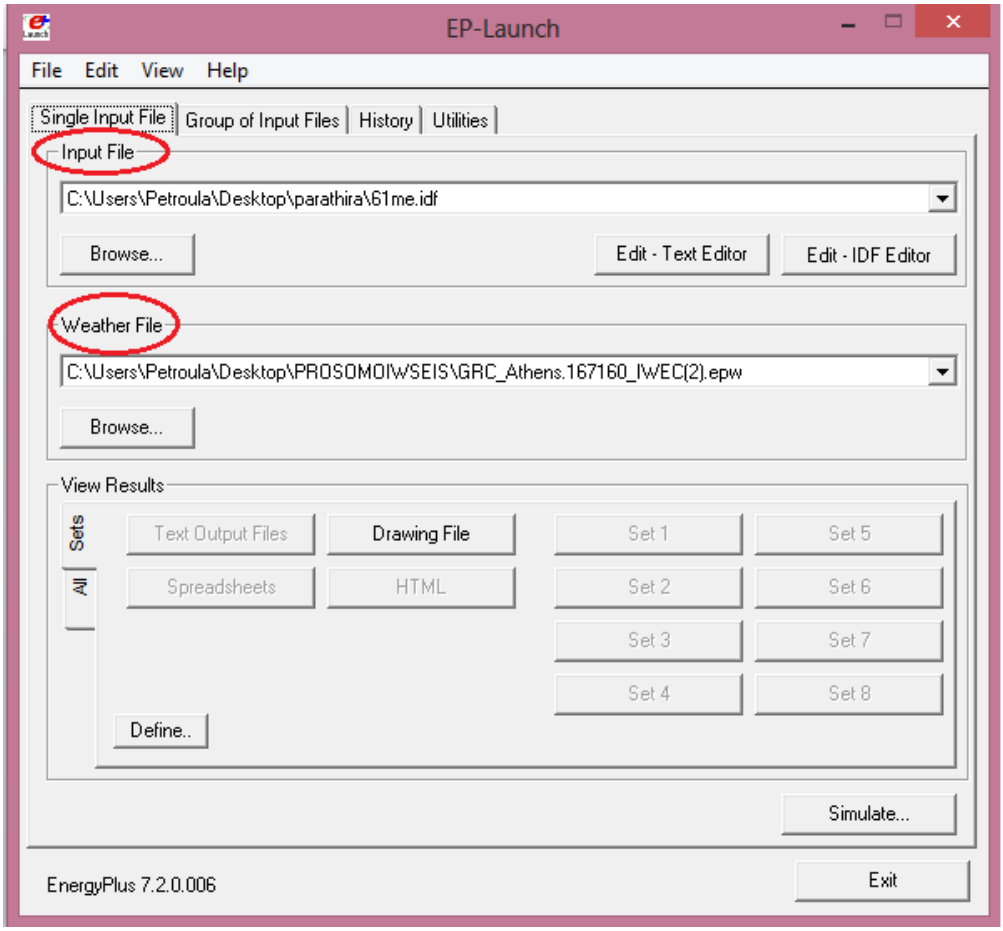
8.6 Προσομοίωση στο EnergyPlus

Σε αυτό το σημείο έχουμε δύο αρχεία .idf (με / χωρίς μπαλκόνι) τα οποία και θα επεξεργαστούμε μέσω του IDF Editor, προκειμένου οι προσομοιώσεις να τρέξουν για τις τις συγκεκριμένες μεταβλητές που θέλουμε και τις συγκεκριμένες επιφάνειες (εξωτερικές επιφάνειες / παράθυρα). Τα στοιχεία που πρέπει να ορίσουμε είναι το key value (επιφάνειες ή παράθυρα για τα οποία θέλουμε να υπολογιστούν οι μεταβλητές), variable name (το όνομα της μεταβλητής όπως δίνεται στο αρχείο .rdd) και το reporting frequency (το χρονικό διάστημα γα το οποίο θα πραγματοποιηθεί η προσομοίωση).



Εικόνα 8.29 Εισαγωγή μεταβλητών εξόδου στο μοντέλο μέσω του IDF Editor

Οι προσομοιώσεις γίνονται, τέλος, με το EP – Launch του Energy Plus και τα αρχεία που χρησιμοποιούμε για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων και την εξαγωγή συμπερασμάτων είναι το .csv (αποτελέσματα σε αρχείο Excel) και το .sql (το οποίο και ανοίγουμε με τη βοήθεια του Results Viewer του OpenStudio που άμεσα παρουσιάζει τα αποτελέσματα σε μορφή διαγραμμάτων).



Εικόνα 8.30 Πραγματοποίηση προσομοιώσεων μέσω EP - Launch

Βιβλιογραφία / Αναφορές 8ου κεφαλαίου

[1] Παναγοπούλου Γ. (2013), Φυσικός φωτισμός θαλάμων νοσηλείας (διπλωματική εργασία), Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής, Αθήνα

[2] http://www.sketchup.com/

[3] http://openstudio.nrel.gov/

[4] http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/

9 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ

Οι χαρακτηριστικές ημερομηνίες για τις οποίες εξετάζονται οι παρακάτω μεταβλητές είναι: η εαρινή και η φθινοπωρινή ισημερία (21/3 και 21/9 αντίστοιχα) καθώς και το θερινό και χειμερινό ηλιοστάσιο (21/6 και 21/12 αντίστοιχα). Για κάθε μία από αυτές τις ημερομηνίες χρησιμοποιούνται τρεις χαρακτηριστικές ώρες ενδεικτικές της θέσης του ήλιου, 9:00 π.μ , 12:00 π.μ και 3:00 π.μ .

9.1 Μεταβλητές εξόδου σχετικά με το περιβαλλον

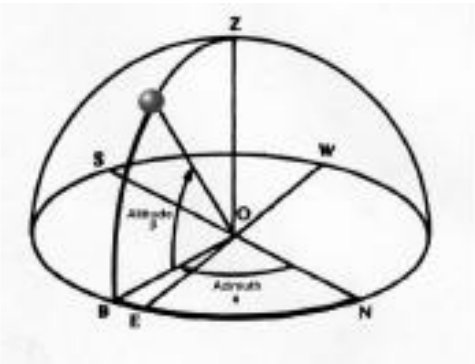
Σχετικά με το περιβάλλον – τα μετεωρολογικά δεδομένα (Weather Data Related Outputs)

Εξετάζονται οι παρακάτω μεταβλητές :

1. **Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία**
   Output:Variable,,Diffuse Solar,hourly; !- Zone Average [W/m^2]*
   Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία είναι η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας σε W/m^2 που δέχεται μια οριζόντια επιφάνεια από τον ουρανό (με εξαίρεση τον ηλιακό δίσκο).

2. **Άμεση ηλιακή ακτινοβολία**
   Output:Variable,,Direct Solar,hourly; !- Zone Average [W/m^2]*
   Η άμεση ηλιακή ακτινοβολία (Direct / Beam solar radiation) είναι η ποσότητας της ηλιακής ακτινοβολίας σε W/m^2 μέσα σε ένα πεδίο 5,7 ^{o} με επίκεντρο τον ήλιο .

3. **Γωνία ύψους του ηλίου**
   Output:Variable,,Solar Altitude Angle,hourly; !- Zone Average [deg]*
   Η γωνία ύψους του ηλίου (β) αφορά στη γωνία που σχηματίζει ο ήλιος από το οριζόντιο επίπεδο.



4. **Άμεση φωτεινότητα ηλίου**
   Output:Variable,,Exterior Beam Normal Illuminance,hourly; !- Zone Average [lux]*
   Η άμεση φωτεινότητα του ηλίου στην επιφάνεια της γης, μετρούμενη σε lux (lumens/w^2).

5. **Άμεση φωτεινότητα ηλίου σε οριζόντιο επίπεδο**

Output:Variable,,Exterior Horizontal Beam Illuminance,hourly; !- Zone Average [lux]*

Η άμεση φωτεινότητα του ηλίου σε ένα ανεμπόδιστο οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης. Ισοδυναμεί με το γινόμενο του μεγέθους ‘’άμεση φωτεινότητα του ήλιου’’(exterior beam normal illuminance) επί το συνημίτονο του ηλιακού υψομέτρου.

6. **Φωτεινότητα από την ηλιακή ακτινοβολία**

Output:Variable,,Exterior Horizontal Illuminance From Sky,hourly; !- Zone Average [lux]*

Η φωτεινότητα από την ηλιακή ακτινοβολία σε ένα ανεμπόδιστο οριζόντιο επίπεδο στην επιφάνεια της γης. Η συνολική εξωτερική φωτεινότητα είναι το άθροισμα σε οριζόντιο επίπεδο της ‘εξωτερικής ορίζοντιας άμεσης φωτεινότητας’ και της ‘εξωτερικής οριζόντιας φωτεινότητας από τον ουρανό’.

7. **Φωτεινή αποτελεσματικότητα από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία**

Output:Variable,,Luminous Efficacy of Beam Solar Radiation,hourly; !- Zone Average [lum/W]*

Η φωτεινή αποτελεσματικότητα από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί μέτρο της περιεκτικότητας ορατού φωτός της άμεσης ακτινοβολίας και ισοδυναμεί με τον αριθμό lumens / watt της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας. Εξαρτάται από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες (υγρασία, νεφώσεις κ.ά) και το ηλιακό υψόμετρο.

8. **Περιεκτικότητα ορατού φωτός στη διάχυτη ακτινοβολία**

Output:Variable,,Luminous Efficacy of Sky Diffuse Solar Radiation,hourly; !- Zone Average [lum/W]*

Το μέτρο της περιεκτικότητας ορατού φωτός της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας , ισοδυναμεί με τον αριθμό lumens/watt της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας.

9. **Καθαρότητα ουρανού**

Output:Variable,,Sky Clearness for Daylighting Calculation,hourly; !- Zone Average []*

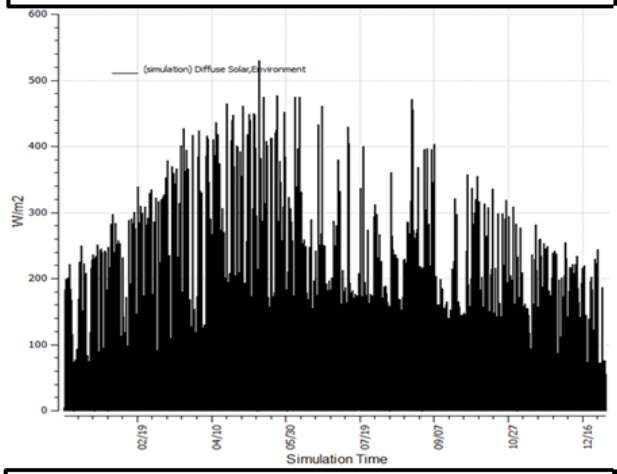
Ένας από τους παράγοντες που χρησιμοποιούνται για να καθορίσει τον τύπο του ουρανού και την φωτεινή απόδοση της ηλιακής ακτινοβολίας . Καθαρότητα του ουρανού κοντά στο 1 αντιστοιχεί σε νεφοσκεπή ουρανό, ενώ καθαρότητα ουρανού > 6 αντιστοιχεί σε καθαρό ουρανό.

10. **Λαμπρότητα ουρανού**

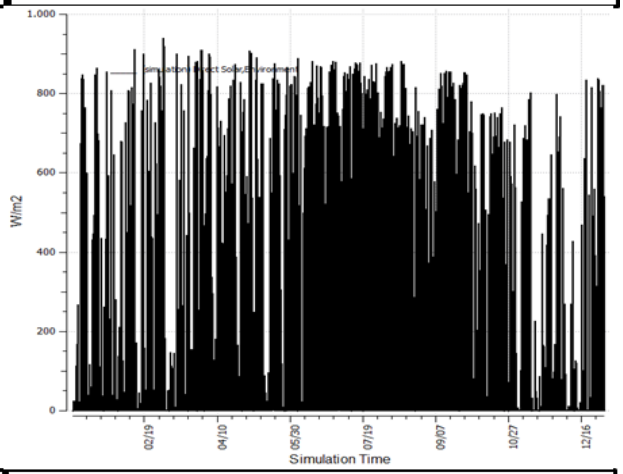
Output:Variable,,Sky Brightness for Daylighting Calculation,hourly; !- Zone Average []*

Άλλος ένας παράγοντας που χρησιμοποιείται για να καθορίσει τον τύπο του ουρανού και την φωτεινή απόδοση της ηλιακής ακτινοβολίας.

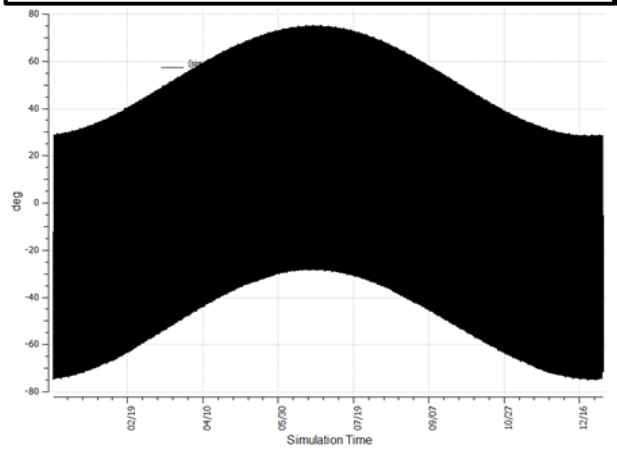
Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία



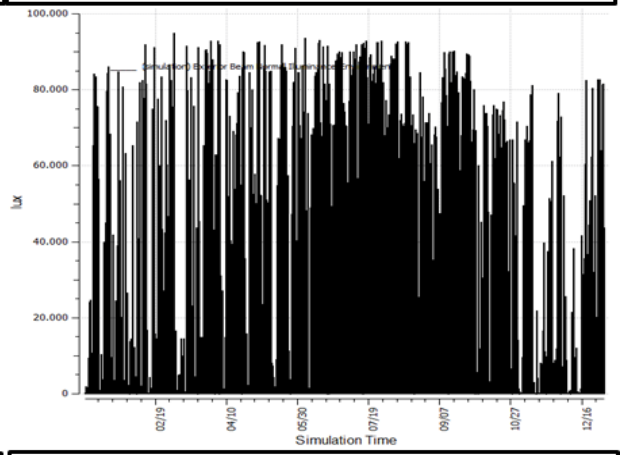
Άμεση ηλιακή ακτινοβολία



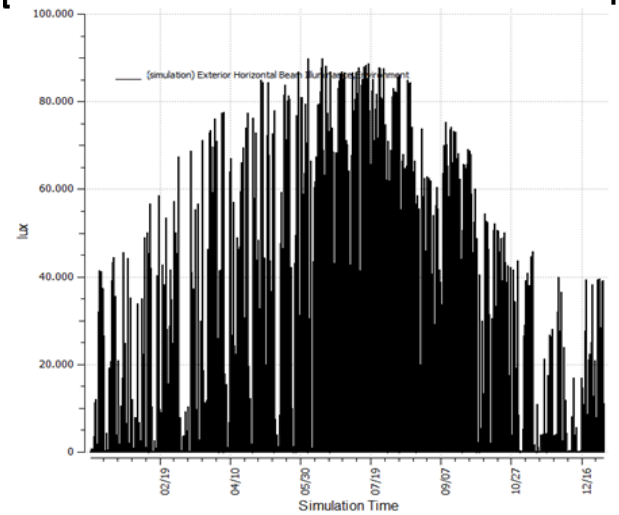
Γωνία ύψους του ήλιου



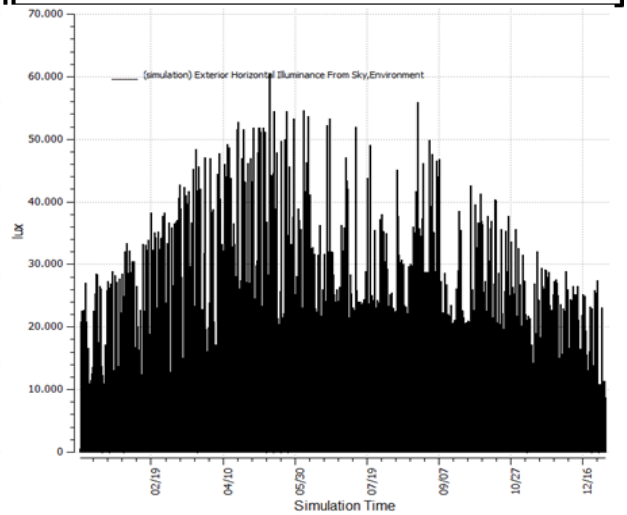
Άμεση φωτεινότητα ηλίου



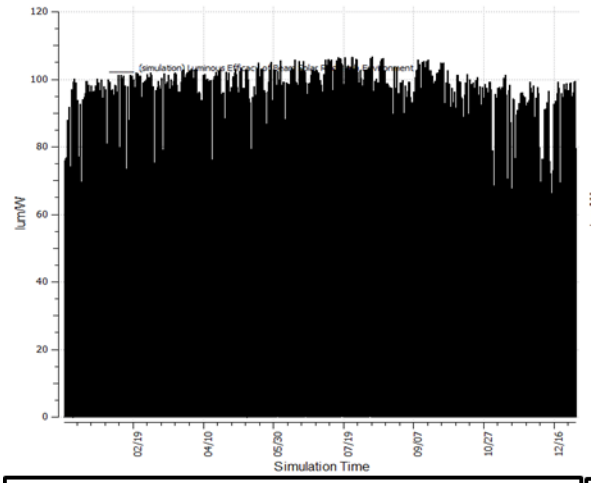
Άμεση φωτεινότητα ηλίου σε οριζ.επίπεδου



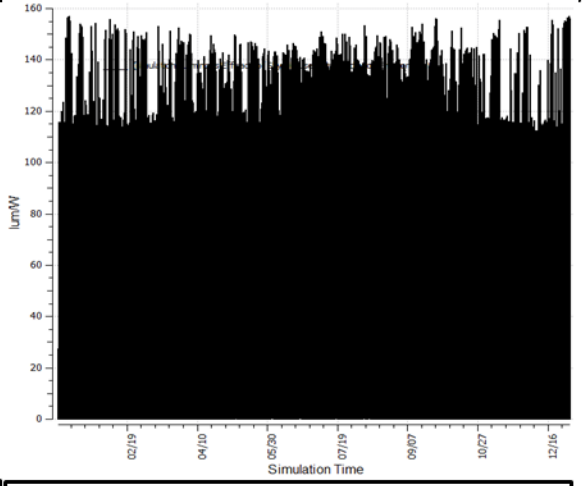
Φωτεινότητα από την ηλιακή ακτινοβολία



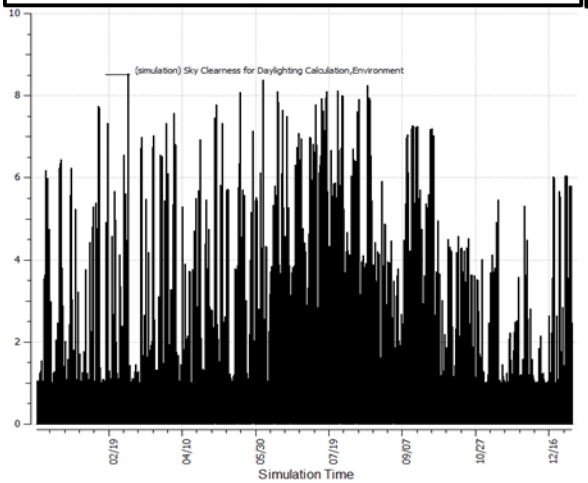
Φωτεινότητα αποτελεσματικότητα από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία



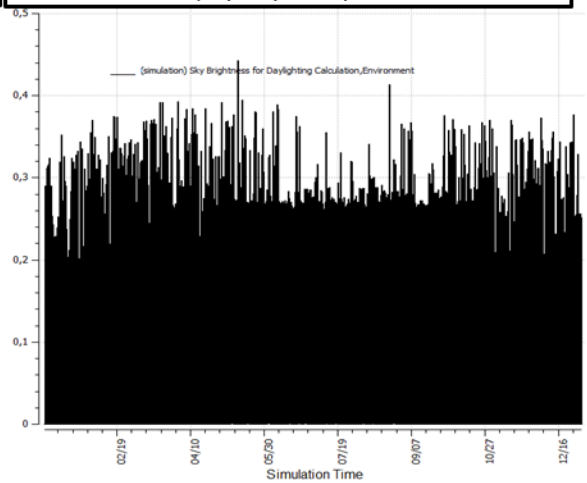
Άμεση ηλιακή ακτινοβολία



Καθαρότητα ουρανού



Λαμπρότητα ουρανού



9.2 Μεταβλητές εξόδου σχετικά με τις θερμικές ζώνες

Σχετικά με τις θερμικές ζώνες – εξωτερικές επιφάνειες (προσόψεις) θαλάμων νοσηλείας

Οι μεταβλητές που εξετάζονται είναι οι εξής :

[1] Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία ανά θερμική ζώνη (Zone Transmitted Solar)
Output:Variable,,Zone Transmitted Solar,hourly; !- Zone Average [W]*

Η συνολική ηλιακή ακτινοβολία που διαβιβάζεται απ' όλα τα εξωτερικά παράθυρα σε μια ζώνη.

[2] Άμεση ηλιακή ακτινοβολία ανά θερμική ζώνη (Zone Beam Solar from Exterior Windows)
Output:Variable,,Zone Beam Solar from Exterior Windows,hourly; !- Zone Average [W]*

Το άθροισμα της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας απ' όλα τα εξωτερικά παράθυρα σε μια ζώνη.

[3] Θερμικά κέρδη ανά θερμική ζώνη (Zone Window Heat Gain)
Output:Variable,,Zone Window Heat Gain,hourly; !- Zone Average [W]*

Το άθροισμα της ροής θερμότητας από το σύνολο των εξωτερικών παραθύρων σε μία ζώνη, όταν το άθροισμα αυτό είναι θετικό.

[4] Θερμικές απώλειες ανά θερμική ζώνη (Zone Window Heat Loss)
Output:Variable,,Zone Window Heat Loss,hourly; !- Zone Average [W]*

Η απόλυτη τιμή του αθροίσματος της ροής θερμότητας από το σύνολο των εξωτερικών παραθύρων σε μία ζώνη, όταν το άθροισμα αυτό είναι αρνητικό.

[5] Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία (Surface Ext Sunlit Fraction)
Output:Variable,,Surface Ext Sunlit Fraction,hourly; !- Zone Average []*

Το κλάσμα του εξωτερικού χώρου της εξωτερικής επιφάνειας που φωτίζεται από (μη ανακλώμενη) άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Ισούται με την Surface Ext Sunlit Area διαιρεμένη με τη συνολική έκταση επιφάνειας.

[6] Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (Surface Ext Solar Incident)
Output:Variable,,Surface Ext Solar Incident,hourly; !- Zone Average [W/m2]*

Η συνολική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μία εξωτερική επιφάνεια είναι το άθροισμα των : Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική επιφάνεια, Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική επιφάνεια, Διάχυτα ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία από το έδαφος, Διάχυτα και άμεσα ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία από εμπόδια.

[7] Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (Surface Ext Solar Beam Incident)
Output:Variable,,Surface Ext Solar Beam Incident,hourly; !- Zone Average [W/m2]*

Η άμεση ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια εξωτερική επιφάνεια , συμπεριλαμβανομένων των επιδράσεων της σκίασης εάν υπάρχει.

[8] Διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (Surface Ext Solar Sky Diffuse Incident)
Output:Variable,,Surface Ext Solar Sky Diffuse Incident,hourly; !- Zone Average [W/m2]*

Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια εξωτερική επιφάνεια , συμπεριλαμβανομένων των επιδράσεων της σκίασης εάν υπάρχει

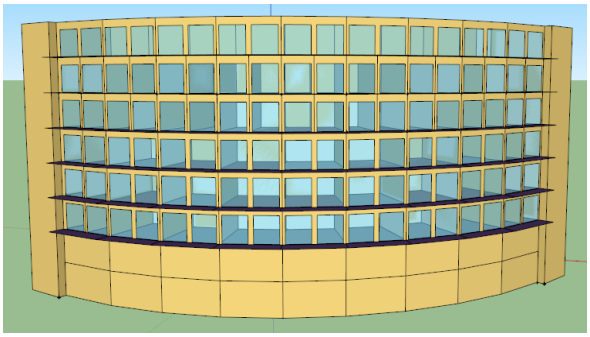
[9] Διάχυτη ανακλώμενη ακτινοβολία λόγω εμποδίων (Surface Ext Solar From Sky Diffuse Refl From Obstructions Incident)
Output:Variable,,Surface Ext Solar From Sky Diffuse Refl From Obstructions,hourly; !- Zone Average [W/m2]*

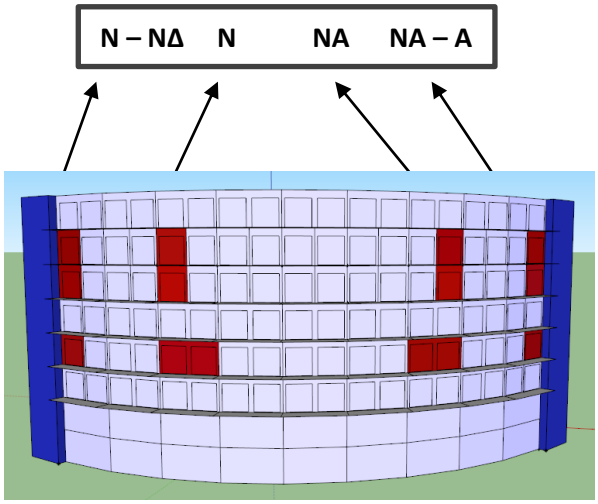
Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια εξωτερική επιφάνεια και προκύπτει από την διάχυτη ανακλώμενη ακτινοβολία λόγω ενός ή περισσοτέρων εμποδίων

[10] Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη (Surface Outside Face Solar Radiation Heat Gain Rate per Area)
Output:Variable,,Surface Outside Face Solar Radiation Heat Gain Rate per Area,hourly; !- Zone Average [W/m2]*

Περιγράφει τη θερμότητα που μεταφέρεται από την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη. Είναι το αποτέλεσμα της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από την εξωτερική επιφάνεια. Οι τιμές είναι πάντα θετικές.

Παρατίθενται στη συνέχεια αναλυτικά τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων για τον 3^{ο} όροφο του μοντέλου και για 4 προσανατολισμούς (Ν – ΝΔ, Ν, ΝΑ, ΝΑ – Α και βόρειο).



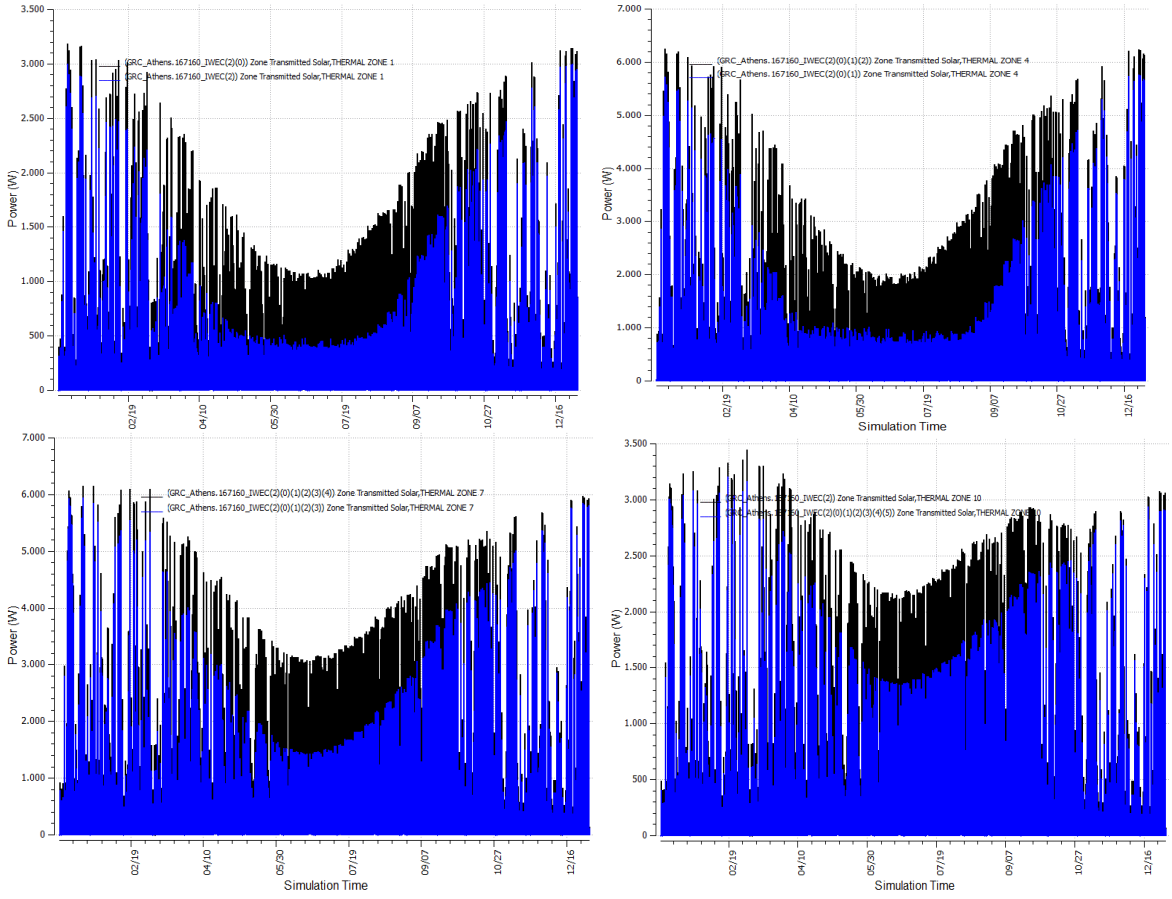


Σύγκριση αποτελεσμάτων χωρίς – με μπαλκόνι

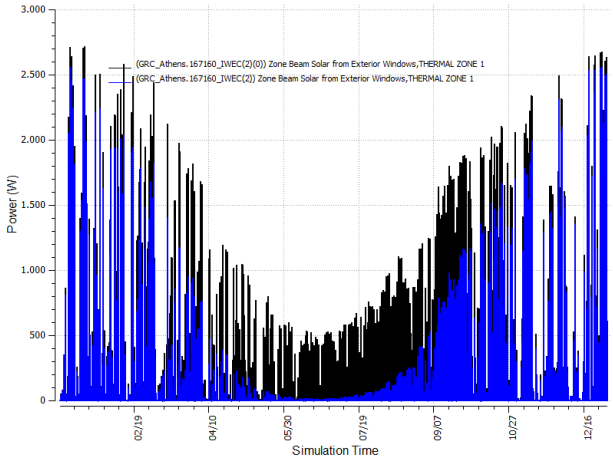
3^{ος} όροφος

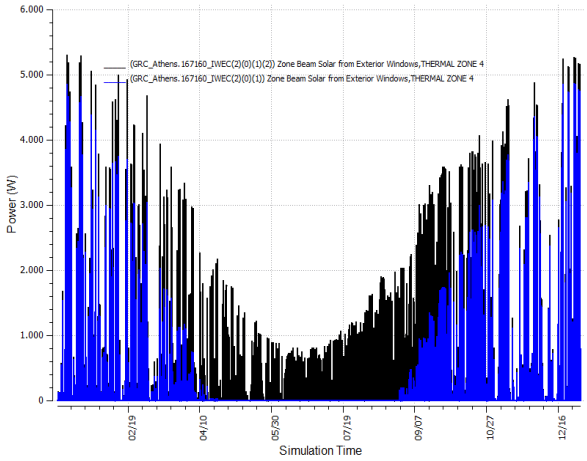
Ο Ν-ΝΔ προσανατολισμός αντιστοιχεί στη θερμική ζώνη 1 (Surface 287: πρόσοψη θαλάμου), ο Νότιος προσανατολισμός στη θερμική ζώνη 4 (Surface 262: πρόσοψη θαλάμου), ο Νοτιοανατολικός στη θερμική ζώνη 7 (Surface 298: πρόσοψη θαλάμου) και ο ΝΑ – Α στη θερμική ζώνη 10 (Surface 363: πρόσοψη θαλάμου).

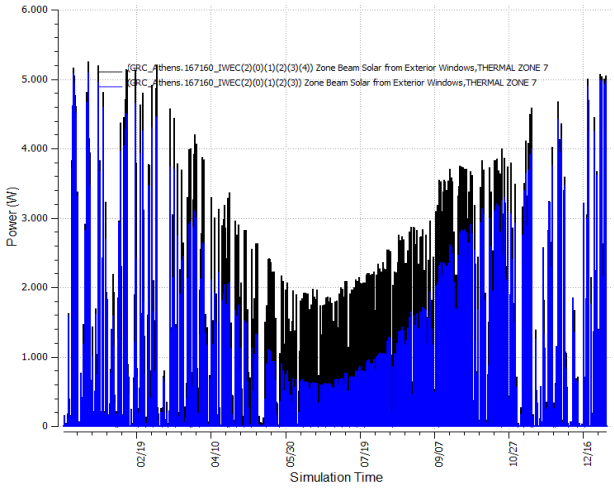
[1] Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία ανά θερμική ζώνη

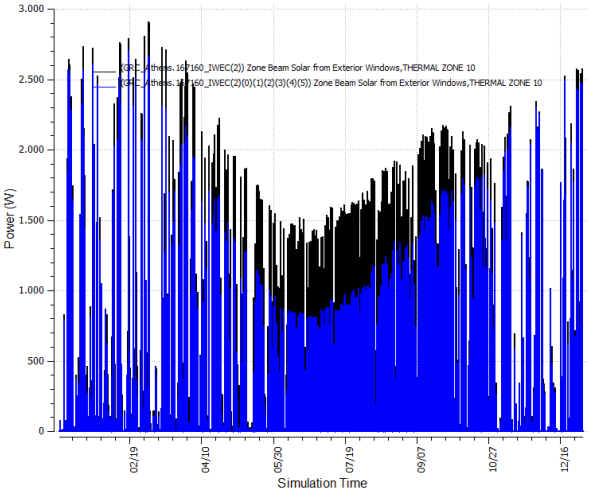


[2] Άμεση ηλιακή ακτινοβολία ανά θερμική ζώνη

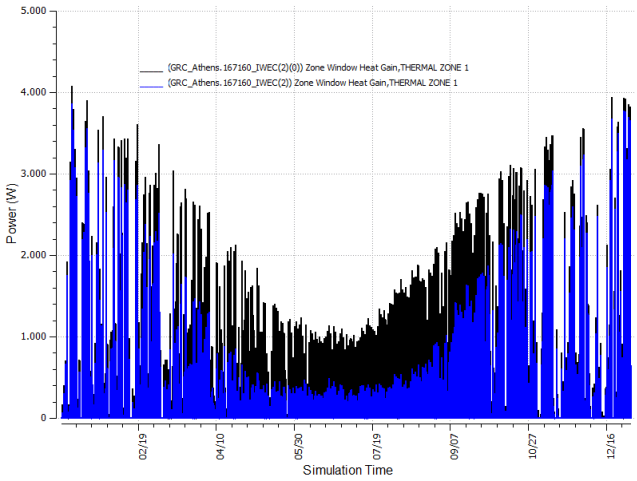


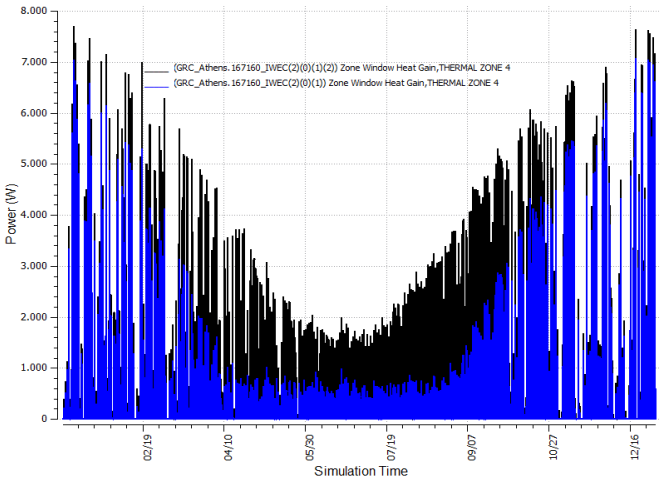


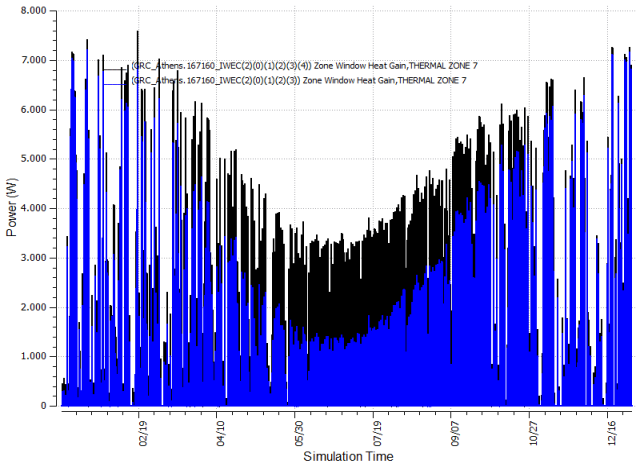


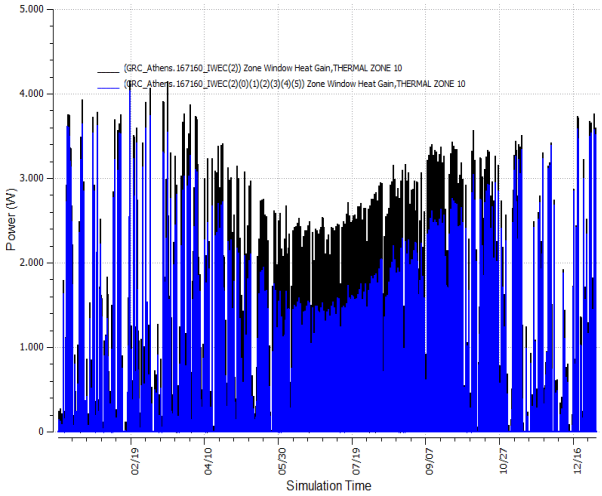


[3] Θερμικά κέρδη ανά θερμική ζώνη

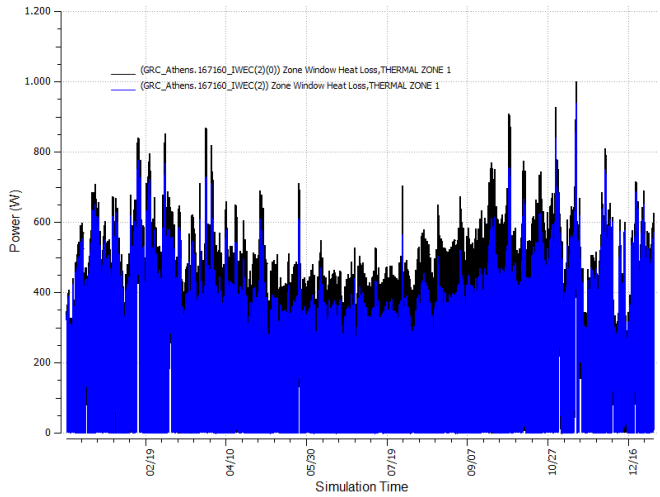


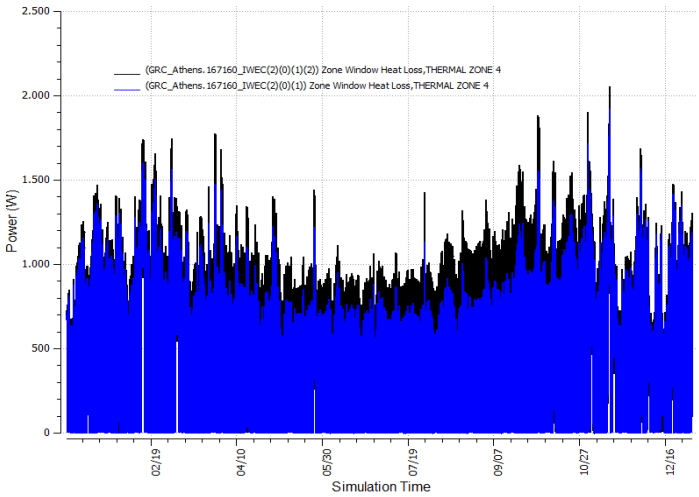


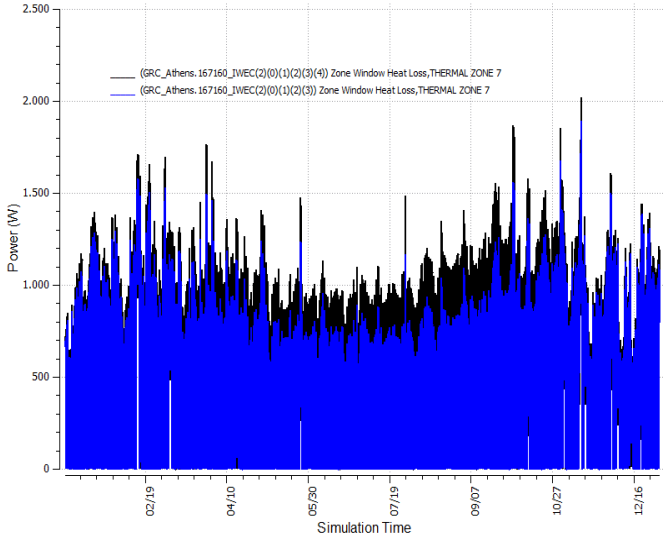


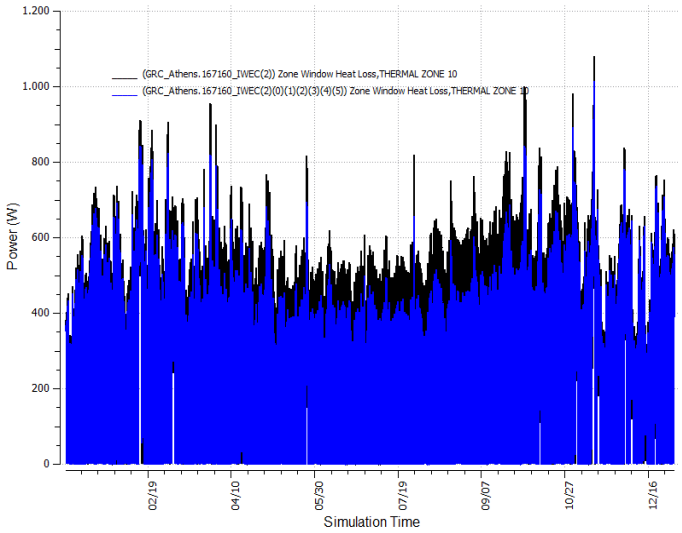


[4] Θερμικές απώλειες ανά θερμική ζώνη

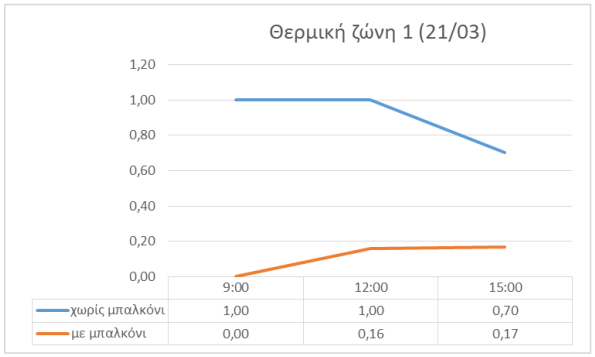


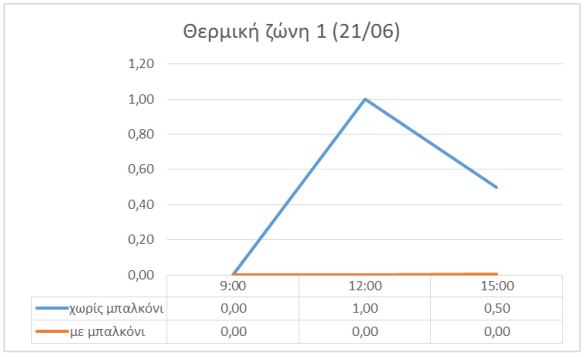


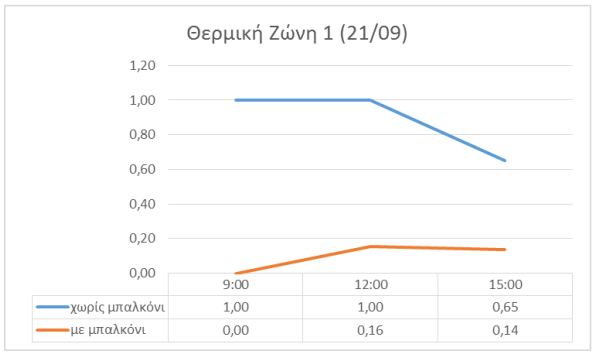


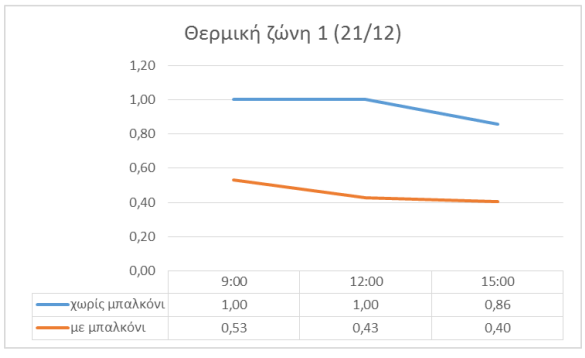


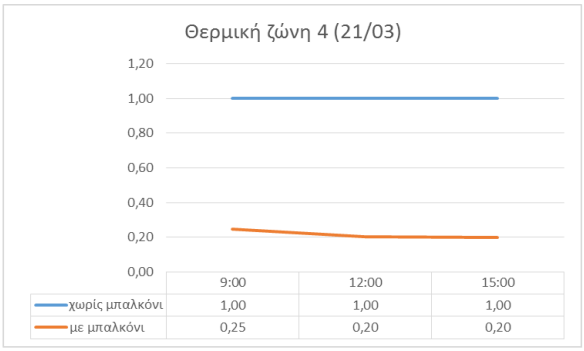
[5] Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία

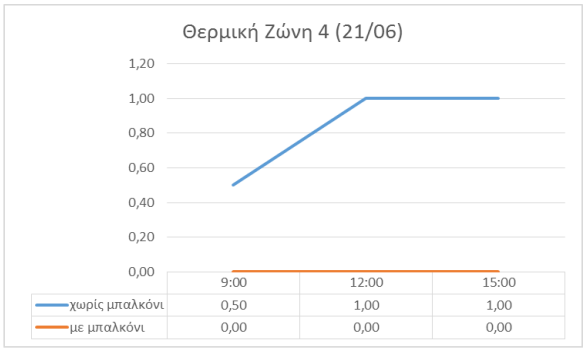


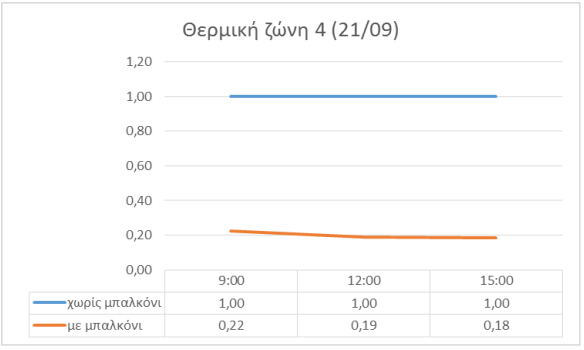


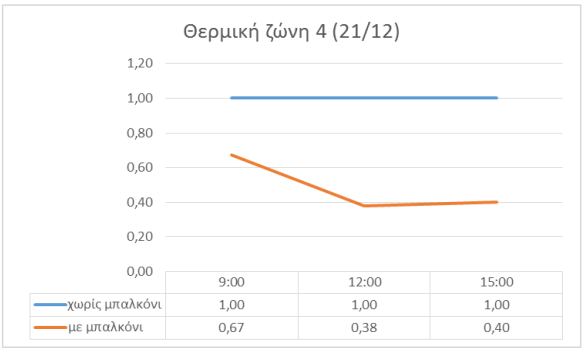


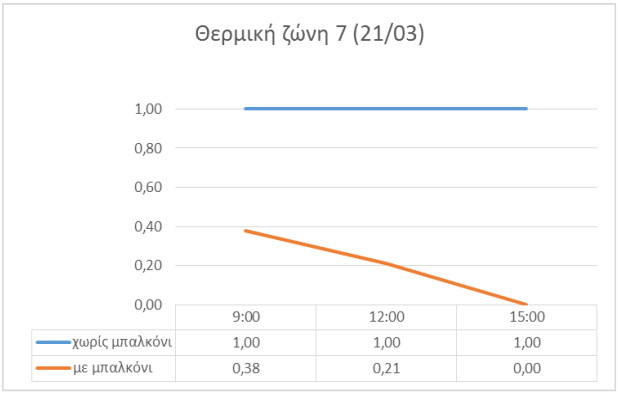


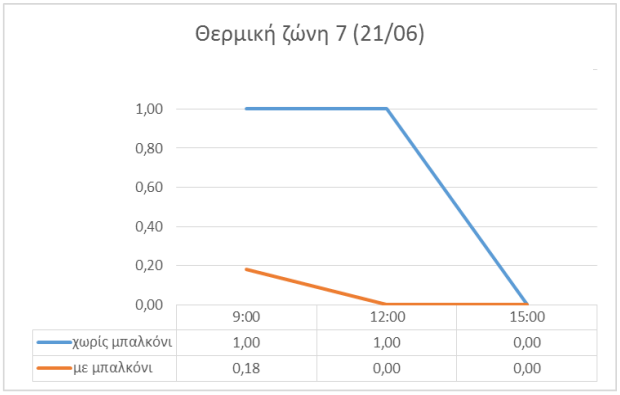


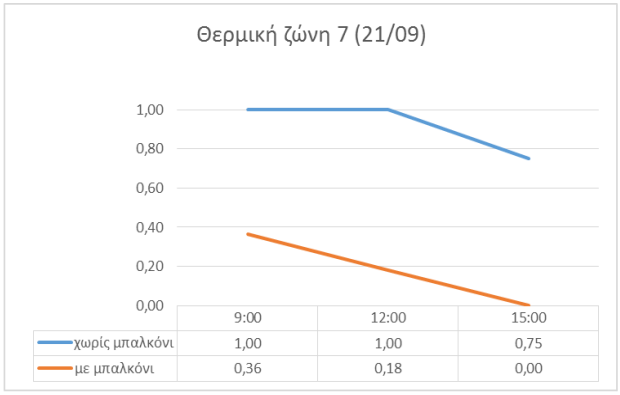


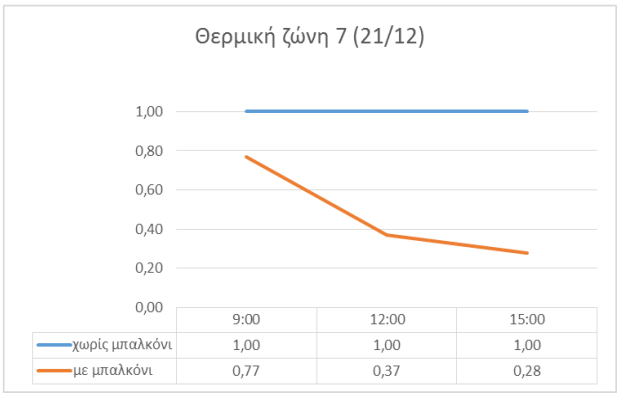


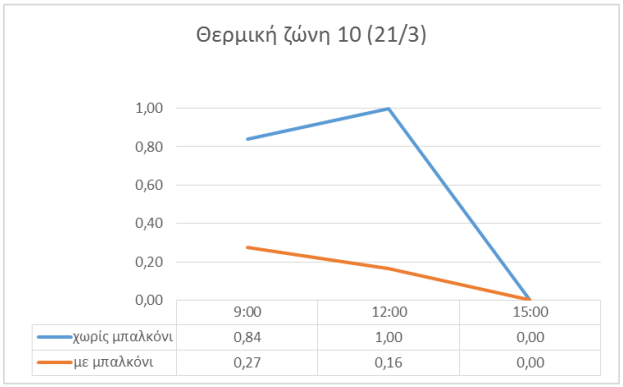


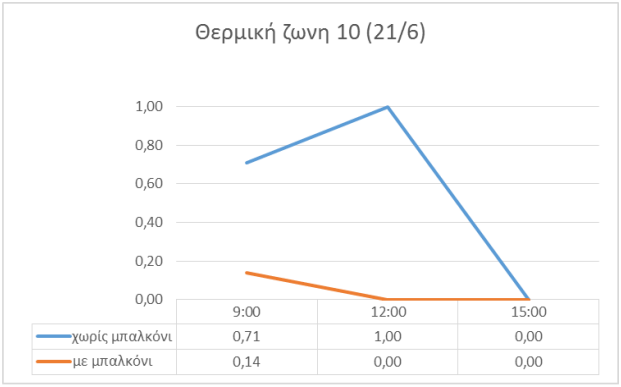

Θερμική ζώνη 7 (21/03)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 1,00
με μπαλκόνι 0,38 0,21 0,00

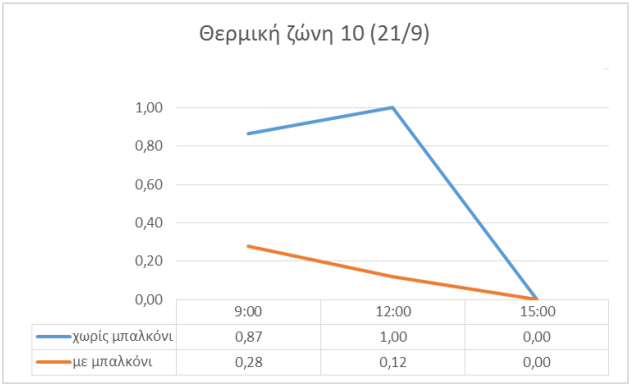

Θερμική ζώνη 7 (21/06)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 0,00
με μπαλκόνι 0,18 0,00 0,00

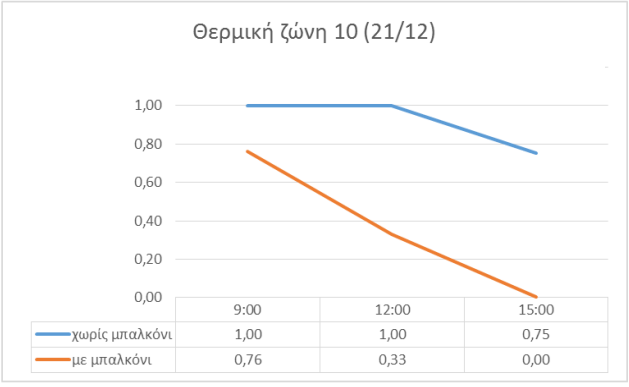

Θερμική ζώνη 7 (21/09)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 0,75
με μπαλκόνι 0,36 0,18 0,00


Θερμική ζώνη 7 (21/12)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 1,00
με μπαλκόνι 0,77 0,37 0,28


Θερμική ζώνη 10 (21/3)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 0,84 1,00 0,00
με μπαλκόνι 0,27 0,16 0,00

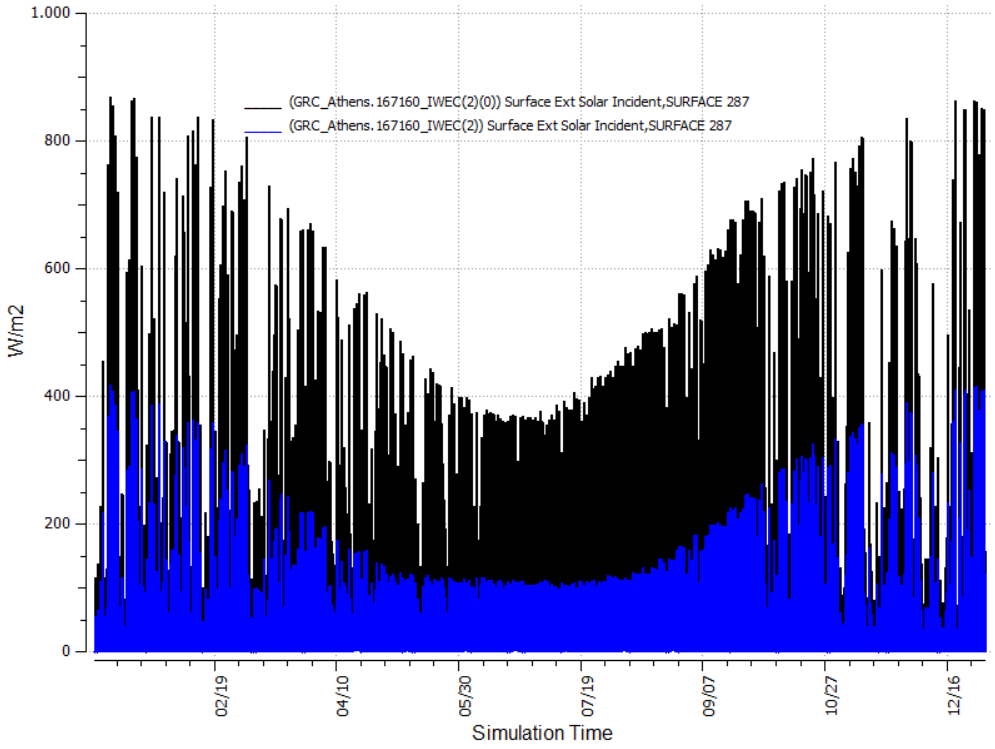

Θερμική ζωνη 10 (21/6)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 0,71 1,00 0,00
με μπαλκόνι 0,14 0,00 0,00

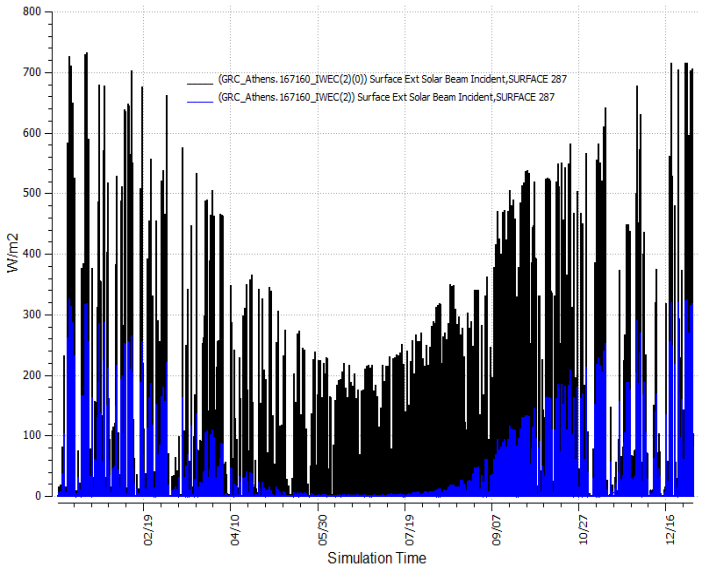

Θερμική ζώνη 10 (21/9)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 0,87 1,00 0,00
με μπαλκόνι 0,28 0,12 0,00

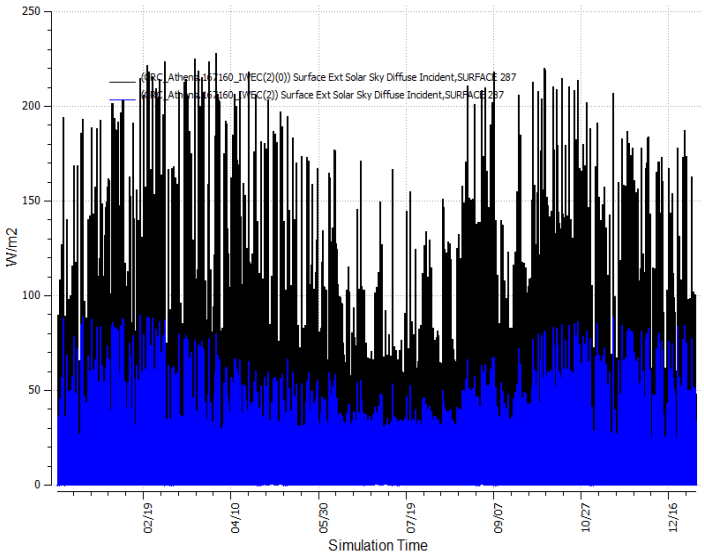

Θερμική ζώνη 10 (21/12)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 0,75
με μπαλκόνι 0,76 0,33 0,00

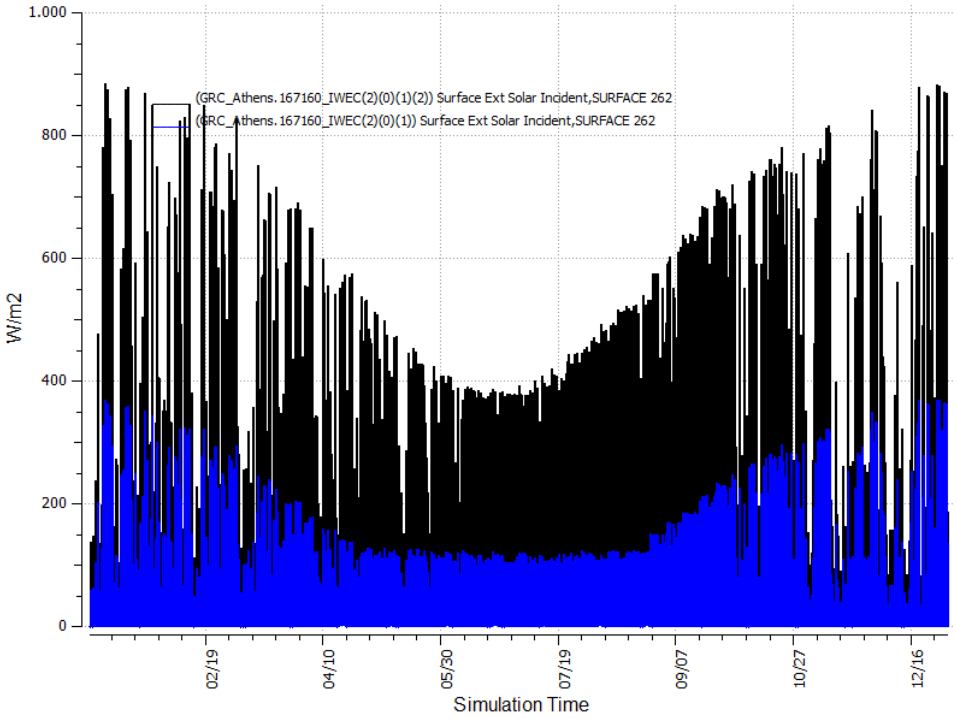
[6] Συνολική προσπίπτουσα ακτινοβολία

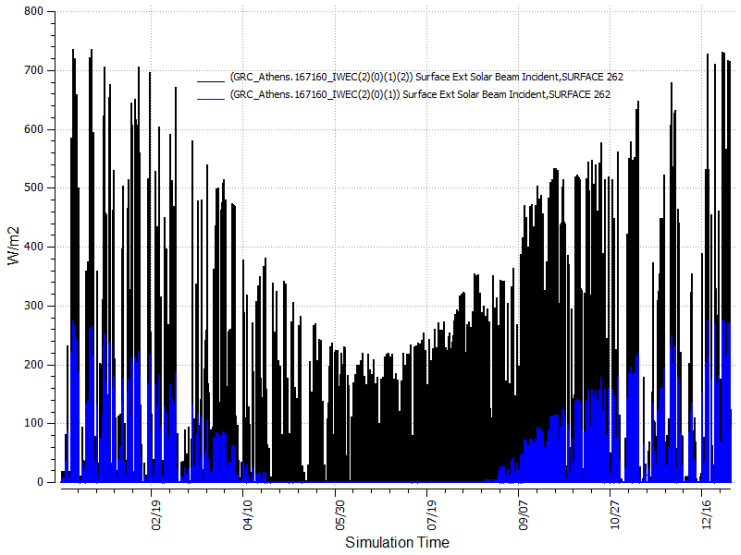
- **[7] Άμεση προσπίπτουσα ακτινοβολία**
- **[8] Διάχυτη προσπίπτουσα ακτινοβολία**

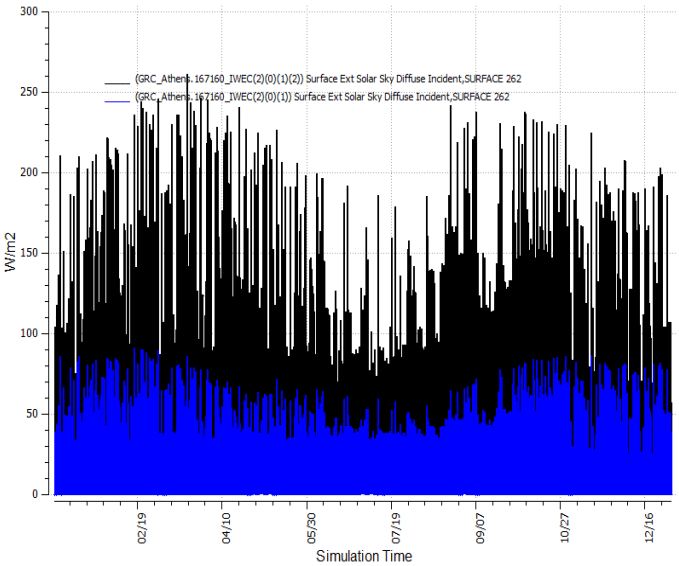


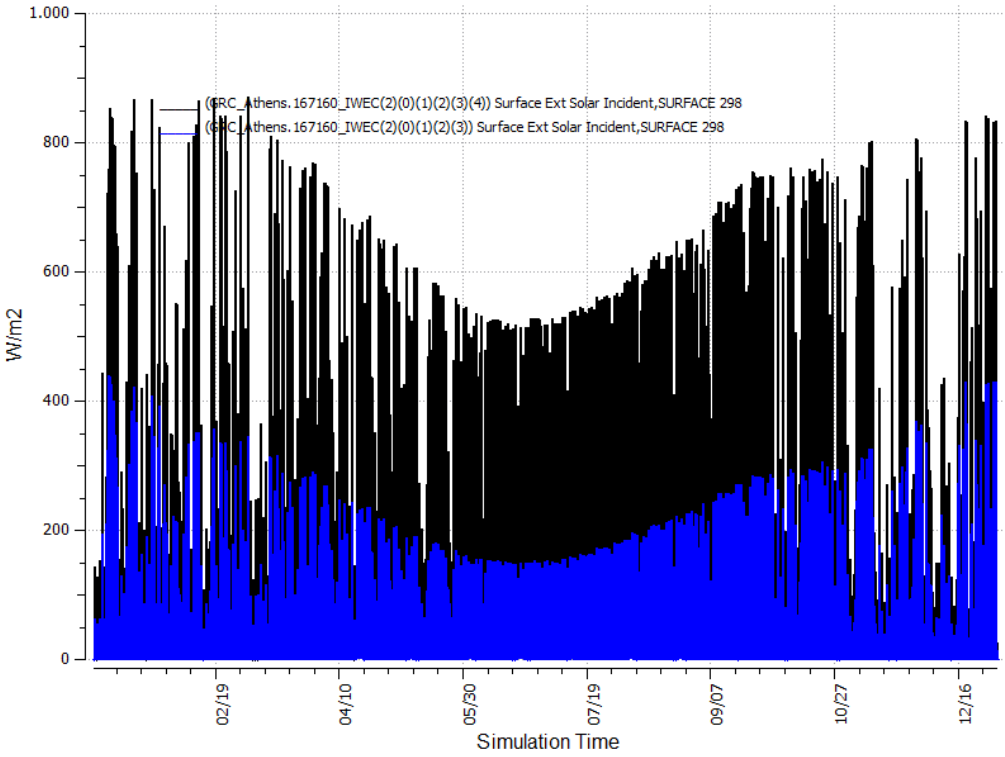


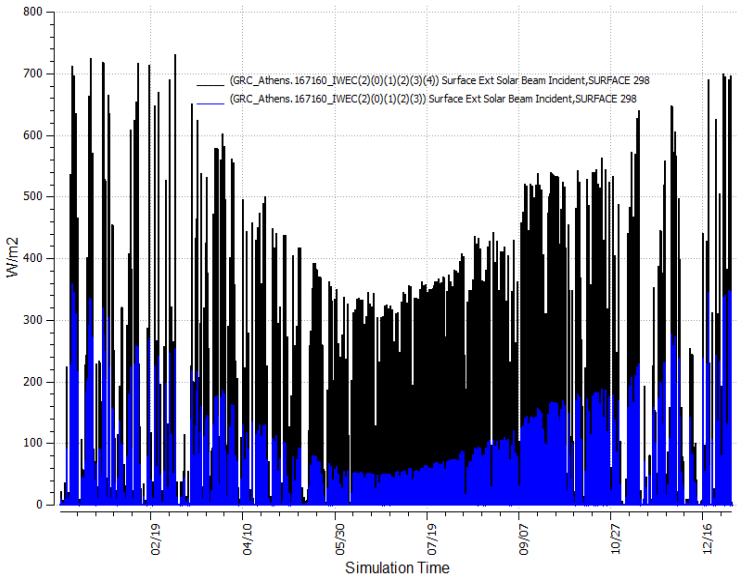


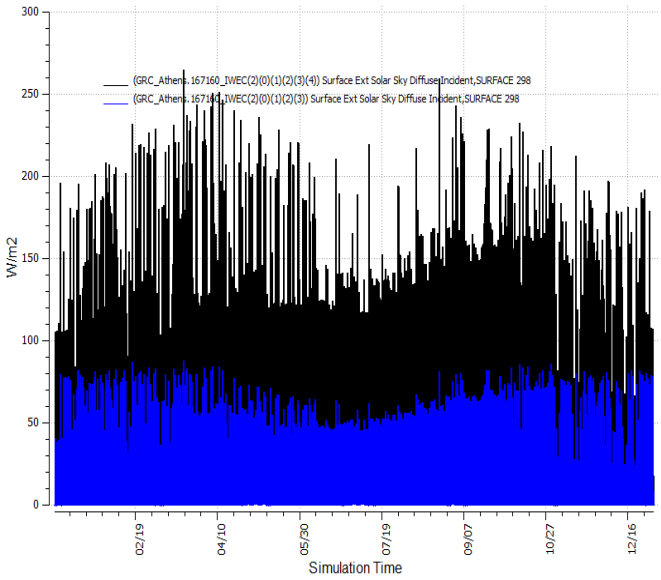

(GRC_Athens.167160_IWEC(2)(0)(1)(2)) Surface Ext Solar Incident,SURFACE 262
(GRC_Athens.167160_IWEC(2)(0)(1)) Surface Ext Solar Incident,SURFACE 262
W/m2
1.000
800
600
400
200
0
02/19
04/10
05/30
07/19
09/07
10/27
12/16
Simulation Time

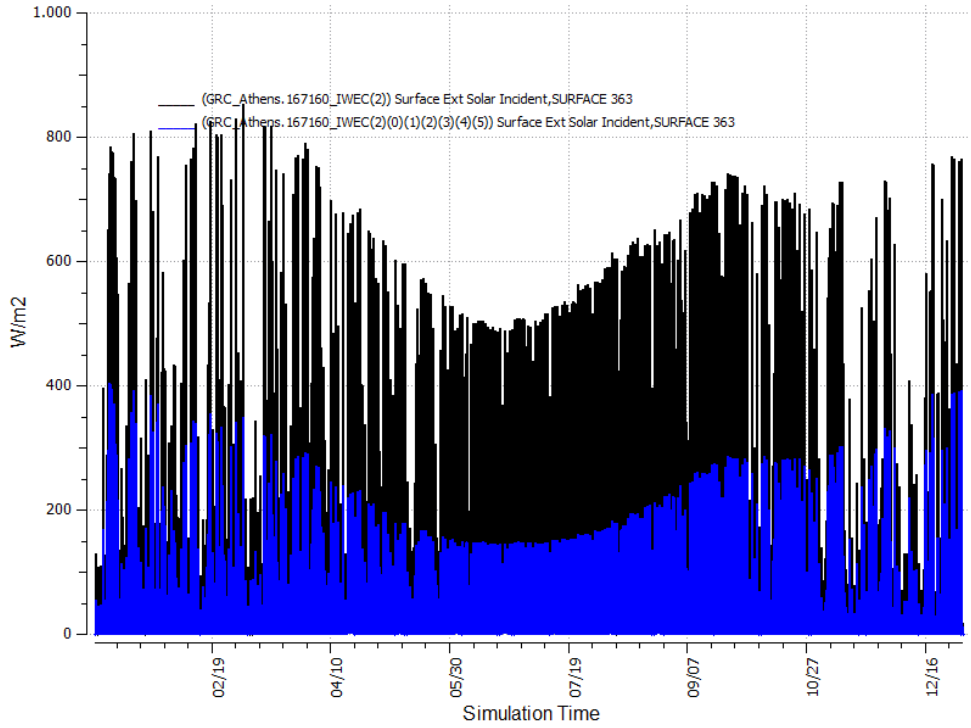

(GRC_Athens.167160_IWEC(2)(0)(1)(2)) Surface Ext Solar Beam Incident,SURFACE 262
(GRC_Athens.167160_IWEC(2)(0)(1)) Surface Ext Solar Beam Incident,SURFACE 262
W/m2
800
700
600
500
400
300
200
100
0
02/19
04/10
05/30
07/19
09/07
10/27
12/16
Simulation Time

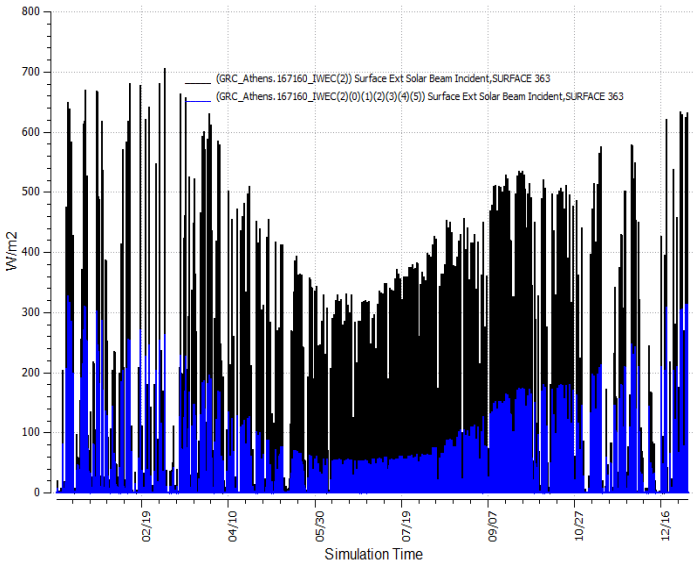

(GRC_Athens.167160_IWEC(2)(0)(1)(2)) Surface Ext Solar Sky Diffuse Incident,SURFACE 262
(GRC_Athens.167160_IWEC(2)(0)(1)) Surface Ext Solar Sky Diffuse Incident,SURFACE 262
W/m2
300
250
200
150
100
50
0
02/19
04/10
05/30
07/19
09/07
10/27
12/16
Simulation Time

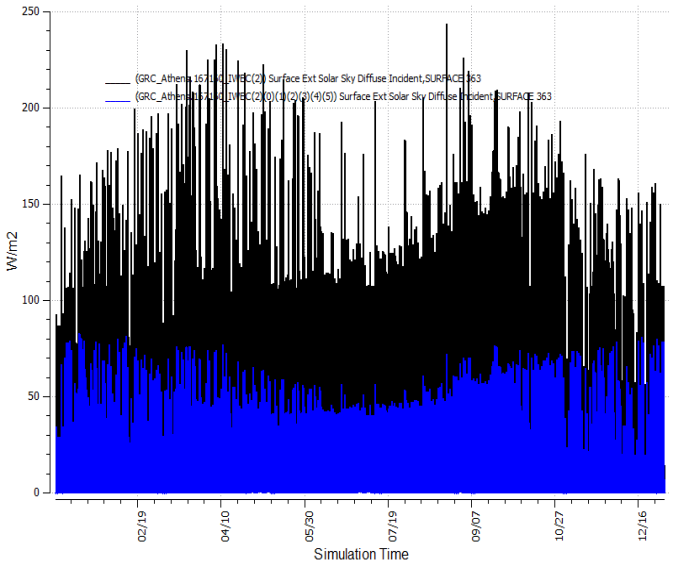

(GRC_Athens.167160_IWEC(2)(0)(1)(2)(3)(4)) Surface Ext Solar Incident,SURFACE 298
(GRC_Athens.167160_IWEC(2)(0)(1)(2)(3)) Surface Ext Solar Incident,SURFACE 298
W/m2
1.000
800
600
400
200
0
02/19
04/10
05/30
07/19
09/07
10/27
12/16
Simulation Time


(GRC_Athens.167160_IWEC(2)(0)(1)(2)(3)(4)) Surface Ext Solar Beam Incident,SURFACE 298
(GRC_Athens.167160_IWEC(2)(0)(1)(2)(3)) Surface Ext Solar Beam Incident,SURFACE 298
W/m2
800
700
600
500
400
300
200
100
0
02/19
04/10
05/30
07/19
09/07
10/27
12/16
Simulation Time

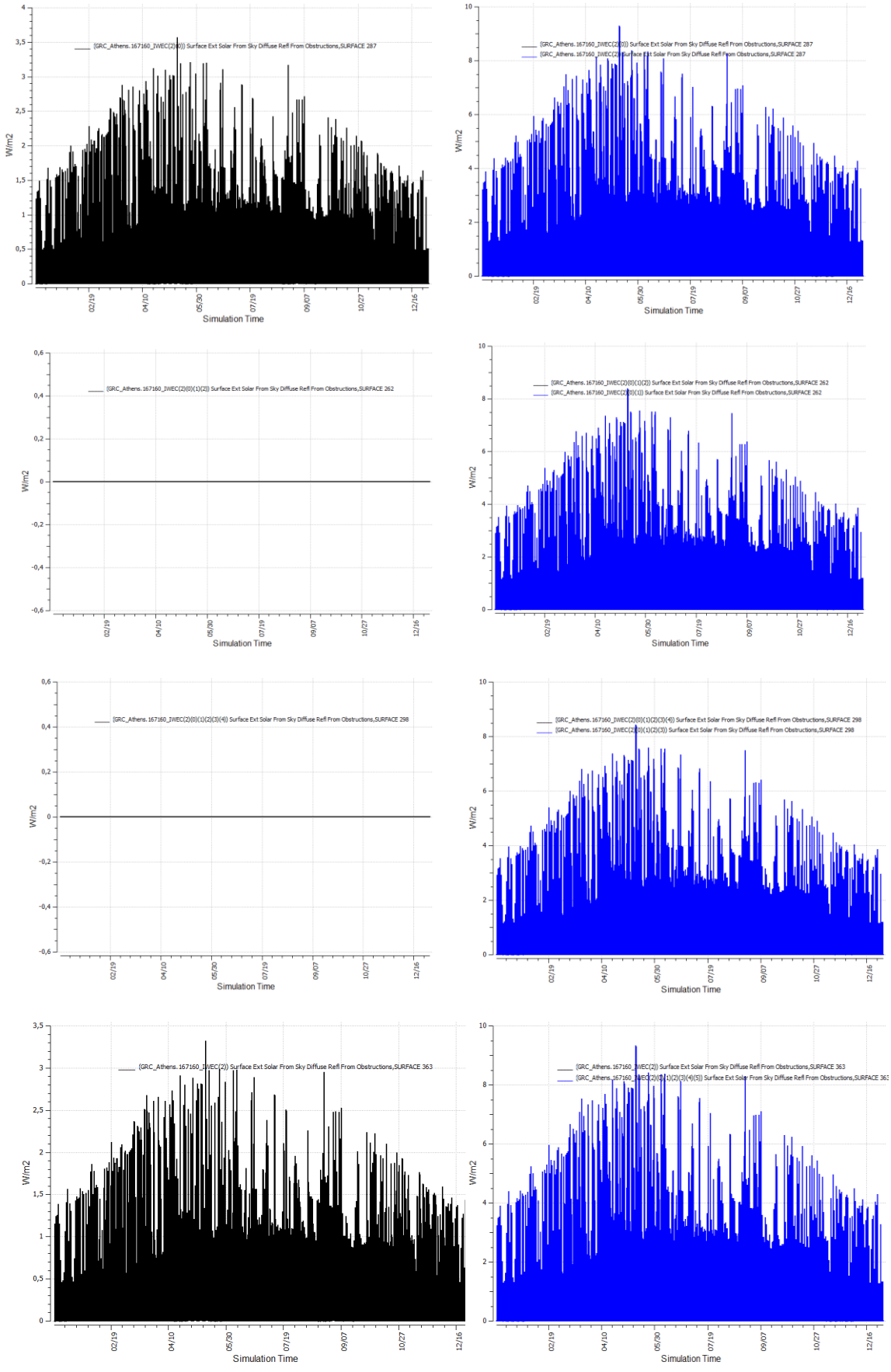

(GRC_Athens.167160_IWEC(2)(0)(1)(2)(3)(4)) Surface Ext Solar Sky Diffuse Incident,SURFACE 298
(GRC_Athens.167160_IWEC(2)(0)(1)(2)(3)) Surface Ext Solar Sky Diffuse Incident,SURFACE 298
W/m2
300
250
200
150
100
50
0
02/19
04/10
05/30
07/19
09/07
10/27
12/16
Simulation Time


(GRC_Athens.167160_IWEC(2)) Surface Ext Solar Incident,SURFACE 363
(GRC_Athens.167160_IWEC(2)(0)(1)(2)(3)(4)(5)) Surface Ext Solar Incident,SURFACE 363
W/m2
Simulation Time

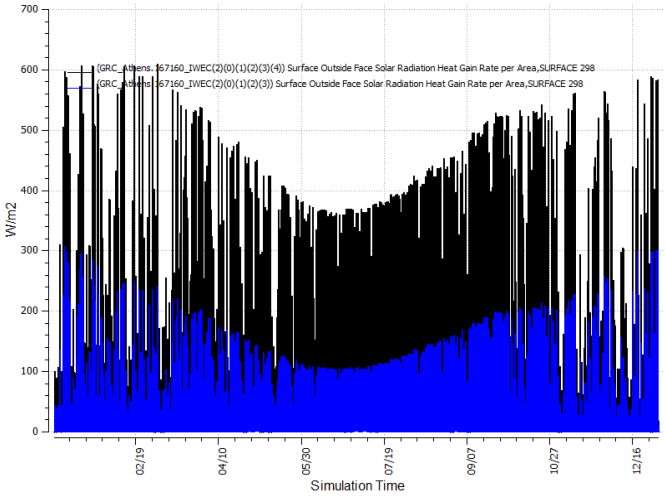

(GRC_Athens.167160_IWEC(2)) Surface Ext Solar Beam Incident,SURFACE 363
(GRC_Athens.167160_IWEC(2)(0)(1)(2)(3)(4)(5)) Surface Ext Solar Beam Incident,SURFACE 363
W/m2
Simulation Time

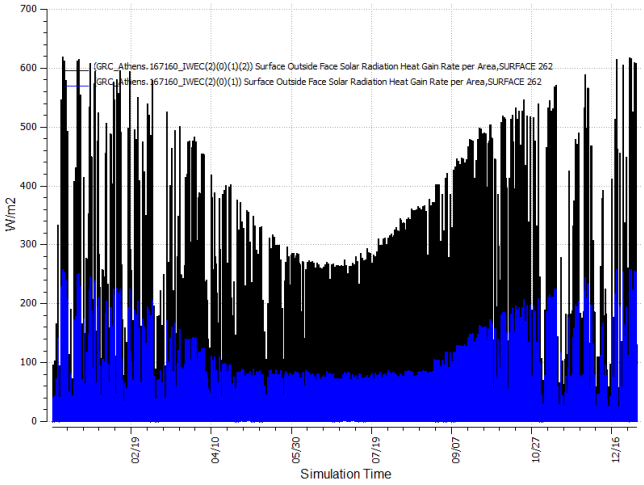

W/m2
Simulation Time

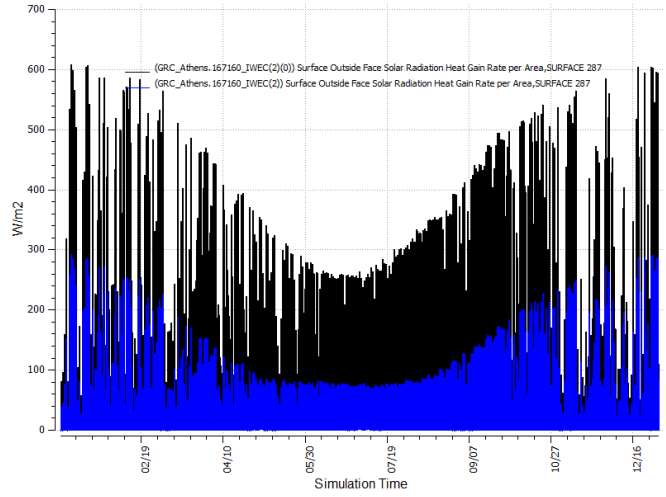
[9] Διάχυτη ανακλώμενη ακτινοβολία λόγω εμποδίων

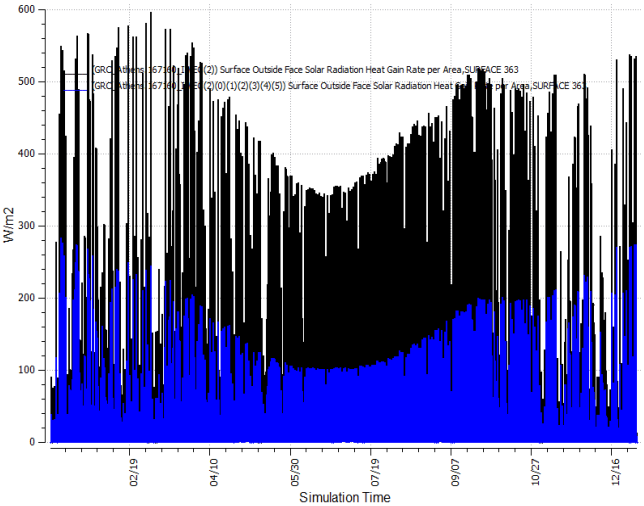


[10] Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη









10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων για τις μεταβλητές που έχουμε ορίσει κατά προσανατολισμό καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα :

[1] Ως προς την ηλιακή ενέργεια που διαβιβάζεται από τα παράθυρα στις αντίστοιχες θερμικές ζώνες, παρατηρούμε σύμφωνα με τα αναλυτικά αποτελέσματα στους πίνακες Excel, ότι η ύπαρξη οριζόντιας σκίασης (την οποία παρέχει το μπαλκόνι στην περίπτωση μας) παίζει καθοριστικό ρόλο. Για τις δεδομένες κατευθύνσεις των θαλάμων νοσηλείας που εξετάζονται , η ύπαρξη του μπαλκονιού μειώνει κατά περίπτωση σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% την ενέργεια σε W λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας που μεταφέρεται στο εσωτερικό των θαλάμων νοσηλείας.

Πίνακας 10.1 Διαβιβαζόμενη ηλιακή ενέργεια μέσω παραθύρων, Προσανατολισμός Ν - ΝΔ

Zone Transmitted Solar[W]	Thermal Zone 1		Thermal Zone 2		Thermal Zone 3	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	357,8	230,4	441,9	281,0	360,3	231,6
03/21 12:00:00	1948,2	833,4	2394,5	1025,6	1950,2	838,6
03/21 15:00:00	2419,8	1591,4	2923,4	1928,2	2421,3	1596,2
06/21 09:00:00	440,3	339,9	540,2	414,3	445,9	341,5
06/21 12:00:00	859,0	475,7	1068,7	581,6	865,6	479,3
06/21 15:00:00	865,3	392,0	1094,2	483,8	867,7	397,2
09/21 09:00:00	415,7	252,0	515,3	307,4	418,3	253,3
09/21 12:00:00	1638,3	766,7	2007,3	939,1	1643,1	770,8
09/21 15:00:00	1952,1	1311,5	2366,0	1592,7	1955,0	1315,3
12/21 09:00:00	205,1	180,1	252,7	221,7	206,1	180,4
12/21 12:00:00	1560,8	1366,6	1879,6	1645,0	1563,8	1368,5
12/21 15:00:00	1647,3	1601,2	1975,3	1919,2	1649,4	1602,8

Πίνακας 10.2 Διαβιβαζόμενη ηλιακή ενέργεια μέσω παραθύρων, Προσανατολισμός Νότιος

Zone Transmitted Solar[W]	Thermal Zone 4		Thermal Zone 5		Thermal Zone 6	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	1346,1	896,5	839,9	527,8	676,2	427,0
03/21 12:00:00	4584,4	2458,9	2783,8	1494,6	2295,0	1233,2
03/21 15:00:00	3634,5	1920,2	2235,4	1201,7	1819,1	981,2
06/21 09:00:00	938,7	694,4	575,9	421,7	474,6	347,5
06/21 12:00:00	1983,9	982,1	1238,0	599,1	1000,2	493,7
06/21 15:00:00	1261,2	709,0	797,7	435,2	633,6	358,8
09/21 09:00:00	1576,8	992,9	985,2	580,8	791,7	469,9
09/21 12:00:00	3648,6	1980,0	2221,4	1206,7	1830,4	994,7
09/21 15:00:00	2919,2	1548,1	1801,4	976,4	1463,1	796,4
12/21 09:00:00	579,9	530,2	352,1	321,1	291,1	265,5
12/21 12:00:00	3347,4	3031,8	2012,6	1821,6	1677,4	1518,5
12/21 15:00:00	2832,5	2682,5	1704,2	1613,9	1418,8	1344,0

Πίνακας 10.3 Διαβιβαζόμενη ηλιακή ενέργεια μέσω παραθύρων, Προσανατολισμός ΝΑ

Zone Transmitted Solar[W]	Thermal Zone 7		Thermal Zone 8		Thermal Zone 9	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	2709,7	2414,1	1633,4	1454,7	1358,0	1209,3
03/21 12:00:00	4737,1	2632,5	2871,1	1591,0	2371,3	1313,3
03/21 15:00:00	1004,2	614,3	635,1	366,0	504,0	301,4
06/21 09:00:00	2097,4	1191,3	1293,4	752,4	1053,9	614,6
06/21 12:00:00	2255,0	1004,5	1404,8	613,1	1135,7	505,1
06/21 15:00:00	872,0	636,9	536,3	387,6	442,1	319,3
09/21 09:00:00	3168,7	2735,4	1908,8	1647,5	1587,7	1370,1
09/21 12:00:00	3577,2	1910,6	2180,3	1159,0	1794,6	954,0
09/21 15:00:00	950,7	667,3	588,6	402,1	478,9	331,3
12/21 09:00:00	775,5	725,1	467,5	436,1	388,8	362,8
12/21 12:00:00	3110,8	2740,4	1873,6	1646,2	1559,1	1369,8
12/21 15:00:00	1289,4	935,0	807,2	558,2	647,2	448,9

Πίνακας 10.4 Διαβιβαζόμενη ηλιακή ενέργεια μέσω παραθύρων, Προσανατολισμός ΝΑ - Α

Zone Transmitted Solar[W]	Thermal Zone 10		Thermal Zone 11		Thermal Zone 12		Thermal Zone 13
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	
03/21 09:00:00	1725,8	1589,3	2073,8	1906,8	1728,7	1590,3	148,6
03/21 12:00:00	2327,3	1100,0	2846,0	1337,5	2329,7	1101,5	188,5
03/21 15:00:00	418,0	285,0	510,1	346,7	420,3	285,5	170,4
06/21 09:00:00	1400,3	978,2	1702,7	1186,7	1405,2	979,9	231,7
06/21 12:00:00	1219,2	544,0	1518,3	660,7	1226,7	546,3	311,2
06/21 15:00:00	450,1	341,6	560,8	419,0	466,1	345,1	227,6
09/21 09:00:00	2010,7	1799,6	2414,4	2157,8	2013,8	1800,7	161,1
09/21 12:00:00	1736,0	776,5	2132,3	945,9	1741,6	778,7	263,0
09/21 15:00:00	454,8	337,1	556,5	410,5	460,1	338,2	201,9
12/21 09:00:00	444,9	419,2	535,8	503,8	446,0	419,6	50,1
12/21 12:00:00	1468,2	1183,5	1779,2	1431,6	1471,6	1184,7	166,1
12/21 15:00:00	343,6	227,6	425,1	276,6	345,9	228,4	125,7

Παρατηρούμε ιδιαίτερα στους θαλάμους με **Ν – ΝΔ προσανατολισμό**, η ηλιακή ακτινοβολία σε W που διαδίδεται στο εσωτερικό τους εμφανίζει τις μεγαλύτερες τιμές της κατά τη διάρκεια του μεσημεριού (και μέχρι τη δύση του ηλίου) και , για τις δεδομένες ημερομηνίες, εμφανίζει τις μεγαλύτερες τιμές της την 21/3 και την 21/12,ενώ για τον τρίκλινο θάλαμο που αντιστοιχεί στον 5^{ο} όροφο οι τιμές εμφανίζονται αυξημένες καθ' όλη τη διάρκεια του έτους λόγω της παρουσίας διαφορετικού τύπου υαλοπινάκων, με αυξημένους συντελεστές θερμοπερατότητας και ηλιακού θερμικού κέρδους, στα παράθυρα.

Στους αντίστοιχους ακριανούς θαλάμους με **ΝΑ – Α προσανατολισμό** , παρατηρούμε τις μεγαλύτερες τιμές να εμφανίζονται συνήθως το πρωί (εκτός από την περίπτωση του χειμερινού ηλιοστασίου όπου και εμφανίζονται στις 12.00 μμ.) , και την συμβολή του μπαλκονιού να γίνεται κυρίως αισθητή κατά τη διάρκεια των πρωινών ωρών της μέρας.

Για τους θαλάμους με **νότιο προσανατολισμό**, οι μεγαλύτερες τιμές αναφέρονται στις 12.00 μμ. και στις 21/12 , με τον 6κλινο θάλαμο του 3^{ου} ορόφου να δέχεται τη μεγαλύτερη ακτινοβολία (λόγω των δυο παραθύρων που αντιστοιχούν στο θάλαμο αυτό).

Αντίστοιχη είναι και οι τιμές των θαλάμων που έχουν **ΝΑ προσανατολισμό** , με τις τιμές να εμφανίζουν μέγιστα στις 12.00 την 21/3 και 21/12 ενώ στις 21/9 και 21/6 παρατηρούμε μείωση της ηλιακής ενέργειας που μεταδίδεται μέσω των παραθύρων στις θερμικές ζώνες των θαλάμων που έχουμε ορίσει κατά τη διάρκεια της μέρας.

Τέλος, για το θάλαμο με **βόρειο προσανατολισμό**, παρατηρούμε πως οι τιμές της μεταδιδόμενης ηλιακής ενέργειας μέσω των παραθύρων είναι ιδιαίτερα περιορισμένες σε σχέση με τις τιμές των θαλάμων που έχουν νότιο προσανατολισμό και εμφανίζουν το μέγιστο τους κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Λαμβάνοντας υπόψη και τα διαγράμματα που δείχνουν τη διαφορά στη μεταδιδόμενη διάχυτη ακτινοβολία με / χωρίς μπαλκόνι, καθώς και στη ανακλώμενη ακτινοβολία λόγω της παρουσίας του μπαλκονιού, διαπιστώνουμε ότι η διάχυτη ακτινοβολία από τον ουρανό καθώς και η ανακλώμενη από το έδαφος και από το μπαλκόνι εισέρχονται στο εσωτερικό των θαλάμων, αλλά αποτελούν σχετικά μικρό ''φορτίο'' σε σχέση με την άμεση μεταδιδόμενη ακτινοβολία που είναι και αυτή που διαβιβάζεται.

[2] Σχετικά με τα θερμικά κέρδη και τις θερμικές απώλειες που καταγράφονται σε κάθε θερμική ζώνη (σε W) λόγω των παραθύρων , γίνονται οι εξής παρατηρήσεις :

Πίνακας 10.5 Θερμικά κέρδη και απώλειες, Προσανατολισμός Ν - ΝΔ

Zone Window Heat Gain[W]	Thermal Zone 1		Thermal Zone 2		Thermal Zone 3	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	32,5	0,0	112,7	3,4	34,2	0,0
03/21 12:00:00	2139,1	735,5	2675,8	942,6	2120,5	732,7
03/21 15:00:00	2719,5	1730,6	3311,4	2115,8	2695,0	1720,5
06/21 09:00:00	307,1	258,5	401,1	329,0	306,9	254,1
06/21 12:00:00	836,2	487,1	1165,9	616,7	836,6	485,3
06/21 15:00:00	881,0	434,8	1251,2	559,0	876,1	436,0
09/21 09:00:00	0,0	0,0	21,0	0,0	0,0	0,0
09/21 12:00:00	1470,1	503,8	1838,9	653,0	1448,9	495,1
09/21 15:00:00	1808,4	1175,3	2223,6	1452,1	1782,1	1162,2
12/21 09:00:00	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0
12/21 12:00:00	1554,7	1331,1	1855,0	1589,2	1537,8	1314,5
12/21 15:00:00	1664,4	1638,7	2008,3	1971,7	1646,6	1621,0
Zone Window Heat Loss [W]	Thermal Zone 1		Thermal Zone 2		Thermal Zone 3	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	42,77	87,66	28,94	70,29	41,12	83,77
03/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03/21 15:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/21 09:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/21 15:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/21 09:00:00	192,18	220,19	160,65	236,73	207,18	228,96
09/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/21 15:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/21 09:00:00	187,27	195,01	193,90	199,68	196,38	204,29
12/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/21 15:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Πίνακας 10.6 Θερμικά κέρδη και απώλειες, Προσανατολισμός ΝΑ - Α

Zone Window Heat Gain[W]	Thermal Zone 10		Thermal Zone 11		Thermal Zone 12	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	2490,7	1752,6	2244,2	2094,6	1871,2	1751,5
03/21 12:00:00	2579,2	962,4	3160,8	1245,6	2489,8	951,0
03/21 15:00:00	8,2	0,0	65,1	0,0	5,0	0,0
06/21 09:00:00	1145,4	1047,1	1836,0	1279,0	1476,3	1029,5
06/21 12:00:00	992,4	525,6	1666,8	665,6	1212,5	511,9
06/21 15:00:00	637,5	338,2	469,3	436,1	339,5	327,7
09/21 09:00:00	2395,2	1723,6	2184,7	2022,5	1827,0	1696,3
09/21 12:00:00	1318,7	378,5	1870,7	534,1	1420,1	359,9
09/21 15:00:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12/21 09:00:00	176,6	125,6	172,7	163,4	129,7	122,8
12/21 12:00:00	2590,3	1026,3	1681,1	1275,0	1352,7	1016,0
12/21 15:00:00	298,2	0,0	63,4	0,0	4,9	0,0
Zone Window Heat Loss [W]	Thermal Zone 10		Thermal Zone 11		Thermal Zone 12	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03/21 15:00:00	27,39	77,49	4,38	34,39	33,93	86,55
06/21 09:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/21 15:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/21 09:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/21 15:00:00	191,98	151,29	145,65	124,28	206,80	168,42
12/21 09:00:00	38,18	36,83	32,76	31,53	40,52	38,92
12/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/21 15:00:00	88,89	158,66	46,98	123,75	91,02	161,88

Ως προς τους ακριανούς θαλάμους, σε αυτούς με **Ν – ΝΔ προσανατολισμό**, η ύπαρξη μπαλκονιού μειώνει πολύ τα θερμικά κέρδη το καλοκαίρι, τα περιορίζει κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του φθινοπώρου και επίσης διατηρεί τα θερμικά κέρδη των θαλάμων κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Παρατηρούνται μεγαλύτερες τιμές στον 3κλινο θάλαμο του 5ου ορόφου , γεγονός που δικαιολογείται από τον αυξημένο συντελεστή SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) των παραθύρων (μονός υαλοπίνακας, ξύλινο κούφωμα). Απουσία μπαλκονιού, τα θερμικά κέρδη των θαλάμων αυτών , κατά βάση λόγω προσανατολισμού, αυξάνονται από το μεσημέρι και μετά , κατά τη διάρκεια της μέρας και μέχρι τη δύση του ηλίου. Αντιθέτως, θερμικές απώλειες καταγράφονται τις πρωινές ώρες, είναι μεγαλύτερες όταν υπάρχει μπαλκόνι (λόγω προσανατολισμού το μπαλκόνι μπλοκάρει το πρωινό ήλιο επομένως υπάρχουν μεγαλύτερες απώλειες με την ύπαρξη του), χωρίς ωστόσο να παρατηρείται μεγάλη αύξηση τους κατά τη διάρκεια του χειμώνα , που αποτελεί και την πιο κρίσιμη περίοδο ως προς αυτή τη μεταβλητή.

Οι θάλαμοι με **ΝΑ – Α προσανατολισμό** παρουσιάζουν μεγαλύτερα θερμικά κέρδη το πρωί κατά το θερινό ηλιοστάσιο και μεγαλύτερα θερμικά κέρδη το μεσημέρι κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο. Η ύπαρξη του μπαλκονιού μειώνει πολύ τα θερμικά κέρδη κατά τη διάρκεια του χειμώνα σε αντίθεση με το καλοκαίρι, χωρίς επομένως να κρίνεται ιδιαίτερα πετυχημένη η συμβολή του. Για το λόγο που έχει αναφερθεί, ο θάλαμος του 5ου ορόφου με αυτό τον προσανατολισμό εμφανίζει και τα μεγαλύτερα θερμικά κέρδη. Ως προς τις θερμικές απώλειες , οι μεγαλύτερες τιμές σημειώνονται το μεσημέρι (στις 15.00) και είναι μικρότερες στο θάλαμο του 5ου ορόφου.

Στους θαλάμους με **νότιο προσανατολισμό**, παρατηρούνται αυξημένα θερμικά κέρδη για τις δεδομένες εξεταζόμενες ημερομηνίες για τον 6κλινο θάλαμο του 3ου ορόφου (Thermal Zone 4) αφού αντιστοιχούν δυο παράθυρα για την ίδια θερμική ζώνη, μικρότερα θερμικά κέρδη για τον 3κλινο θάλαμο του 5ου ορόφου και ακόμη μικρότερα για τον 2κλινο του 6ου ορόφου. Οι τιμές εμφανίζουν το μέγιστο τους στις 12:00 μμ.

Θερμικές απώλειες καταγράφονται λόγω της ύπαρξης του μπαλκονιού, αν και γενικά παρατηρούμε ότι η συμπεριφορά των θαλάμων με νότιο προσανατολισμό δεν εμφανίζει μεγάλες θερμικές απώλειες (εκτός από τον 6κλινο θάλαμο του 3ου ορόφου) και αυτό μόνο κατά το πρωί.

Πίνακας 10.7 Θερμικά κέρδη και απώλειες, Προσανατολισμός Ν

Zone Window Heat Gain[W]	Thermal Zone 4		Thermal Zone 5		Thermal Zone 6	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	830,2	379,6	642,4	277,8	424,2	169,6
03/21 12:00:00	5074,4	2440,0	3172,1	1548,9	2540,4	1224,9
03/21 15:00:00	3708,9	1692,5	2419,9	1161,8	1840,7	863,9
06/21 09:00:00	649,0	517,7	442,5	338,5	328,3	256,8
06/21 12:00:00	1987,0	988,0	1390,0	640,1	999,7	493,7
06/21 15:00:00	992,8	747,9	846,5	493,8	494,3	374,1
09/21 09:00:00	554,5	176,4	476,4	134,0	274,8	63,6
09/21 12:00:00	3281,4	1495,5	2091,2	983,8	1637,5	749,8
09/21 15:00:00	2231,3	898,0	1530,3	681,9	1102,4	468,7
12/21 09:00:00	60,9	52,5	51,5	45,4	30,6	26,1
12/21 12:00:00	3313,4	2964,0	2015,9	1805,0	1654,7	1479,0
12/21 15:00:00	2632,6	2512,2	1674,1	1594,6	1310,2	1250,6
Zone Window Heat Loss [W]	Thermal Zone 4		Thermal Zone 5		Thermal Zone 6	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	0,00	7,20	0,00	0,00	0,00	6,62
03/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03/21 15:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/21 09:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/21 15:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/21 09:00:00	0,00	38,19	0,00	10,92	0,00	28,95
09/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/21 15:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/21 09:00:00	265,88	268,54	119,94	123,79	132,60	134,60
12/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/21 15:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Τέλος, οι θάλαμοι με **ΝΑ προσανατολισμό**, εμφανίζουν υψηλότερα θερμικά κέρδη το καλοκαίρι και χαμηλότερα το χειμώνα σε σχέση με αυτούς με νότιο προσανατολισμό και εντονότερες θερμικές απώλειες κατά τη διάρκεια της μέρας (με εξαίρεση τις πρωινές ώρες όπου και οι θερμικές απώλειες είναι μικρότερες σε σχέση με τους αντίστοιχους θαλάμους με νότιο προσανατολισμό).

Πίνακας 10.8 Θερμικά κέρδη και απώλειες, Προσανατολισμός ΝΑ

Zone Window Heat Gain[W]	Thermal Zone 7		Thermal Zone 8		Thermal Zone 9	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	2758,2	2490,7	1703,2	1534,0	1392,0	1257,1
03/21 12:00:00	5200,2	2579,2	3263,5	1647,5	2603,0	1283,8
03/21 15:00:00	87,8	8,2	286,0	43,0	39,2	0,3
06/21 09:00:00	2128,7	1145,4	1376,1	768,1	1063,3	592,1
06/21 12:00:00	2298,4	992,4	1583,9	646,9	1148,9	492,1
06/21 15:00:00	679,7	637,5	481,6	423,2	332,5	311,1
09/21 09:00:00	2668,7	2395,2	1638,8	1465,6	1333,3	1197,4
09/21 12:00:00	3130,9	1318,7	2029,3	896,8	1562,3	649,8
09/21 15:00:00	0,0	0,0	47,7	0,0	0,0	0,0
12/21 09:00:00	190,0	176,6	138,5	128,7	96,2	89,1
12/21 12:00:00	3010,9	2590,3	1849,9	1593,6	1505,8	1291,3
12/21 15:00:00	618,8	298,2	561,5	274,5	304,8	125,1
Zone Window Heat Loss [W]	Thermal Zone 7		Thermal Zone 8		Thermal Zone 9	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03/21 15:00:00	82,83	59,42	0,00	6,55	49,20	45,54
06/21 09:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/21 15:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/21 09:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/21 15:00:00	336,49	236,04	72,48	63,66	183,24	134,55
12/21 09:00:00	118,74	116,04	48,55	48,04	58,18	56,97
12/21 12:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/21 15:00:00	0,00	37,90	0,00	0,00	0,00	24,60

Παρατηρούμε ότι ο θάλαμος νοσηλείας με **βόρειο προσανατολισμό** παρουσιάζει περιορισμένα θερμικά κέρδη κατά το χειμώνα σε συνδυασμό με έντονες θερμικές απώλειες κατά το χειμώνα (σχεδόν όσες και ο 6κλινος θάλαμος του 3^{ου} ορόφου με ΝΑ προσανατολισμό με τις δυο μπαλκονόπορτες).

Πίνακας 10.9 Θερμικά κέρδη και απώλειες, Προσανατολισμός Βόρειος

Zone Window Heat Gain[W]	Thermal Zone 13	Zone Window Heat Loss [W]	Thermal Zone 13
Date/Time		Date/Time	
03/21 09:00:00	28,0	03/21 09:00:00	3,28
03/21 12:00:00	91,2	03/21 12:00:00	0,00
03/21 15:00:00	80,3	03/21 15:00:00	0,00
06/21 09:00:00	190,3	06/21 09:00:00	0,00
06/21 12:00:00	325,1	06/21 12:00:00	0,00
06/21 15:00:00	246,9	06/21 15:00:00	0,00
09/21 09:00:00	1,9	09/21 09:00:00	26,58
09/21 12:00:00	140,8	09/21 12:00:00	0,00
09/21 15:00:00	68,2	09/21 15:00:00	0,00
12/21 09:00:00	0,0	12/21 09:00:00	102,95
12/21 12:00:00	42,4	12/21 12:00:00	0,00
12/21 15:00:00	23,1	12/21 15:00:00	0,00

[3] Εξάγονται αναλυτικά συμπεράσματα για τη συνολική προσπίπτουσα ακτινοβολία στις προσόψεις των θαλάμων (σε W / m^2) καθώς και για το ποσοστό της προσπίπτουσας άμεσης και διάχυτης ακτινοβολίας για τις εξεταζόμενες ημερομηνίες και ώρες.

Στους ακριανούς θαλάμους με **Ν – ΝΔ προσανατολισμό,** διαπιστώνουμε ότι η συνολική προσπίπτουσα ακτινοβολία επηρεάζεται άμεσα λόγω της ύπαρξης του μπαλκονιού. Οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται συνήθως στις 12:00 μ.μ. και κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου / χειμώνα. Το γεγονός αυτό οφείλεται στον προσανατολισμό των θαλάμων αυτών . Χωρίς μπαλκόνι, οι τιμές αυτές ακόμα και κατά τη διάρκεια της μέρας παρουσιάζουν μεγάλες αποκλίσεις, ενώ λόγω της παρεχόμενης σκίασης από το μπαλκόνι , ομαλοποιούνται. Η μεγάλη συμβολή του μπαλκονιού φαίνεται κατά την εαρινή ισημερία όπου η συνολική προσπίπτουσα ακτινοβολία από 608,61 W / m^2 στον 3κλινο θάλαμο του τρίτου ορόφου με μπαλκόνι γίνεται 180,68 W / m^2 (μειώθηκε κατά 70,31%) . Ως προς την άμεση προσπίπτουσα ακτινοβολία, η συμβολή του μπαλκονιού γίνεται εμφανής κατά τους καλοκαιρινούς μήνες με ένα ποσοστό 99,2% της άμεσης ακτινοβολίας να μπλοκάρεται την 21/6 στις 15:00 μ.μ. με το ποσοστό αυτό να είναι 53,4% την ίδια ώρα για την 21/12.

Όταν υπάρχει μπαλκόνι, η προσπίπτουσα διάχυτη ακτινοβολία εμφανίζει μεγαλύτερες τιμές από την άμεση προσπίπτουσα για το καλοκαίρι / φθινόπωρο, ενώ τον χειμώνα / άνοιξη η άμεση προσπίπτουσα ακτινοβολία είναι μεγαλύτερη.

Πίνακας 10.10 Προσπίπτουσα Ακτινοβολία (Συνολική, Άμεση, Διάχυτη), Προσανατολισμός Ν - ΝΔ

Surface Ext Solar Incident[W/m2]	Thermal Zone 1		Thermal Zone 2		Thermal Zone 3	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	121,16	50,05	121,78	50,27	121,92	50,32
03/21 12:00:00	608,61	180,68	609,14	180,87	609,21	180,92
03/21 15:00:00	525,32	189,28	525,67	189,40	525,77	189,44
06/21 09:00:00	126,88	73,30	128,16	73,74	128,49	73,84
06/21 12:00:00	293,66	111,26	295,26	111,83	295,66	111,97
06/21 15:00:00	258,14	102,41	258,72	102,62	258,87	102,67
09/21 09:00:00	146,59	56,26	147,24	56,49	147,37	56,55
09/21 12:00:00	500,71	161,33	501,89	161,75	502,18	161,86
09/21 15:00:00	418,09	152,50	418,77	152,75	418,96	152,81
12/21 09:00:00	63,60	32,60	63,82	32,68	63,88	32,70
12/21 12:00:00	444,59	209,70	445,32	209,96	445,50	210,03
12/21 15:00:00	407,73	202,55	408,23	202,73	408,38	202,78
Surface Ext Solar Beam Incident[W/m2]	Thermal Zone 1		Thermal Zone 2		Thermal Zone 3	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	23,08	0,00	23,08	0,00	23,08	0,00
03/21 12:00:00	421,30	67,66	421,30	67,66	421,30	67,66
03/21 15:00:00	390,21	94,39	390,21	94,39	390,21	94,39
06/21 09:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/21 12:00:00	70,80	0,00	70,80	0,00	70,80	0,00
06/21 15:00:00	115,08	0,91	115,08	0,91	115,08	0,91
09/21 09:00:00	35,15	0,00	35,15	0,00	35,15	0,00
09/21 12:00:00	235,10	36,95	235,10	36,95	235,10	36,95
09/21 15:00:00	242,06	52,03	242,06	52,03	242,06	52,03
12/21 09:00:00	18,88	9,42	18,88	9,42	18,88	9,42
12/21 12:00:00	243,94	104,50	243,94	104,50	243,94	104,50
12/21 15:00:00	253,31	118,05	253,31	118,05	253,31	118,05
Surface Ext Solar Sky Diffuse Incident[W/m2]	Thermal Zone 1		Thermal Zone 2		Thermal Zone 3	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	66,37	28,10	66,38	28,10	66,42	28,10
03/21 12:00:00	105,67	39,25	105,67	39,25	105,70	39,25
03/21 15:00:00	71,79	31,85	71,79	31,85	71,81	31,85
06/21 09:00:00	85,05	42,06	85,06	42,06	85,13	42,06
06/21 12:00:00	145,50	52,41	145,51	52,41	145,58	52,41
06/21 15:00:00	65,50	29,80	65,50	29,80	65,53	29,80
09/21 09:00:00	72,31	30,06	72,31	30,06	72,36	30,06
09/21 12:00:00	198,43	65,25	198,44	65,25	198,50	65,25
09/21 15:00:00	122,38	49,11	122,38	49,11	122,42	49,11
12/21 09:00:00	38,09	17,81	38,10	17,81	38,12	17,81
12/21 12:00:00	165,88	75,04	165,89	75,04	165,94	75,04
12/21 15:00:00	130,96	62,98	130,97	62,98	131,00	62,98

Στη συνέχεια, εξετάζονται ως προς την προσπίπτουσα ακτινοβολία οι θερμικές ζώνες που αντιστοιχούν σε θαλάμους με **Νότιο προσανατολισμό.** Ως προς την συνολική προσπίπτουσα ακτινοβολία παρατηρούνται αυξημένες τιμές σε σχέσεις με τους αντίστοιχους θαλάμους με Ν – ΝΔ προσανατολισμό. Κατά την εαρινή ισημερία όπου η συνολική προσπίπτουσα ακτινοβολία από 701,31 W / m^2 στον 6κλινο θάλαμο του τρίτου ορόφου με μπαλκόνι γίνεται 223,70 W / m^2 (μειώθηκε κατά 68,10%). Ως προς την άμεση προσπίπτουσα ακτινοβολία, η συμβολή του μπαλκονιού γίνεται εμφανής κατά τους καλοκαιρινούς μήνες με ένα ποσοστό 100% της άμεσης ακτινοβολίας να μπλοκάρεται την 21/6 στις 15:00 μ.μ. με το ποσοστό αυτό να είναι 60,2% την ίδια ώρα για την 21/12.

Επισημαίνεται ότι στους θαλάμους με νότιο προσανατολισμό η άμεση ακτινοβολία στις 21/6, εμποδίζεται 100% καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας.

Πίνακας 10.11 Προσπίπτουσα Ακτινοβολία (Συνολική, Άμεση, Διάχυτη), Νότιος Προσανατολισμός

Surface Ext Solar Incident[W/m2]	Thermal Zone 4		Thermal Zone 5		Thermal Zone 6	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	235,56	89,48	236,35	86,97	236,53	87,02
03/21 12:00:00	701,31	223,70	701,99	222,65	702,15	222,69
03/21 15:00:00	587,18	187,26	587,64	191,89	587,75	191,92
06/21 09:00:00	152,76	79,06	154,06	79,20	154,37	79,28
06/21 12:00:00	353,90	121,14	355,94	121,75	356,41	121,88
06/21 15:00:00	271,69	99,05	272,44	99,30	272,61	99,35
09/21 09:00:00	277,42	101,32	278,24	98,09	278,43	98,14
09/21 12:00:00	564,98	188,33	566,49	188,31	566,84	188,41
09/21 15:00:00	479,53	158,43	480,41	162,78	480,61	162,84
12/21 09:00:00	89,02	52,42	89,30	52,10	89,36	52,12
12/21 12:00:00	490,57	209,27	491,49	209,56	491,70	209,61
12/21 15:00:00	417,20	182,87	417,84	183,96	417,98	184,00
Surface Ext Solar Beam Incident[W/m2]	Thermal Zone 4		Thermal Zone 5		Thermal Zone 6	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	99,83	24,28	99,83	22,31	99,83	22,31
03/21 12:00:00	499,30	101,76	499,30	100,55	499,30	100,55
03/21 15:00:00	436,82	86,25	436,82	90,30	436,82	90,30
06/21 09:00:00	5,52	0,00	5,52	0,00	5,52	0,00
06/21 12:00:00	96,10	0,00	96,10	0,00	96,10	0,00
06/21 15:00:00	115,50	0,00	115,50	0,00	115,50	0,00
09/21 09:00:00	130,35	28,93	130,35	26,28	130,35	26,28
09/21 12:00:00	269,70	51,33	269,70	50,93	269,70	50,93
09/21 15:00:00	280,29	51,32	280,29	54,53	280,29	54,53
12/21 09:00:00	30,28	19,30	30,28	19,08	30,28	19,08
12/21 12:00:00	269,74	102,61	269,74	102,58	269,74	102,58
12/21 15:00:00	253,12	100,75	253,12	101,38	253,12	101,38
Surface Ext Solar Sky Diffuse Incident[W/m2]	Thermal Zone 4		Thermal Zone 5		Thermal Zone 6	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	108,69	41,20	108,69	40,36	108,69	40,36
03/21 12:00:00	125,19	47,59	125,19	47,40	125,19	47,40
03/21 15:00:00	83,24	34,36	83,24	34,67	83,24	34,67
06/21 09:00:00	104,26	46,58	104,26	46,55	104,26	46,55
06/21 12:00:00	181,41	58,31	181,41	58,27	181,41	58,27
06/21 15:00:00	74,32	33,31	74,32	33,29	74,32	33,29
09/21 09:00:00	114,45	43,05	114,45	42,14	114,45	42,14
09/21 12:00:00	230,64	77,42	230,64	77,20	230,64	77,20
09/21 15:00:00	143,30	53,23	143,30	53,99	143,30	53,99
12/21 09:00:00	52,63	28,07	52,63	27,86	52,63	27,86
12/21 12:00:00	188,99	77,98	188,99	77,94	188,99	77,94
12/21 15:00:00	140,08	59,92	140,08	60,13	140,08	60,13

Για τους θαλάμους με **ΝΑ προσανατολισμό,** η προσπίπτουσα ακτινοβολία (συνολική, άμεση, διάχυτη) παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές στις 9:00 π.μ. σε σχέση με τους αντίστοιχους θαλάμους με νότιο προσανατολισμό. Κατά την εαρινή ισημερία η συνολική προσπίπτουσα ακτινοβολία από 719,09 W / m^2 στον 6κλινο θάλαμο του τρίτου ορόφου με μπαλκόνι γίνεται 231,53 W / m^2 (μειώθηκε κατά 67,80%). Ως προς την άμεση προσπίπτουσα ακτινοβολία, τους καλοκαιρινούς μήνες μπλοκάρεται πλήρως το μεσημέρι και σε ποσοστό 81,82% στις 9:00 π.μ. .

Πίνακας 10.12 Προσπίπτουσα Ακτινοβολία (Συνολική, Άμεση, Διάχυτη), ΝΑ Προσανατολισμός

Surface Ext Solar Incident[W/m2]	Thermal Zone 7		Thermal Zone 8		Thermal Zone 9	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	402,67	170,94	403,48	171,96	403,64	172,01
03/21 12:00:00	719,09	231,53	719,80	231,03	719,93	231,07
03/21 15:00:00	223,29	85,56	223,77	84,63	223,86	84,66
06/21 09:00:00	343,16	120,70	344,51	123,88	344,77	123,96
06/21 12:00:00	392,95	124,89	395,05	125,72	395,45	125,83
06/21 15:00:00	137,43	86,05	139,09	86,34	139,24	86,38
09/21 09:00:00	469,23	194,82	470,08	196,03	470,24	196,08
09/21 12:00:00	556,39	183,85	557,95	183,55	558,25	183,64
09/21 15:00:00	177,98	85,89	178,89	84,60	179,06	84,65
12/21 09:00:00	115,34	78,29	115,63	78,36	115,68	78,38
12/21 12:00:00	460,06	193,94	461,01	193,78	461,19	193,84
12/21 15:00:00	229,93	90,80	230,59	88,50	230,71	88,54
Surface Ext Solar Beam Incident[W/m2]	Thermal Zone 7		Thermal Zone 8		Thermal Zone 9	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	217,78	81,81	217,78	82,30	217,78	82,30
03/21 12:00:00	514,83	108,70	514,83	107,89	514,83	107,89
03/21 15:00:00	100,10	0,00	100,10	0,00	100,10	0,00
06/21 09:00:00	128,06	23,28	128,06	24,97	128,06	24,97
06/21 12:00:00	118,43	0,00	118,43	0,00	118,43	0,00
06/21 15:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/21 09:00:00	274,92	99,39	274,92	100,04	274,92	100,04
09/21 12:00:00	263,93	48,37	263,93	47,71	263,93	47,71
09/21 15:00:00	38,14	0,00	38,14	0,00	38,14	0,00
12/21 09:00:00	43,75	32,56	43,75	32,54	43,75	32,54
12/21 12:00:00	247,44	91,51	247,44	91,13	247,44	91,13
12/21 15:00:00	112,53	31,72	112,53	29,79	112,53	29,79
Surface Ext Solar Sky Diffuse Incident[W/m2]	Thermal Zone 7		Thermal Zone 8		Thermal Zone 9	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	157,88	65,14	157,88	65,34	157,88	65,34
03/21 12:00:00	127,45	48,52	127,45	48,43	127,45	48,43
03/21 15:00:00	56,08	27,36	56,08	27,37	56,08	27,37
06/21 09:00:00	172,13	59,18	172,13	60,13	172,13	60,13
06/21 12:00:00	198,16	58,11	198,16	58,12	198,16	58,12
06/21 15:00:00	56,95	33,22	56,95	33,23	56,95	33,23
09/21 09:00:00	161,70	66,09	161,70	66,31	161,70	66,31
09/21 12:00:00	227,83	75,92	227,83	75,63	227,83	75,63
09/21 15:00:00	83,91	40,43	83,91	40,44	83,91	40,44
12/21 09:00:00	65,48	40,67	65,48	40,66	65,48	40,66
12/21 12:00:00	180,79	73,74	180,79	73,59	180,79	73,59
12/21 15:00:00	93,42	36,89	93,42	36,25	93,42	36,25

Για τους θαλάμους νοσηλείας με **ΝΑ – Α προσανατολισμό,** η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία εμφανίζει μειωμένες τιμές σε σχέση με τις θερμικές ζώνες των θαλάμων με ΝΑ προσανατολισμό. Κατά την εαρινή ισημερία όπου η συνολική προσπίπτουσα ακτινοβολία από 640,47 W / m^2 στον 3κλινο θάλαμο του τρίτου ορόφου με μπαλκόνι γίνεται 187,10 W / m^2 (μειώθηκε κατά 70,78%). Ως προς την άμεση προσπίπτουσα ακτινοβολία, τους καλοκαιρινούς μήνες μπλοκάρεται πλήρως η ηλιακή ακτινοβολία το μεσημέρι και σε ποσοστό 79,96% στις 9:00 π.μ. .

Πίνακας 10.13 Προσπίπτουσα Ακτινοβολία (Συνολική, Άμεση, Διάχυτη), ΝΑ - Α Προσανατολισμός

Surface Ext Solar Incident[W/m2]	Thermal Zone 10		Thermal Zone 11		Thermal Zone 12	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	385,69	147,95	386,33	148,17	386,51	148,21
03/21 12:00:00	640,47	187,10	641,01	187,30	641,10	187,33
03/21 15:00:00	112,70	67,91	113,23	68,04	113,29	68,07
06/21 09:00:00	323,38	114,69	324,44	115,06	324,73	115,13
06/21 12:00:00	368,10	112,51	369,75	113,09	370,14	113,20
06/21 15:00:00	121,38	78,63	124,33	79,74	125,55	79,78
09/21 09:00:00	454,92	172,92	455,59	173,15	455,78	173,20
09/21 12:00:00	484,48	144,00	485,70	144,42	485,98	144,51
09/21 15:00:00	121,46	70,86	122,32	71,11	122,68	71,16
12/21 09:00:00	114,22	77,44	114,45	77,52	114,52	77,54
12/21 12:00:00	387,13	154,59	387,88	154,85	388,06	154,90
12/21 15:00:00	108,52	44,16	109,04	44,34	109,14	44,37
Surface Ext Solar Beam Incident[W/m2]	Thermal Zone 10		Thermal Zone 11		Thermal Zone 12	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	213,23	69,99	213,23	69,99	213,23	69,99
03/21 12:00:00	450,81	75,35	450,81	75,35	450,81	75,35
03/21 15:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/21 09:00:00	125,02	25,05	125,02	25,05	125,02	25,05
06/21 12:00:00	113,73	0,00	113,73	0,00	113,73	0,00
06/21 15:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/21 09:00:00	272,34	87,75	272,34	87,75	272,34	87,75
09/21 12:00:00	223,77	27,63	223,77	27,63	223,77	27,63
09/21 15:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/21 09:00:00	44,81	32,87	44,81	32,87	44,81	32,87
12/21 12:00:00	200,76	66,35	200,76	66,35	200,76	66,35
12/21 15:00:00	22,97	0,28	22,97	0,28	22,97	0,28
Surface Ext Solar Sky Diffuse Incident[W/m2]	Thermal Zone 10		Thermal Zone 11		Thermal Zone 12	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	145,99	54,58	146,00	54,58	146,06	54,58
03/21 12:00:00	110,77	38,70	110,78	38,70	110,81	38,70
03/21 15:00:00	41,43	22,97	41,44	22,97	41,46	22,97
06/21 09:00:00	156,18	52,40	156,20	52,40	156,29	52,40
06/21 12:00:00	179,31	48,52	179,32	48,52	179,41	48,52
06/21 15:00:00	48,96	27,91	48,96	27,91	48,99	27,91
09/21 09:00:00	150,85	56,74	150,86	56,74	150,92	56,74
09/21 12:00:00	194,35	57,58	194,36	57,58	194,44	57,58
09/21 15:00:00	63,67	33,89	63,67	33,89	63,72	33,89
12/21 09:00:00	63,16	39,43	63,17	39,43	63,19	39,43
12/21 12:00:00	151,02	57,57	151,03	57,57	151,10	57,57
12/21 15:00:00	55,95	22,30	55,96	22,30	56,01	22,30

Πίνακας 10.14 Προσπίπτουσα Ακτινοβολία (Συνολική, Άμεση, Διάχυτη), Βόρειος Προσανατολισμός

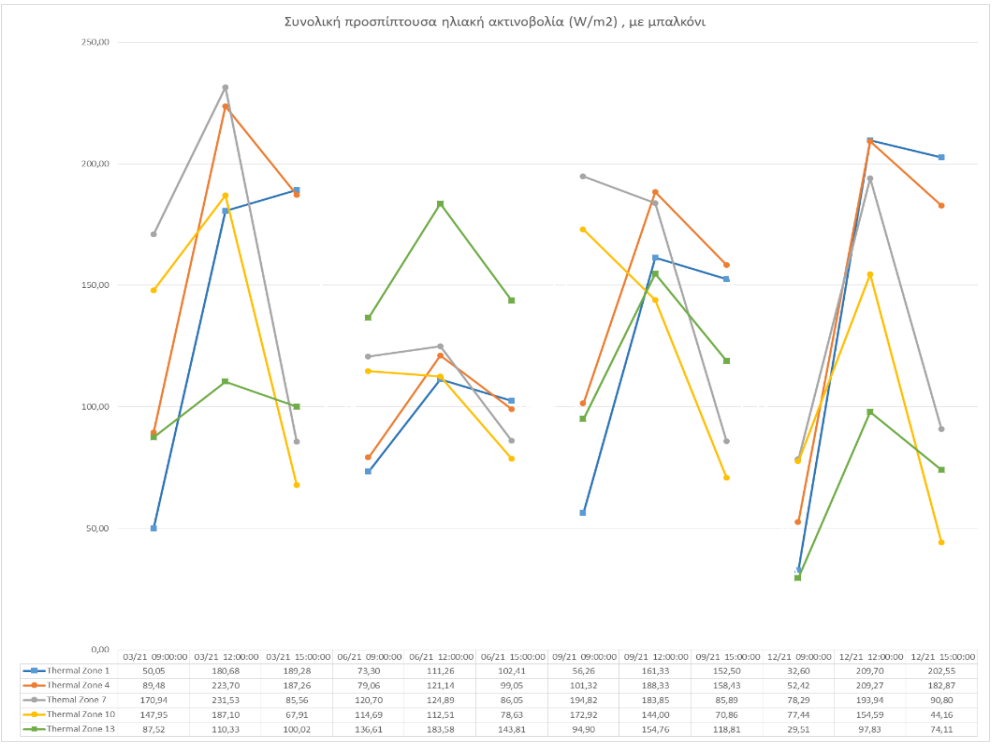
Surface Ext Solar Incident[W/m2]	Thermal Zone 13
Date/Time	
03/21 09:00:00	87,52
03/21 12:00:00	110,33
03/21 15:00:00	100,02
06/21 09:00:00	136,61
06/21 12:00:00	183,58
06/21 15:00:00	143,81
09/21 09:00:00	94,90
09/21 12:00:00	154,76
09/21 15:00:00	118,81
12/21 09:00:00	29,51
12/21 12:00:00	97,83
12/21 15:00:00	74,11

Surface Ext Solar Beam Incident[W/m2]	Thermal Zone 13
Date/Time	
03/21 09:00:00	0,00
03/21 12:00:00	0,00
03/21 15:00:00	0,00
06/21 09:00:00	0,00
06/21 12:00:00	0,00
06/21 15:00:00	11,25
09/21 09:00:00	0,00
09/21 12:00:00	0,00
09/21 15:00:00	0,00
12/21 09:00:00	0,00
12/21 12:00:00	0,00
12/21 15:00:00	0,00

Surface Ext Solar Sky Diffuse Incident[W/m2]	Thermal Zone 13
Date/Time	
03/21 09:00:00	64,23
03/21 12:00:00	54,91
03/21 15:00:00	45,15
06/21 09:00:00	95,72
06/21 12:00:00	110,93
06/21 15:00:00	54,93
09/21 09:00:00	67,14
09/21 12:00:00	100,31
09/21 15:00:00	69,61
12/21 09:00:00	23,61
12/21 12:00:00	73,31
12/21 15:00:00	54,27

Τέλος, ως προς τη συνολική, άμεση και διάχυτη προσπίπτουσα ακτινοβολία εξετάζεται και ο 6κλινος θάλαμος με **βόρειο προσανατολισμό**, για να διαπιστωθούν οι χαμηλές τιμές ηλιακής ακτινοβολίας στην εξωτερική του πρόσοψη. Για τις εξεταζόμενες ημερομηνίες και ώρες, φαίνεται μάλιστα πως η προσπίπτουσα άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι μηδενική , με εξαίρεση την 21/6 στις 15:00 μ.μ. όπου και η άμεση ηλιακή ακτινοβολία φτάνει τα 11,25 W / m^2 .

Συγκεντρωτικά, οι τιμές της συνολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας για τους θαλάμους του τρίτου ορόφου στους 5 προσανατολισμούς, με την παρουσία του μπαλκονιού. και για τις εξεταζόμενες ημερομηνίες και ώρες φαίνονται παρακάτω :



Ως γενικό συμπέρασμα, διαπιστώνουμε πως το μπαλκόνι παρέχει εξωτερική σκίαση, ιδιαίτερα ικανοποιητική για τους καλοκαιρινούς μήνες και ιδιαίτερα αποτελεσματική για τους θαλάμους με νότιο προσανατολισμό, όπου και διαπιστώνουμε ότι επιτυγχάνεται η επιθυμητή συμβολή του μπαλκονιού στις εξωτερικές προσόψεις των θαλάμων νοσηλείας καθώς επιτρέπεται η είσοδος του ήλιου από το παράθυρο τον χειμώνα και αντίστοιχα εμποδίζεται το καλοκαίρι .

[4] Εξετάζοντας τα αποτελέσματα σχετικά με τη θερμότητα που μεταφέρεται στο εσωτερικό των θαλάμων λόγω της προσπίπτουσας ακτινοβολίας διαπιστώνουμε ότι οι τιμές της αυξάνονται όσο κινούμαστε από τον **Ν – ΝΔ προσανατολισμό** προς τον **ΝΑ προσανατολισμό** όπου και μεγιστοποιούνται και στη συνέχεια μειώνονται για τους θαλάμους με **ΝΑ – Α προσανατολισμό** την άνοιξη / καλοκαίρι . Αντίθετα για το φθινόπωρο / χειμώνα, παρατηρούμε ότι οι τιμές μεγιστοποιούνται στους θαλάμους με **Νότιο προσανατολισμό** για να μειωθούν στη συνέχεια ακόμη περισσότερο για τους ακριανούς θαλάμους με **ΝΑ – Α προσανατολισμό.**

Πίνακας 10. Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη

Surface Outside Face Solar Radiation Heat Gain Rate per Area [W/m2]	Thermal Zone 1		Thermal Zone 2		Thermal Zone 3		Thermal Zone 4		Thermal Zone 5		Thermal Zone 6	
Date/Time	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ
03/21 09:00:00	84,81	35,03	85,25	35,19	85,34	35,23	164,89	62,63	165,44	60,88	165,57	60,91
03/21 12:00:00	426,02	126,48	426,39	126,61	426,44	126,64	490,92	156,59	491,39	155,85	491,50	155,88
03/21 15:00:00	367,72	132,49	367,97	132,58	368,04	132,61	411,03	131,08	411,35	134,32	411,43	134,34
06/21 09:00:00	88,81	51,31	89,71	51,62	89,94	51,69	106,93	55,34	107,85	55,44	108,06	55,50
06/21 12:00:00	205,57	77,88	206,68	78,28	206,96	78,38	247,73	84,80	249,16	85,23	249,48	85,31
06/21 15:00:00	180,70	71,69	181,10	71,83	181,21	71,87	190,19	69,34	190,71	69,51	190,83	69,54
09/21 09:00:00	102,61	39,38	103,07	39,54	103,16	39,59	194,19	70,92	194,77	68,66	194,90	68,70
09/21 12:00:00	350,50	112,93	351,33	113,22	351,52	113,30	395,49	131,83	396,55	131,82	396,79	131,88
09/21 15:00:00	292,66	106,75	293,14	106,92	293,27	106,97	335,67	110,90	336,29	113,95	336,43	113,99
12/21 09:00:00	44,52	22,82	44,67	22,88	44,72	22,89	62,31	36,70	62,51	36,47	62,55	36,48
12/21 12:00:00	311,22	146,79	311,72	146,97	311,85	147,02	343,40	146,49	344,04	146,69	344,19	146,73
12/21 15:00:00	285,41	141,79	285,76	141,91	285,87	141,94	292,04	128,01	292,49	128,77	292,59	128,80

Thermal Zone 7		Thermal Zone 8		Thermal Zone 9		Thermal Zone 10		Thermal Zone 11		Thermal Zone 12		Thermal Zone 13
ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΧΩΡΙΣ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	ΜΕ ΜΠΑΛΚΟΝΙ	
281,87	119,66	282,44	120,37	282,55	120,41	269,98	103,56	270,43	103,72	270,55	103,75	61,26
503,37	162,07	503,86	161,72	503,95	161,75	448,33	130,97	448,71	131,11	448,77	131,13	77,23
156,30	59,89	156,64	59,24	156,70	59,26	78,89	47,54	79,26	47,63	79,30	47,65	70,01
240,21	84,49	241,16	86,72	241,34	86,77	226,37	80,28	227,11	80,54	227,31	80,59	95,63
275,06	87,42	276,53	88,00	276,81	88,08	257,67	78,76	258,82	79,16	259,10	79,24	128,50
96,20	60,23	97,36	60,44	97,47	60,47	84,96	55,04	87,03	55,82	87,88	55,84	100,67
328,46	136,37	329,05	137,22	329,17	137,26	318,45	121,04	318,91	121,21	319,04	121,24	66,43
389,47	128,69	390,56	128,49	390,77	128,55	339,13	100,80	339,99	101,10	340,18	101,16	108,33
124,59	60,12	125,22	59,22	125,34	59,26	85,02	49,60	85,62	49,78	85,88	49,81	83,17
80,74	54,80	80,94	54,85	80,98	54,87	79,95	54,21	80,11	54,27	80,16	54,28	20,65
322,04	135,76	322,71	135,65	322,83	135,69	270,99	108,21	271,52	108,40	271,64	108,43	68,48
160,95	63,56	161,41	61,95	161,50	61,97	75,97	30,91	76,33	31,04	76,40	31,06	51,88

11 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

[1] Η πρώτη πρόταση αναφέρεται στους ακριανούς θαλάμους με προσανατολισμό Ν – ΝΔ και ΝΑ – Α επειδή ο ήλιος είναι ‘’χαμηλός’’ με ώρες αιχμής το απόγευμα και το πρωί αντίστοιχα, και αφορά στη χρησιμοποίηση κάθετων σκιάστρων για αποτελεσματικότερο έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας ή ακόμα και η χρησιμοποίηση συστημάτων που κινούν τις γρίλιες αυτόματα και διαφορετικά για κάθε μία από τις 365 μέρες του χρόνου.

[2] Προκειμένου να βελτιωθεί η ενεργειακή συμπεριφορά του νοσοκομείου, με περιορισμό των απωλειών θερμότητας το χειμώνα και την αποφυγή υπερθέρμανσης των θαλάμων το καλοκαίρι, προτείνεται να γίνει αντικατάσταση των υαλοπινάκων (ιδιαίτερα των μονών με ξύλινο κούφωμα του 5^{ου} ορόφου) με νέους υψηλών προδιαγραφών υαλοπίνακες δεδομένου άλλωστε ότι το δομικό υλικό με το μεγαλύτερο μερίδιο ευθύνης στην ενεργειακή αποδοτικότητα ενός κτιρίου είναι το γυαλί. Ενδεικτικά , θα μπορούσε να επιλεγεί υαλοπίνακας με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας (U – value). Οι ενεργειακοί υαλοπίνακες ηλιακού ελέγχου με ειδική επίστρωση έχουν σχεδιαστεί για να μειώσουν το ποσό της θερμότητας που εισάγεται σε ένα κτίριο, αντανακλούν και απορροφούν θερμότητα καθώς επίσης φιλτράρουν το φως για τη μείωση της αντανάκλασης. Η χρήση ενός ενεργειακού υαλοπίνακα ηλιακού ελέγχου μειώνει την ανάγκη θέρμανσης ή ψύξης και λόγω επίστρωσης, αυξάνει την ηλιακή ακτινοβολία που ανακλάται μειώνοντας έτσι την εκπεμπόμενη προς το εσωτερικό των θαλάμων ακτινοβολία.

Ένας απλός τρόπος ώστε να ποσοτικοποιηθεί η επίδραση της βελτιωμένης τιμής U-value ενός παραθύρου είναι ο εξής : η ποσότητα της θερμότητας που περνάει από ένα υαλοπίνακα (σε Watts) ισοδυναμεί με το U-value (U) πολλαπλασιαζόμενο με τον αριθμό της διαφοράς της θερμοκρασίας σε κάθε πλευρά (Τ) και την επιφάνεια του υαλοπίνακα (Α)

$$U \times T \times A = watts$$

Αντιλαμβανόμαστε το μέγεθος της εξοικονόμησης της ενέργειας σε μία εγκατάσταση όπως το νοσοκομείο, αν απλώς κάνουμε τη σύγκριση με τη διαφορά που επιφέρει στο κομμάτι της εξοικονόμησης ενέργειας σε KWh η αλλαγή του τύπου υαλοπίνακα σε τυπικό διαμέρισμα, σύμφωνα με ήδη καταγεγραμμένα αποτελέσματα στις 4 κλιματικές ζώνες της Ελλάδας, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα :

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ/ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΤΥΠΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΠΛΩΝ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΣΕ 4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	Εξοικονόμηση ενέργειας (kWh)	Εξοικονόμηση πετρελαίου (λίτρα)
ΦΑΩΡΙΝΑ	Διπλός 4-6-4	12.216	1.222
	Διπλός 4-12-4	14.381	1.438
	Διπλός-χαμηλης εκπομπής με αργό 4-12-4	16.421	1.642
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	Διπλός 4-6-4	8.551	855
	Διπλός 4-12-4	10.007	1.001
	Διπλός-χαμηλης εκπομπής με αργό 4-12-4	11.604	1.160
ΑΘΗΝΑ	Διπλός 4-6-4	5.192	519
	Διπλός 4-12-4	6.016	602
	Διπλός-χαμηλης εκπομπής με αργό	7.473	747
ΧΑΝΙΑ	Διπλός 4-6-4	4.191	419
	Διπλός 4-12-4	4.449	445
	Διπλός-χαμηλης εκπομπής με αργό 4-12-4	5.491	549

Πίνακας 11.1 Εξοικονόμηση ενέργειας ανάλογα με τον τύπο υαλοπίνακα (Πηγή: ΚΑΠΕ, Έργο “ Double Glazing in Southern Countries ” XVII /4.1031/99-33, Τελική Έκθεση, Δεκέμβριος 2000, Πρόγραμμα SAVE , της DG XVII -Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής)

Για παράδειγμα , 70 m^2 παραθύρων με μεταλλικό κούφωμα και μονό τζάμι ένα βράδυ του χειμώνα όταν η διαφορά θερμοκρασίας είναι 15 βαθμοί , έχουν απώλεια θερμότητας περίπου : 6.2 x 15 x 70 = 6,510 watts (ισοδυναμεί με τη θερμότητα που εκπέμπει σύστημα κλιματισμού 2 hp στην πλήρη λειτουργία του.

Δυο άλλα χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων στα οποία πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία είναι η μετάδοση του φωτός (LT) και ο συντελεστής σκίασης (Shading coefficient ή g-value).Η Μετάδοση του φωτός όσο υψηλότερη είναι, τόσο καλύτερη είναι η διάχυση του φυσικού φωτός στο δωμάτιο και ο συντελεστής Σκίασης (ή Shading coefficient ή g-value) μετρά το ποσοστό της θερμότητας που περνά μέσα από τον υαλοπίνακα. Όσο χαμηλότερος είναι ο συντελεστής , τόσο μεγαλύτερη είναι η ηλιακή προστασία και, συνεπώς, τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση των υαλοπινάκων ηλιακού ελέγχου. Σύμφωνα με τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι ιδανικά θα πρέπει να έχουμε σε ένα υαλοπίνακα τον συνδυασμό του χαμηλότερου U – value , της υψηλότερης δυνατής Μετάδοσης του Φωτός LT, και το χαμηλότερο δυνατό Συντελεστή Σκίασης.

[3] Όσο για τους θαλάμους νοσηλείας με βόρειο προσανατολισμό , προκύπτει η ανάγκη για μεγαλύτερων διαστάσεων παράθυρα ώστε να επιτρέπεται η είσοδος θερμότητας από τον ‘’χαμηλό’’ ήλιο του χειμώνα στο εσωτερικό τους.

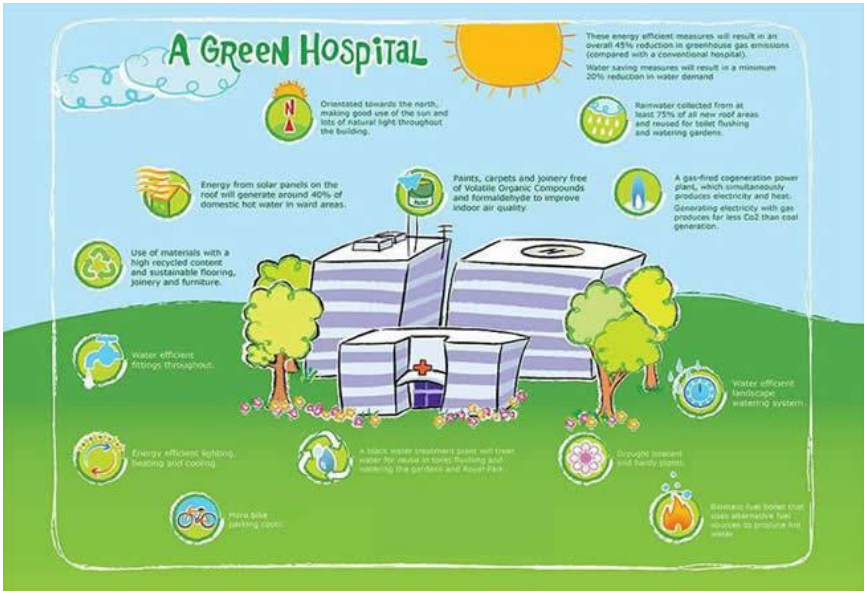
[4] Για περαιτέρω έλεγχο της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας συνίσταται να χρησιμοποιηθούν συστήματα εσωτερικής σκίασης όπως περσίδες ή ανοιχτόχρωμες κουρτίνες ώστε να αντανακλάται το περισσότερο φυσικό φως. Επιπλέον χάρη στα συστήματα εσωτερικής σκίασης , μπορούν να ελεγχθούν φαινόμενα θάμβωσης όταν αυτά οφείλονται στη χαμηλή γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας (κατά τη διάρκεια του χειμώνα).

[5] Στοχεύοντας στη λήψη μέτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας με εκμετάλλευση των παθητικών ηλιακών συστημάτων, μια πρόταση για το νοσοκομείο ΚΑΤ θα μπορούσε να αποτελέσει η εγκατάσταση και λειτουργία αυτόματων και ανεξάρτητων συστημάτων τεχνητού φωτισμού και κλιματισμού, λαμβάνοντας υπ’ όψη τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων που διενεργήθηκαν σχετικά με το φυσικό φωτισμό, τα θερμικά κέρδη και απώλειες, εφ’ όσον προηγηθεί καταγραφή σε πραγματικό χρόνο των καταναλώσεων π.χ. για θέρμανση, κλιματισμό, εξαερισμό, φωτισμό σε χώρους διαφορετικής χρήσης και άλλων παραμέτρων όπως η θερμοκρασία κ.α , ώστε να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων και στη συνέχεια βελτιστοποίηση της εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας και του φυσικού φωτισμού. Προκύπτει επομένως η ανάγκη για ένα ολοκλήρωμένο σύστημα ενεργειακής διαχείρισης (Building Energy Management System - BEMS) το οποίο και θα προσφέρει την δυνατότητα ελέγχου των ηλεκτρο-μηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου, με απώτερο σκοπό την ορθολογικότερη λειτουργία των μονάδων στις οποίες υπάρχει κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Ενδεικτικά, η γερμανική κλινική Bremerhaven εφαρμόζοντας BEMS, κατάφερε να μειώσει το ενεργειακό κόστος από το 2007 κατά €1εκ. και τις εκπομπές CO2 κατά 25%. Παράλληλα στο Newcastle της Αγγλίας με την εφαρμογή BEM, η ενεργειακή κατανάλωση στις υπηρεσίες υγείας ελαττώθηκε κατά 26%, εξοικονομώντας ετησίως £1εκ. Η αποπληρωμή του επιτυγχάνεται σε 2 έως 5 έτη.

Η πλήρης καταγραφή και ανάλυση των επιμέρους καταναλώσεων της εγκατάστασης θα αποτελεί τη βάση των λειτουργιών ενεργειακής διαχείρισης με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας σε συνδυασμό με τη συνεχή παρακολούθηση παραμέτρων σχετιζόμενων με ενεργοβόρες διεργασίες

(όπως η θέρμανση ή η ψύξη), η οποία και θα αποτελέσει βασικό εργαλείο εξοικονόμησης ενεργειακών πόρων. Για την εφαρμογή, τέλος, μιας τέτοιας πρότασης απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί ο προσδιορισμός του αρχικού κόστους εγκατάστασης και λειτουργίας του, καθώς και του χρόνου που απαιτείται για την απόσβεση του, μιας και πέρα από το περιβαλλοντικό / ενεργειακό όφελος μιας τέτοιας πρότασης , η οικονομική αποτίμηση της αποτελεί αναμφίβολα ένα κρίσιμο παράγοντα προς εξέταση.

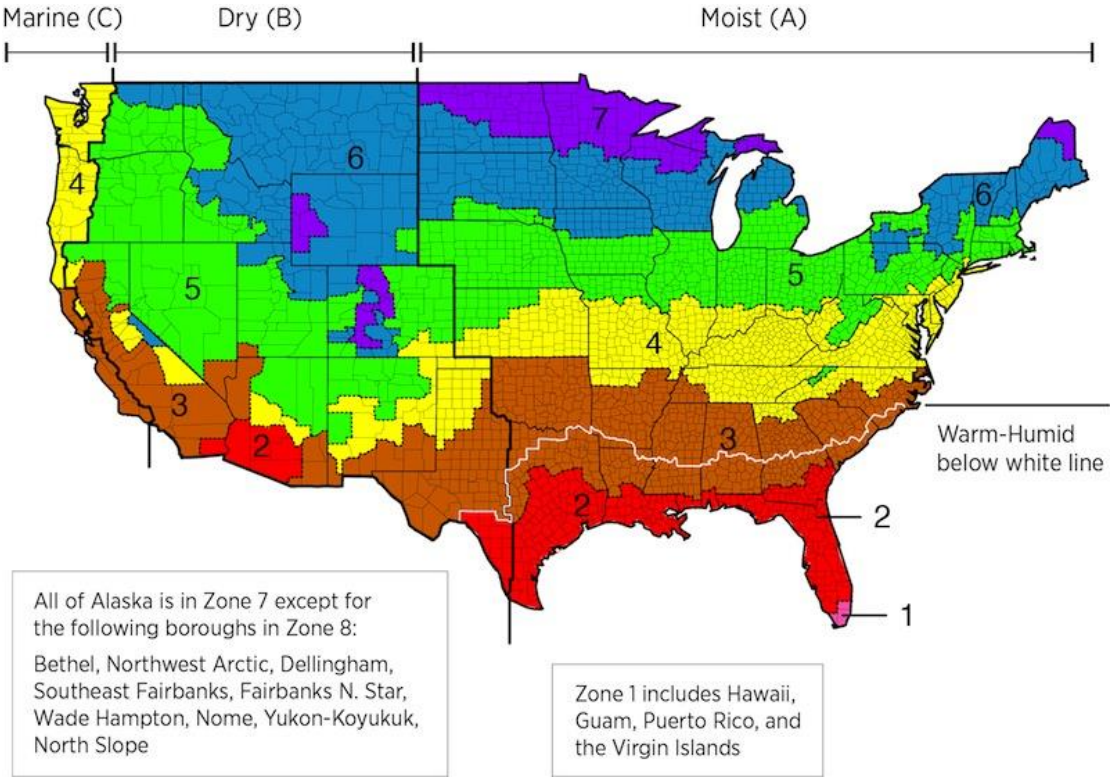


Εικόνα 11.1 Χαρακτηριστικά ενός ‘‘πράσινου’’ νοσοκομείου
(Πηγή: http://hospital2020.org/images/GreenHospitalPoster.jpg)

[6] Σύμφωνα με τα παραπάνω καθίσταται αναγκαία , προκειμένου να βρεθεί μια βέλτιστη λύση στο κρίσιμο θέμα της εξοικονόμησης ενέργειας μιας κτιριακής εγκατάστασης με μεγάλη κατανάλωση για την 24ωρη λειτουργία του, όπως είναι το νοσοκομείο, να υπάρξει διεπιστημονική προσέγγιση , με χρήση όχι μόνο παθητικών αλλά και ενεργητικών συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας. Στην παρούσα διπλωματική εξετάσθηκε και διαπιστώθηκε το όφελος που παρέχει ένα απλό σύστημα οριζόντιας σκίασης (όπως είναι το μπαλκόνι) καθώς και η χρήση βελτιωμένου τύπου υαλοπίνακα ως προς το ηλιακό κέρδος και την ηλιακή ακτινοβολία , με τα συνεπαγόμενα περιβαλλοντικά, οικονομικά και ποιοτικά οφέλη, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, για μια ιδιαίτερα ‘‘ευαίσθητη’’ κατηγορία χρηστών του νοσοκομείου, τους ασθενείς. Ολοκληρώνοντας επομένως, προκύπτει η ανάγκη μια ενδελεχούς και ολοκληρωμένης μελέτης όχι μόνο ηλιασμού, αλλά και φυσικού φωτισμού και θάμβωσης, ώστε να βρεθεί η βέλτιστη λύση μεταξύ φυσικού φωτισμού, θάμβωσης και συντελεστή ηλιακού κέρδους.

12 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α' : ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Μία από τις θεμελιώδεις αρχές του ενεργειακού σχεδιασμού είναι ότι τα κτίρια πρέπει να είναι προσαρμοσμένα στο κλίμα της περιοχής που βρίσκονται. Ο χωρισμός σε κλιματικές ζώνες συμβάλλει άμεσα στην βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων με την χρησιμοποίηση, για παράδειγμα, οικοδομικών υλικών που είναι καταλληλότερα για το κλιματικό προφίλ της κάθε περιοχής. Σύμφωνα με τον International Energy Conservation Code (IECC) που αναπτύχθηκε το 2000 από το International Code Council στις Ηνωμένες Πολιτείες , γίνεται ο χωρισμός της Βόρειας Αμερικής σε οκτώ ζώνες , όπως φαίνεται στον παρακάτω χάρτη:



Εικόνα 12.1 Κλιματικές Ζώνες Αμερικής (Πηγή: http://www.energyvanguard.com/knowledge/us-climate-zones/)

Η διάκριση σε ζώνες γίνεται με βάση τη θερμοκρασία και την υγρασία της κάθε περιοχής. Συγκεκριμένα, η θερμοκρασία αξιολογείται με βάση τους δείκτες Heating Degree Days (HDD) and Cooling Degree Days (CDD) . Ο δείκτης HDD δείχνει πόσο (σε βαθμούς) και για πόσο διάστημα (σε ημέρες) η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας ήταν κάτω από μια τιμή αναφοράς (base temperature). Αντιστοίχως, ο δείκτης CDD δείχνει πόσους βαθμούς και για πόσες ημέρες η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας ήταν πάνω από την τιμή αναφοράς. Η θερμοκρασία αναφοράς (base temperature) ορίζεται ως η θερμοκρασία κάτω από την οποία το κτίριο χρειάζεται θέρμανση, για τον δείκτη HDD, ή πάνω από την οποία το κτίριο χρειάζεται ψύξη, για τον δείκτη CDD.

Οι ζώνες στη συνέχεια διαιρούνται σε ζώνες υγρασίας: Moist (A) , Dry (B) και Marine (C).

Το πρότυπο ANSI/ASHRAE/IESNA[14] Standard 90.1-2007 Normative Appendix B – Building Envelope Climate Criteria αναλυτικά περιγράφει την κάθε ζώνη :

International Climate Zone Definitions

Zone Number	Zone Name	Thermal Criteria (I-P Units)	Thermal Criteria (SI Units)
1A and 1B	Very Hot –Humid (1A) Dry (1B)	9000 < CDD50°F	5000 < CDD10°C
2A and 2B	Hot-Humid (2A) Dry (2B)	6300 < CDD50°F ≤ 9000	3500 < CDD10°C ≤ 5000
3A and 3B	Warm – Humid (3A) Dry (3B)	4500 < CDD50°F ≤ 6300	2500 < CDD10°C < 3500
3C	Warm – Marine (3C)	CDD50°F ≤ 4500 AND HDD65°F ≤ 3600	CDD10°C ≤ 2500 AND HDD18°C ≤ 2000
4A and 4B	Mixed-Humid (4A) Dry (4B)	CDD50°F ≤ 4500 AND 3600 < HDD65°F ≤ 5400	CDD10°C ≤ 2500 AND HDD18°C ≤ 3000
4C	Mixed – Marine (4C)	3600 < HDD65°F ≤ 5400	2000 < HDD18°C ≤ 3000
5A, 5B, and 5C	Cool-Humid (5A) Dry (5B) Marine (5C)	5400 < HDD65°F ≤ 7200	3000 < HDD18°C ≤ 4000
6A and 6B	Cold – Humid (6A) Dry (6B)	7200 < HDD65°F ≤ 9000	4000 < HDD18°C ≤ 5000
7	Very Cold	9000 < HDD65°F ≤ 12600	5000 < HDD18°C ≤ 7000
8	Subarctic	12600 < HDD65°F	7000 < HDD18°C

Marine (C) definition – Locations meeting all four of the following criteria:

1. Mean temperature of coldest month between 27°F (-3°C) and 65°F (18°C)
2. Warmest month mean < 72°F (22°C)
3. At least four months with mean temperatures over 50°F (10°C)
4. Dry season in summer. The month with the heaviest precipitation in the cold season has at least three times as much precipitation as the month with the least precipitation in the rest of the year. The cold season is October through March in the Northern Hemisphere and April through September in the Southern Hemisphere.

Dry (B) definition – Locations meeting the following criteria:

Not marine and

$P < 0.44 \times (T - 19.5)$ [I-P units]

$P < 2.0 \times (T + 7)$ [SI units]

Where:

P = annual precipitation in inches (cm) and

T = annual mean temperature in °F (°C).

Moist (A) definition – Locations that are not marine and not dry.

Στο πρόγραμμα OpenStudio , δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη , μέσω της βιβλιοθήκης BCL να δώσει στο μοντέλο του ορισμένα χαρακτηριστικά , όπως χώρους (space types), χρονοδιαγράμματα

[14] Η American Society of Heating, Refrigerating & Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) ιδρύθηκε το 1894 και εξελίχθηκε σε μια διεθνή επιστημονική Ένωση με πάνω από 50.000 μέλη, από τα οποία 3.000 στην Ευρώπη, με 170 παραρτήματα σε όλο τον κόσμο. Η λειτουργία της βασίζεται κυρίως στην εθελοντική συμβολή των μελών της. Οι εκδόσεις της χρησιμοποιούνται από τους μηχανικούς σε όλο τον κόσμο, καλύπτοντας τις ανάγκες τους σε πρακτικό και θεωρητικό επίπεδο. Επίσης αποτελεί βασικό φορέα για τη δημιουργία προτύπων και οδηγιών στον τομέα θέρμανσης - ψύξης – κλιματισμού.

(schedules) , κατασκευαστικά χαρακτηριστικά (construction sets), υλικά (materials) κ.ά, διακρίνοντας τις ζώνες 1-3 και 4-8 .

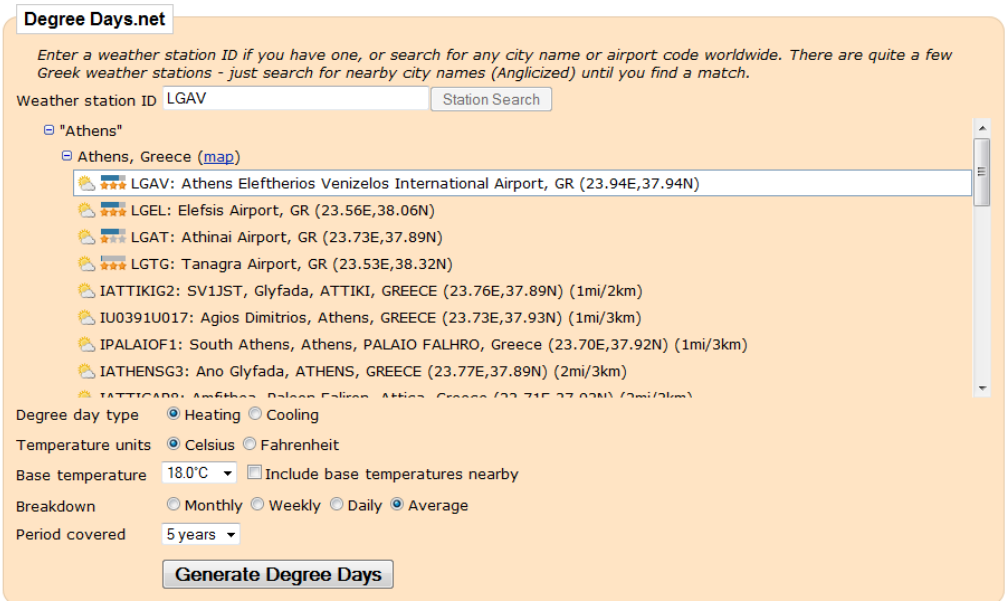
Για την απόδοση των κατάλληλων χαρακτηριστικών στο μοντέλο μας, χρειάστηκε να γίνει αντιστοίχηση του κλίματος της Αττικής, σε μία από τις οκτώ αυτές ζώνες .

Στην περιοχή της Αττικής το κλίμα είναι μεσογειακό, εύκρατο και γενικά ήπιο το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου. Συγκεκριμένα στην Αθήνα, σύμφωνα με την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, το κλίμα περιγράφεται ως σχετικά ξηρό με χαμηλά ποσοστά υγρασίας το καλοκαίρι, ενώ το χειμώνα συνηθίζονται οι βροχές. Τα ακόλουθα κλιματολογικά δεδομένα αναφέρονται στο μετεωρολογικό σταθμό του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών στην Αθήνα:

Μήνας	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Μέση μέγιστη	9,5 °C	10,8 °C	13,7 °C	20,1 °C	27,8 °C	34,3 °C	37,5 °C	35,8 °C	30,7 °C	24,0 °C	16,4 °C	10,6 °C
Μέση ελάχιστη	1,9 °C	2,4 °C	4,8 °C	9,9 °C	16,0 °C	22,2 °C	25,8 °C	24,6 °C	18,8 °C	13,7 °C	7,6 °C	2,5 °C

Πηγή: Μετεωρολογικός σταθμός Αττικής, http://el.wikipedia.org/

Επίσης, προσδιορίστηκαν οι δείκτες HDD και CDD μέσω της ιστοσελίδας http://www.degreedays.net/ , που παρέχει μετεωρολογικά δεδομένα από σταθμούς σε όλο τον κόσμο. Επιλέγοντας το μετεωρολογικό σταθμό του αεροδρομίου Ελ. Βενιζέλος και της θερμοκρασία αναφοράς για κάθε δείκτη , υπολογίζονται σε φύλλα Excel οι μέσοι δείκτες HDD18°C και CDD10 °C για τα τελευταία 5 χρόνια.



Description:	Celsius-based 5-year-average (2008 to 2012) heating degree days for a base temperature of 18,0C	
Source:	www.degreedays.net (using temperature data from www.wunderground.com)	
Accuracy:	Estimates were made to account for missing data: the "% Estimated" column shows how much each figure was affected (0% is best, 100% is worst)	
Station:	Athens Eleftherios Venizelos International Airport, GR (23.94E,37.94N)	
Station ID:	LGAV	
	HDD	% Estimated
Jan	279	0,02
Feb	247	0,7
Mar	197	0,6
Apr	107	0
May	39	0,006
Jun	4	0,007
Jul	0	0,02
Aug	0	0
Sep	5	0,02
Oct	46	0,006
Nov	118	0,007
Dec	201	0,06
Total	**1243**	0,1

Description	Celsius-based 5-year-average (2008 to 2012) cooling degree days for a base temperature of 10,0C	
Source:	www.degreedays.net (using temperature data from www.wunderground.com)	
Accuracy:	Estimates were made to account for missing data: the "% Estimated" column shows how much each figure was affected (0% is best, 100% is worst)	
Station:	Athens Eleftherios Venizelos International Airport, GR (23.94E,37.94N)	
Station ID:	LGAV	
	CDD	% Estimated
Jan	36	0,02
Feb	41	0,7
Mar	83	0,6
Apr	155	0
May	296	0,006
Jun	445	0,007
Jul	552	0,02
Aug	544	0
Sep	396	0,02
Oct	261	0,006
Nov	146	0,007
Dec	84	0,06
Total	**3039**	0,1

Σύμφωνα με τα παραπάνω, προκύπτουν οι δείκτες HDD 18°C = 1243 και CDD°C = 3039 και τελικά επιλέγεται αντιστοίχηση του κλίματος της Αθήνας στην κλιματική ζώνη **3** των Ηνωμένων Πολιτειών.

13 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β' : ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

Προκειμένου να αποδοθούν τα σωστά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά στο μοντέλο, καταγράφονται οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες του νοσοκομείου ΚΑΤ και αναλυτικά οι ιδιότητες των υλικών που έχουν χρησιμ3οποιηθεί (σύμφωνα με την Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος **Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010** (Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης), παράγραφοι 3.2 (3.2.1 έως και 3.2.7), όπου δίνονται αναλυτικές οδηγίες για τον προσδιορισμό των θερμοφυσικών ιδιοτήτων και τεχνικών χαρακτηριστικών για όλα τα αδιαφανή και διαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου και την **Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701 – 2 / 2010** (Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων και) και στη συνέχεια περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η εισαγωγή των στοιχείων αυτών στο πρόγραμμα προσομοίωσης OpenStudio.

Πρέπει να επισημανθεί ότι στην πράξη οι περισσότερες από τις θερμοφυσικές ιδιότητες των δομικών στοιχείων του κτιρίου δεν μπορούν να μετρηθούν με ακρίβεια (απαιτούνται μακροχρόνιες μετρήσεις σε πειραματικό επίπεδο), αλλά ούτε να εκτιμηθούν εύκολα λόγω έλλειψης δεδομένων , γι'αυτό το λόγο προσδιορίστηκαν προσεγγιστικά.

ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ

Οι εξωτερικοί τοίχοι παρουσιάζουν την εξής διατομή : Επίχρισμα (Σοβάς) 3cm – Τσιμεντόλιθοι 20cm – Επίχρισμα (Σοβάς) 3cm .

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο-χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1.4. Επιχρίσματα, κονιάματα στρώσεων και συνδετικά κονιάματα αρμών					
1.4.1. Ασβεστοκονίαμα	1800	0,870	1 000	15	
1.4.2. Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0,870	1 000	25 - 35	
	1900	1,000	1 100	35	
1.4.3. Τσιμεντοκονίαμα, επίστρωση τσιμέντου	2000	1,400	1 100	25 - 35	
1.4.4. Ασβεστογυψοκονίαμα	1400	0,700	1 000	10	
1.4.5. Γυψοκονίαμα χωρίς συμπλήρωμα άμμου	1200	0,350	900	10	6
με συμπλήρωμα άμμου	1600	0,800	900	10	6
1.4.6. Θερμομονωτικό επίχρισμα (εξωτερικά)	250	0,080	1 100	10	
	350	0,100	1 100	10	
	500	0,140	1 100	10	
1.4.7. Συνθετικά κονιάματα	1800	0,870	1 100	80 - 250	
1.4.8. Επίστρωση χυτής ασφάλτου	2300	0,900		∞	
1.7. Τοιχοποιίες από λιθοσώματα, συμπεριλαμβανομένου του συνδετικού κονιάματος των αρμών [1]					
1.7.1. Τοιχοποιία από πλίνθους τσιμεντοειδούς βάσης					
1.7.1.1. Τσιμεντόλιθοι από ασβεστολιθικά αδρανή (ασβέστη - άμ	1200	0,560	1 000	8 - 10	
	1400	0,700	1 000	8 - 10	
	1600	0,790	1 000	15 - 25	
	1800	0,990	1 000	15 - 25	
	2000	1,100	1 100	15 - 25	
	2200	1,300	1 100	15 - 25	
1.7.1.2. Ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθοι (ελαφροτσιμεντόλιθοι)	400	0,110	1 000	3 - 5	
	500	0,130	1 000	4 - 6	
	600	0,160	1 000	5 - 7	
	700	0,190	1 000	6 - 8	
	800	0,220	1 000	8 - 10	

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ

Οι λεπτομέρειες της κατασκευής είναι διαφορετικές για τους ανακαινισμένους ορόφους (2^{ο}, 3^{ο}, 4^{ο}, 6^{ο}) σε σχέση με τον 5^{ο} όροφο , ο οποίος δεν έχει υποστεί ανακαίνιση.

Στους ανακαινισμένους ορόφους , οι εσωτερικοί τοίχοι αποτελούνται από δύο γυψοσανίδες πάχους 2,5 cm η καθεμία, και στο ενδιάμεσο κενό τους , πάχους 7 cm, από ορθοστάτες και πετροβάμβακα. Το συνολικό πάχος των εσωτερικών τοίχων είναι 12 cm.

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο-χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1.5.10. Πλάκες μικρού πάχους, σανίδες					
1.5.10.1 Γυψοσανίδες	700	0,210	1 000	10	4
	900	0,250	1 000	10	4
	1150	0,360	1 000	10	
6. Θερμομονωτικά υλικά					
6.1. Ινώδη ανόργανα υλικά					
6.1.1. Υαλοβάμβακας					
6.1.1.1 Υαλοβάμβακας σε μορφή παπλώματος	13 - 50	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.1.2 Υαλοβάμβακας σε μορφή πλακών	20 - 110	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.2. Πετροβάμβακας					
6.1.2.1 Πετροβάμβακας σε μορφή παπλώματος	40 - 100	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.2.2 Πετροβάμβακας σε μορφή πλακών	50 - 180	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.3. Ορυκτοβάμβακας					
6.1.3.1 Ορυκτοβάμβακας σε μορφή παπλώματος		0,039 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
6.1.3.2 Ορυκτοβάμβακας σε μορφή πλακών		0,037 - 0,041	840	1,0 - 1,5	
1.7.2. Οπτοπλινθοδομή, ανεπίχριστη, συμπεριλαμβανομένου και του κονιάματος των αρμών πάχους 12 mm					
1.7.2.1. Οπτοπλινθοδομή με πλήρεις οπτοπλίνθους	1200	0,490	1 000	10 - 25	
	1500	0,600	1 000	10 - 25	
	1700	0,680	1 000	10 - 25	
	1900	0,780	1 000	10 - 25	
1.7.2.2. Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	1200 (2)	0,450	1 000	5 - 10	
	1500 (2)	0,510	1 000	5 - 10	
	1700 (2)	0,580	1 000	5 - 10	
	1900 (2)	0,640	1 000	5 - 10	
1.7.2.3. Πορώδεις αργιλικές οπτόπλινθοι (πορώδη τούβλα)	940	0,260	1 000	10	
1.7.2.4. Οξύμαχες οπτόπλινθοι (κλίνκερ)	1800	1,800	900	100	

Στον 5^{ο} όροφο, οι τοίχοι είναι απλοί δρομικοί , πάχους 9cm, με σοβά δεξιά και αριστερά , πάχους 2,5 cm η κάθε στρώση.

ΔΩΜΑ

Διατομή δαπέδου δώματος : τσιμεντόπλακες 4 cm - ελεύθερη διάστρωση χαλικιών 8 cm – φύλλο μη υφαντού γεωυφάσματος βάρους 150gr/m^2 - θερμομονωτικές πλάκες από εξηλασμένη πολυστερόλη 7cm – στεγανωτική ελαστική μεμβράνη - κυψελωτό μπετό ρύσεων των 450 kg/m^3 πάχους 5cm - στεγανωτική επάλειψη - πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα , πάχους 34cm.

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο-χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
1.2. Γαιώδη υλικά και υλικά πλήρωσης διακένων δαπέδων, οροφών, τοίχων κ.τ.λ.					
1.2.1. Χώμα συμπαγές	1800	2,000			
1.2.2. Άργιλος / ιλύς	1200 - 1800	1,500	1 670 - 2 500	50	50
1.2.3. Ιλυώδης άμμος (υγρή)	1700	1,500	1 800	—	
1.2.4. Τύρφη (σε ξηρή κατάσταση)	400	0,200	1 000		
(σε υγρή κατάσταση)	900	0,500	1 500		
1.2.5. Άμμος διαμέτρου κόκκου < 5 mm	1520	0,350	800		
1.2.6. Αμμοχάλικο	2200	2,000	910 - 1180	50	50
1.2.7 Χονδρόκοκκη κίσηρη		0,190		40 180	
1.2.8 Διογκωμένος περλίτης	50 - 130	0,070	900	1 - 2	
1.2.9 Ψηφίδες διαμέτρου κόκκου 50-10 mm, συλλεκτές και θραυστές		0,810			
1.2.10. Θραύσματα οπτόπλινθων και κεραμιδιών	1400	0,410			
4. Υλικά υποστρωμάτων και επιστρώσεων					
4.1. Λινέλαιο	1 200	0,170	1 400	1 000	800
4.2. Υποστρώματα					
4.2.1. Υπόστρωμα από τσόχα, πίλημα	120	0,050	1 300	20	15
4.2.2. Υπόστρωμα από κυπαρίνη, καουτσούκ ή πλαστικό	270	0,100	1 400	10 000	10 000
4.2.3. Υπόστρωμα από λινάτσα	200	0,060	1 300	20	15
4.2.4. Υπόστρωμα φελλού	< 200	0,050	1 500	20	10
4.2.5. Υαλοϋφασμα, υαλόνημα, γεωύφασμα	60 - 140	0,040	1 030	2	2
	> 140	0,045	1 030	2	2
4.2.6. Πεπιεσμένες ορυκτές ίνες	200 - 400	0,060	1 030	10	10
6.3. Συνθετικά οργανικά υλικά κυψελωτής δομής					
6.3.1. Πλάκες ξυλόμαλου με ανόργανο συνδετικό d < 25 mm	570	0,150	1 470	2 - 5	
d ≥ 25 mm	360 - 480	0,090 - 0,100	1 470	2 - 5	
6.3.2. Φελλός					
6.3.2.1 Σκληρά πλακίδια από φελλό	> 400	0,065	1 500	40	20
6.3.2.2 Φύλλα και πλάκες από φελλό	100 - 150	0,042 - 0,046	1 560	10 - 30	
6.3.3. Διογκωμένη πολυστερίνη	12 - 35				
6.3.3.1 Διογκωμένη πολυστερίνη σε κόκκους		0,033 - 0,038	1 450		
6.3.3.2 Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες		0,033 - 0,038	1 500	20 -100	
6.3.3.3 Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες		0,030 - 0,032	1 550	30 - 80	
6.3.4. Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη	30-40				
6.3.4.1 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες		0,031 - 0,038	1 450	80 - 250	
6.3.4.2 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη με άνθρακα, σε πλάκες		0,030 - 0,032	1 451	80 - 250	
6.3.5. Πολυουρεθάνη με κλειστές κυψελίδες (σε αφρό ή πλάκες)	30 - 80	0,023 - 0,030 (3)	1400 - 1500	50 - 100	
6.3.6. Φαινολικός αφρός	40 - 50	0,026 - 0,038	1 400	50	50
1.5.7. Κυψελωτό σκυρόδεμα σκληρυμένο με ατμό	400	0,140	1 000	3	
	500	0,190	1 000	4	
	600	0,230	1 000	4	
	800	0,290	1 000	5	
	1000	0,350	1 000	6	
1.5. Σκυροδέματα και ελαφρά σκυροδέματα (σε κατασκευαστικά στοιχεία χωρίς αρμούς και σε πλάκες μεγάλου μεγέθους)					
1.5.1. Σκυρόδεμα άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο μέσης πυκνότητας	1800	1,150	1 000	100	60
	2000	1,350	1 000	100	60
	2200	1,650	1 000	120	70
υψηλής πυκνότητα	2400	2,000	1 000	130	80
1.5.2. Οπλισμένο σκυρόδεμα χαμηλής ποιότητας (παλαιού τύπου B120)		1,510			
1.5.3. Οπλισμένο σκυρόδεμ (1% σίδηρος)	2300	2,300	1 000	130	80
(≥2% σίδηρος)	2400	2,500	1 000	130	80

ΔΑΠΕΔΑ

Διατομή δαπέδου ανακαινισμένων ορόφων : τελικό δάπεδο linoleum με φελλό , πάχους 3mm - γαρμπιλόδεμα 7cm - πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος 34 cm .

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας. Τιμές σχεδιασμού.	Ειδική θερμο-χωρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών	
	ρ	λ	c_p	μ	
	kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)	ξηρό	υγρό
4. Υλικά υποστρωμάτων και επιστρώσεων					
4.1. Λινέλαιο	1 200	0,170	1 400	1 000	800
4.2. Υποστρώματα					
4.2.1. Υπόστρωμα από τσόχα, πίλημα	120	0,050	1 300	20	15
4.2.2. Υπόστρωμα από κυπαρίνη, καουτσούκ ή πλαστικό	270	0,100	1 400	10 000	10 000
4.2.3. Υπόστρωμα από λινάτσα	200	0,060	1 300	20	15
4.2.4. Υπόστρωμα φελλού	< 200	0,050	1 500	20	10
4.2.5. Υαλοϋφασμα, υαλόνημα, γεωύφασμα	60 - 140	0,040	1 030	2	2
	> 140	0,045	1 030	2	2
4.2.6. Πεπιεσμένες ορυκτές ίνες	200 - 400	0,060	1 030	10	10
1.5.4. Γαρμπιλοσκυρόδεμα, γαρμπιλόδεμα	1500	0,640		20	
	1700	0,810		25	
	1900	1,100		35	
1.5. Σκυροδέματα και ελαφρά σκυροδέματα (σε κατασκευαστικά στοιχεία χωρίς αρμούς και σε πλάκες μεγάλου μεγέθους)					
1.5.1. Σκυρόδεμα άοπλο ή ελαφρώς οπλισμένο μέσης πυκνότητας	1800	1,150	1 000	100	60
	2000	1,350	1 000	100	60
	2200	1,650	1 000	120	70
υψηλής πυκνότητα	2400	2,000	1 000	130	80
1.5.2. Οπλισμένο σκυρόδεμα χαμηλής ποιότητας (παλαιού τύπου B120)		1,510			
1.5.3. Οπλισμένο σκυρόδεμ (1% σίδηρος)	2300	2,300	1 000	130	80
(≥2% σίδηρος)	2400	2,500	1 000	130	80

Διατομή 5ου ορόφου : μωσαϊκό 3cm – πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος 34cm.

4.7. Κεραμικά υλικά και υλικά με βάση το τσιμέντο					
4.7.1. Πλακίδια επίστρωσης τοίχων	2 000	1,050		250	
4.7.2. Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2 000	1,840	840	250	
4.7.3. Κεραμικά πλακίδια με εφυάλωση / πορσελάνες	2 300	1,300	840	∞	∞
4.7.4. Μωσαϊκό	1 900	1,200			

Τόσο η ανακλαστικότητα, όσο και η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία ενός αδιαφανούς υλικού ή μιας επιφάνειας εξαρτώνται κυρίως από τη διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας, δηλαδή από το χρώμα και την υφή της. Η ανακλαστικότητα στιλπνών και λείων επιφανειών πλησιάζει προς τη μονάδα, ενώ η απορροφητικότητά τους είναι αντίστοιχα μειωμένη. Από την άλλη, σκουρόχρωμες και τραχιές επιφάνειες εμφανίζουν υψηλή απορροφητικότητα και χαμηλή ανακλαστικότητα. Οι ιδιότητες αυτές των τελικών επιφανειών του κτηριακού κελύφους προσδιορίζουν ουσιαστικά τα ηλιακά κέρδη των αδιαφανών δομικών στοιχείων και μπορεί να έχουν σημαντικό ρόλο, κυρίως όταν οι επιφάνειες δέχονται μεγάλες ποσότητες ακτινοβολίας, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση των δωμάτων.

Στον πίνακα 3.14 που ακολουθεί δίνονται τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας για διάφορες επιφάνειες που συναντώνται ως τελικές επιστρώσεις των κατακόρυφων και οριζόντιων δομικών στοιχείων του περιβλήματος. Στην περίπτωση χρήσης ψυχρών υλικών, ο μελετητής ή ο επιθεωρητής μπορεί να λάβει υπόψη στον υπολογισμό διαφορετικές τιμές για την ανακλαστικότητα ή την απορροφητικότητα των υλικών της τελικής επίστρωσης, αρκεί η μελέτη του να συνοδεύεται από το αντίστοιχο πιστοποιητικό από διαπιστευμένα εργαστήρια της Ελλάδας ή του εξωτερικού.

3.2.5. Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας

Η ακτινοβολία που προσπίπτει σε μία αδιαφανή επιφάνεια μπορεί να ανακλαστεί ή να απορροφηθεί από αυτή. Το άθροισμα του ποσοστού της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται και του ποσοστού απορροφάται από μια επιφάνεια ισούται με τη μονάδα:

$$\rho + \alpha = 1 \qquad [3.6.]$$

όπου: ρ ο συντελεστής ανακλαστικότητας της επιφάνειας στην ηλιακή ακτινοβολία,
α, ο συντελεστής απορροφητικότητας της επιφάνειας στην ηλιακή ακτινοβολία.

ΔΑΠΕΔΟ ΠΡΟΒΟΛΟΥ (ΜΠΑΛΚΟΝΙ)

Η διατομή του μπαλκονιού ορίζουμε να είναι ίδια με τη διατομή του μη ανακαινισμένου 5^{ου} ορόφου, δηλαδή μωσαϊκό 3cm – πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος 34cm.

Πίνακας 3.14. *Τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία.*

Περιγραφή επιφάνειας	Ανακλαστικότητα	Απορροφητικότητα
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία		
Επίχρισμα λευκό, λεία επιφάνεια (σπατουλαριστό)	0,70	0,30
Επίχρισμα ανοιχτόχρωμο (π.χ. ανοιχτό γκρι, μπεζ, κίτρινο, ροζ ή γαλάζιο)	0,60	0,40
Επίχρισμα μέτριας απόχρωσης (π.χ. γκρι, μπεζ, σκούρη ώχρα, σομόν)	0,40	0,60
Επίχρισμα σκουρόχρωμο (π.χ. σκούρο λαδί, καφέ, γκρι)	0,20	0,80
Εμφανής οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,20	0,80
Εμφανής ανοιχτόχρωμη οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,40	0,60
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. φύλλα αλουμινίου)	0,80	0,20
Αδιαφανές τμήμα γυάλινης πρόσοψης (π.χ. πάνελ με επικάλυψη γυαλιού)	0,40	0,60
Οριζόντια δομικά στοιχεία (οροφές)		
Κόκκινο κεραμίδι	0,40	0,60
Πολύ σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (ασφαλτόπανα)	0,10	0,90
Σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (π.χ. επικάλυψη με σχιστολιθικές πλάκες, ασφαλτικά κεραμίδια)	0,20	0,80
Ανοιχτόχρωμες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (π.χ. επικάλυψη με πλάκες πεζοδρομίου, ασφαλτόπανα με χαλαζιακή ψηφίδα)	0,35	0,65
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. ανακλαστικές μεμβράνες)	0,80	0,20
Γαρμπίλι	0,70	0,30

ΠΑΡΑΘΥΡΑ

Τα παράθυρα των ανακαινισμένων ορόφων, είναι διπλά (4mm - 6mm (αέρας) - 4mm) με μεταλλικό κούφωμα , συντελεστή θερμοπερατότητας 4,1 W/m^2. K .Τα παράθυρα του 5^{ου} ορόφου είναι μονά, πάχους 6mm, με ξύλινο κούφωμα , συντελεστή θερμοπερατότητας 5 W/m^2.Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U των διαφανών επιφανειών (κουφωμάτων) του κτιριακούκελύφους προσδιορίζεται σε σχέση με τον τύπο του υαλοπίνακα και του πλαισίου, καθώς και σεσυνάρτηση με το ποσοστό του πλαισίου, όπως ορίζεται στις **Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010** και **20701-1/2010** (παράγραφος 3.2.3). Για την απλοποιήση των υπολογισμών επιλέγεται μια από τις παρακάτω τυπικές τιμές :

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F_f	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμψιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο Αέρα12 mm
	[%]	[W/(m^{2}K)]	[W/(m^{2}K)]	[W/(m^{2}K)]	[W/(m^{2}K)]	[W/(m^{2}K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	–	3,6	3,2	3,1	2,6
	30%	–	3,5	3,2	3,1	2,7
	40%	–	3,5	3,2	3,0	2,8
Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	–	3,4	3,0	3,0	2,3
	30%	–	3,3	3,0	2,9	2,4
	40%	–	3,2	3,0	2,9	2,4
Συνθετικό πλαίσιο	20%	–	3,4	3,0	2,9	2,2
	30%	–	3,3	2,9	2,9	2,3
	40%	–	3,2	2,9	2,9	2,4
Ξύλινο πλαίσιο	20%	5,0	3,2	2,9	2,7	2,1
	30%	4,7	3,1	2,8	2,6	2,1
	40%	4,3	3,0	2,7	2,6	2,1
Διπλό παράθυρο (ξύλινο)*	20%	2,4	–	–	–	–
	30%	2,3	–	–	–	–
	40%	2,1	–	–	–	–

Πίνακας 13.1 Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων U

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους g (SHGC) των κουφωμάτων αφορά στους υαλοπίνακες των κουφωμάτων και προσδιορίζεται ανάλογα τον τύπο τους και το ποσοστό πλαισίου του κουφώματος σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Glass Type	U Value W/m^2/C	SHGC	VT
Single Clear Glazing	5.8	0.81	0.87
Low E Single Glazing	3.7	0.7	0.82
Double Clear Glazing	2.7	0.7	0.78
Low E Double Glazing	1.9	0.66	0.73

Πίνακας 13.2 Ενδεικτικοί συντελεστές παραθύρων
(Πηγή: http://www.adelaidecitycouncil.com/assets/acc/Development/planning-building/docs/glazing_fact_sheet.pdf)

3.2.7. Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του κουφώματος g_w εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του κουφώματος προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό. Η τιμή του εξαρτάται από το είδος του υαλοπίνακα και το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος. Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από το πλαίσιο και μεταδίδεται με τη μορφή θερμότητας στο εσωτερικό είναι πολύ μικρή συγκριτικά με αυτήν που διέρχεται από το διαφανές τμήμα του κουφώματος και γι' αυτό αγνοείται. Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους g_w υπολογίζεται από τη σχέση 3.7. Επειδή όπως αναφέρθηκε η τιμή του g_w εξαρτάται από το ποσοστό του πλαισίου θα πρέπει να υπολογίζεται για κάθε τύπο κουφώματος ξεχωριστά.

$$g_w = g_{gl}(1 - F_f) \qquad [3.7.]$$

- Όταν δεν υπάρχει από τη μελέτη ο συντελεστής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφώματος, τότε λαμβάνονται οι συντελεστές του πίνακα 3.17. της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφώματος, ανάλογα με το ποσοστό του πλαισίου και τον τύπο του υαλοπίνακα.

Πίνακας 3.17. *Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφωμάτων.*

Τύπος υαλοπίνακα	Ποσοστό πλαισίου F_f			
	10%	20%	30%	40%
Μονός υαλοπίνακας	0,69	0,62	0,54	0,46
Διπλός υαλοπίνακας	0,61	0,54	0,48	0,41
Διπλός υαλοπίνακας, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,54	0,48	0,42	0,36
Διπλό παράθυρο	0,61	0,54	0,48	0,41
Έγχρωμος ή ανακλαστικός υαλοπίνακας χωρίς δυνατότητα διαπίστωσης των ιδιοτήτων του	0,41	0,36	0,32	0,27

όπου: F_f το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα,
g_{gl} ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα.

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα (g_{gl}), εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του υαλοπίνακα προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σ' αυτό και λαμβάνεται ίση με το 90% του συντελεστή ηλιακού κέρδους g σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας. Όταν η τιμή g δεν πιστοποιείται από τον κατασκευαστή του υαλοπίνακα μπορεί να ληφθεί από τον πίνακα 3.16.

Πίνακας 3.16. *Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας σε κάθετη πρόσπτωση, της ημισφαιρικής διαπερατότητας g_{em} και της μέσης διαπερατότητας g_{gl}, για διάφορους τύπους υαλοπίνακα.*

Τύπος υαλοπίνακα	g	g_{gl}	g_{em}
Μονός υαλοπίνακας	0,85	0,77	0,78
Διπλός υαλοπίνακας	0,75	0,68	0,66
Διπλός υαλοπίνακας, με επιλεκτική, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,67	0,60	0,56
Διπλό παράθυρο	0,75	0,68	0,66

Συνοπτικά, τα υλικά που ορίστηκαν ως οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες του μοντέλου για τις ανάγκες τις προσομοίωσεις είναι τα εξής :

από εξωτερικό σε εσωτερικό στρώμα για κάθε όροφο

Εξωτερικοί τοίχοι - Exterior Walls	**Τραχύτητα**	**Πάχος (m)**	**Θερμική αγωγιμότητα (W / m*K)**	**Πυκνότητα (kg / m^3)**	**Ειδική Θερμοχωρητικότητα (J/ kg * k)**
Επίχρισμα (Ασβεστοκονίαμα)	MediumSmooth	0,03	0,87	1800	1000
Τσιμεντόλιθοι	Rough	0,20	0,99	1800	1000
Επίχρισμα (Ασβεστοκονίαμα)	Medium Smooth	0,03	0,87	1800	1000
Εσωτερικοί τοίχοι - Interior Walls					
Γυψοσανίδες	MediumRough	0,025	0,25	900	1000
Πετροβάμβακας	Smooth	0,07	0,037	100	840
Γυψοσανίδες	MediumRough	0,025	0,25	900	1000
Δάπεδο - Floor					
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	Rough	0,34	2,50	2400	1000
Γαρμπιλόδεμα	MediumRough	0,07	0,81	1700	1000
Φελλός	Smooth	0,003	0,05	200	1500
Linoleum	VerySmooth	0,001	0,17	1200	1400
Εσωτερική Οροφή - Ceiling					
Linoleum	VerysSmooth	0,001	0,17	1200	1400
Φελλός	Smooth	0,003	0,05	150	1500
Γαρμπιλόδεμα	MediumRough	0,07	0,81	1700	
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	Rough	0,34	2,50	2400	1000
Εξωτερική Οροφή - Roof					
Τσιμεντόπλακες	Rough	0,04	1,5	2100	1000
Χαλίκια	MediumRough	0,08	2,00	2200	1045
Φύλλο μη υφαντού γεωυφάσματος	Smooth	0,001	0,040	100	1030
Θερμομονωτικές πλάκες από εξηλασμένη πολυστερόλη	MediumSmooth	0,07	0,035	30	1500
Στεγανωτική μεμβράνη	Smooth	0,001	0,026	55	1450
Κυψελωτό μπετό ρύσεων	MediumRough	0,05	0,230	600	1000
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	Rough	0,34	2,50	2400	1000

Παράθυρα - Operable Windows	**Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W / m*K)**	**Συντελεστής Ηλιακού θερμικού κέρδους SGHC**	**Οπτική διαπερατότητα VT**
Διπλά παράθυρα (4mm- 6mm - 4mm) με μεταλλικό κούφωμα	4,1	0,54	0,78

5ος όροφος

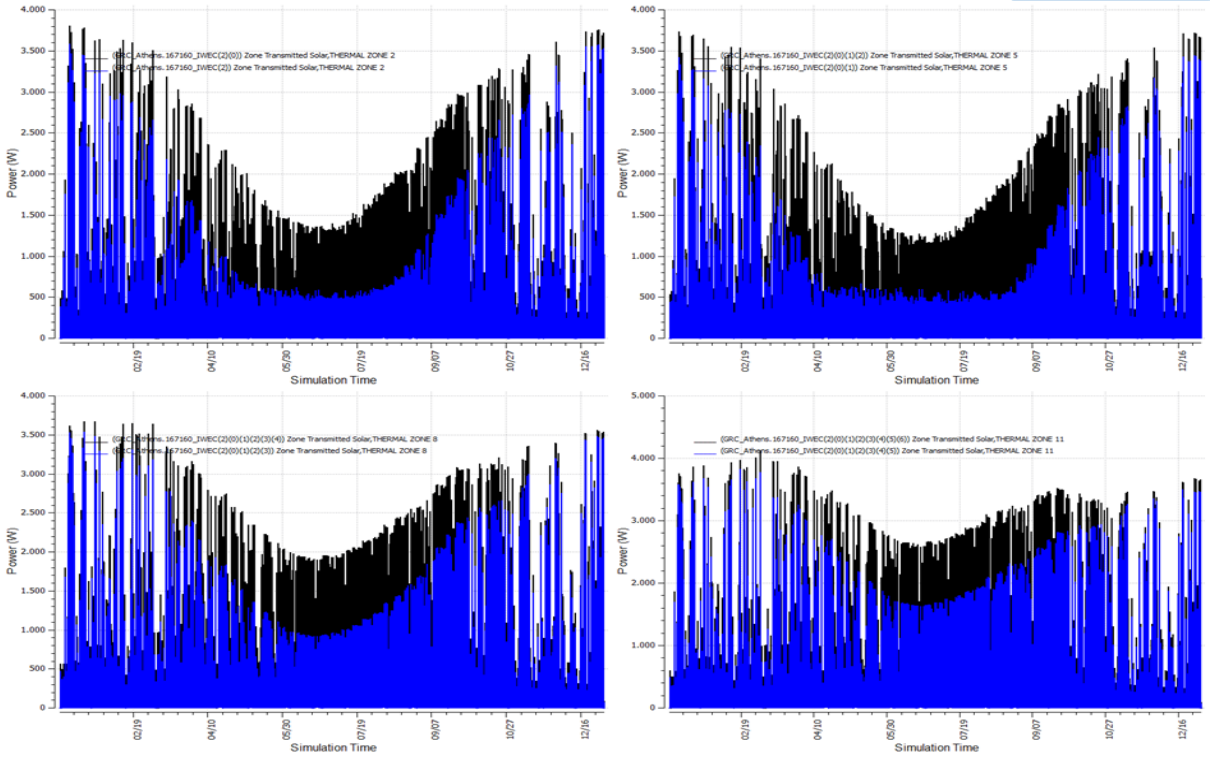
Εσωτερικοί τοίχοι - Interior Walls	**Τραχύτητα**	**Πάχος (m)**	**Θερμική αγωγιμότητα (W / m*K)**	**Πυκνότητα (kg / m^3)**	**Ειδική Θερμοχωρητικότητα (J/ kg * k)**
Επίχρισμα (Ασβεστοκονίαμα)	MediumSmooth	0,025	0,87	1800	1000
Οπτοπλινθοδομή	Rough	0,09	0,60	1500	1000
Επίχρισμα (Ασβεστοκονίαμα)	MediumSmooth	0,025	0,87	1800	1000
Δάπεδο - Floor					
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	Rough	0,34	2,50	2400	1000
Μωσαικό	MediumSmooth	0,03	1,20	1900	840
Εσωτερική Οροφή - Ceiling					
Μωσαικό	MediumSmooth	0,03	1,20	1900	840
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	Rough	0,34	2,50	2400	1000

Παράθυρα - Operable Windows	**Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W / m*K)**	**Συντελεστής Ηλιακού θερμικού κέρδους SGHC**	**Οπτική διαπερατότητα VT**
Μονά (6mm) με ξύλινο κούφωμα	5	0,62	0,78

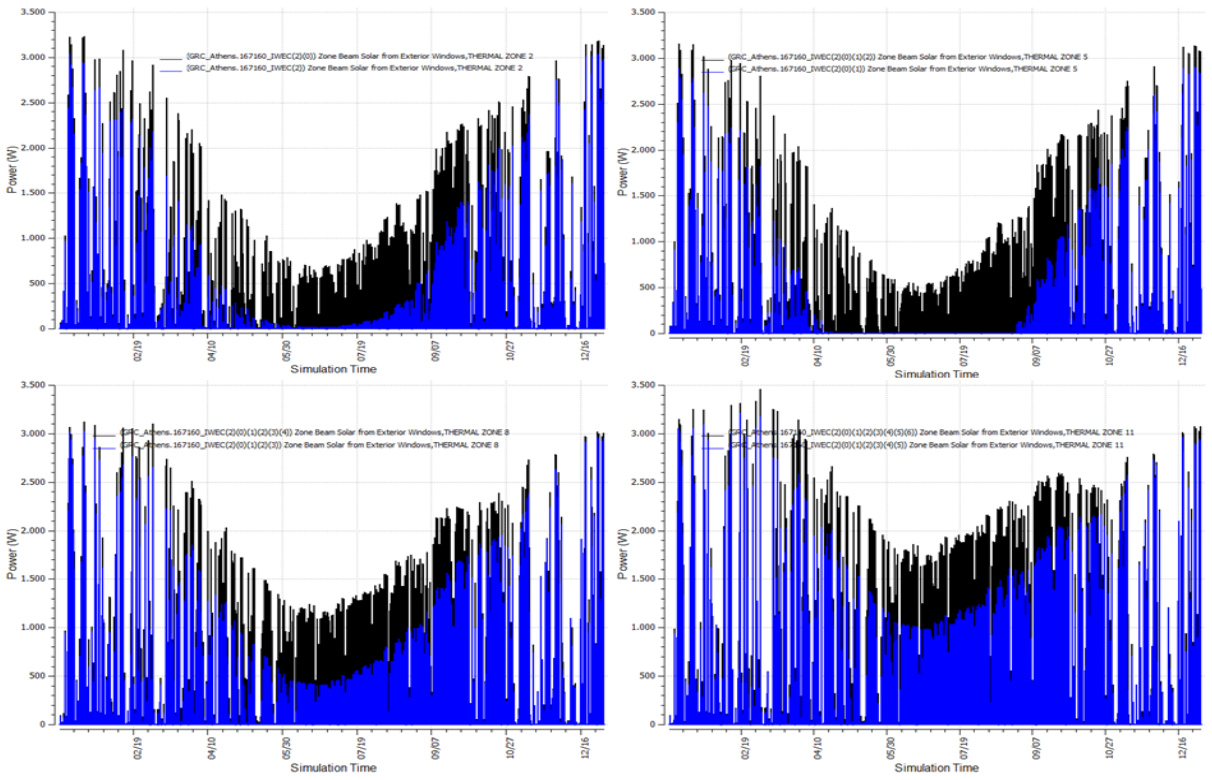
14 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ' : ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΙΠΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ

[1] Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία ανά θερμική ζώνη

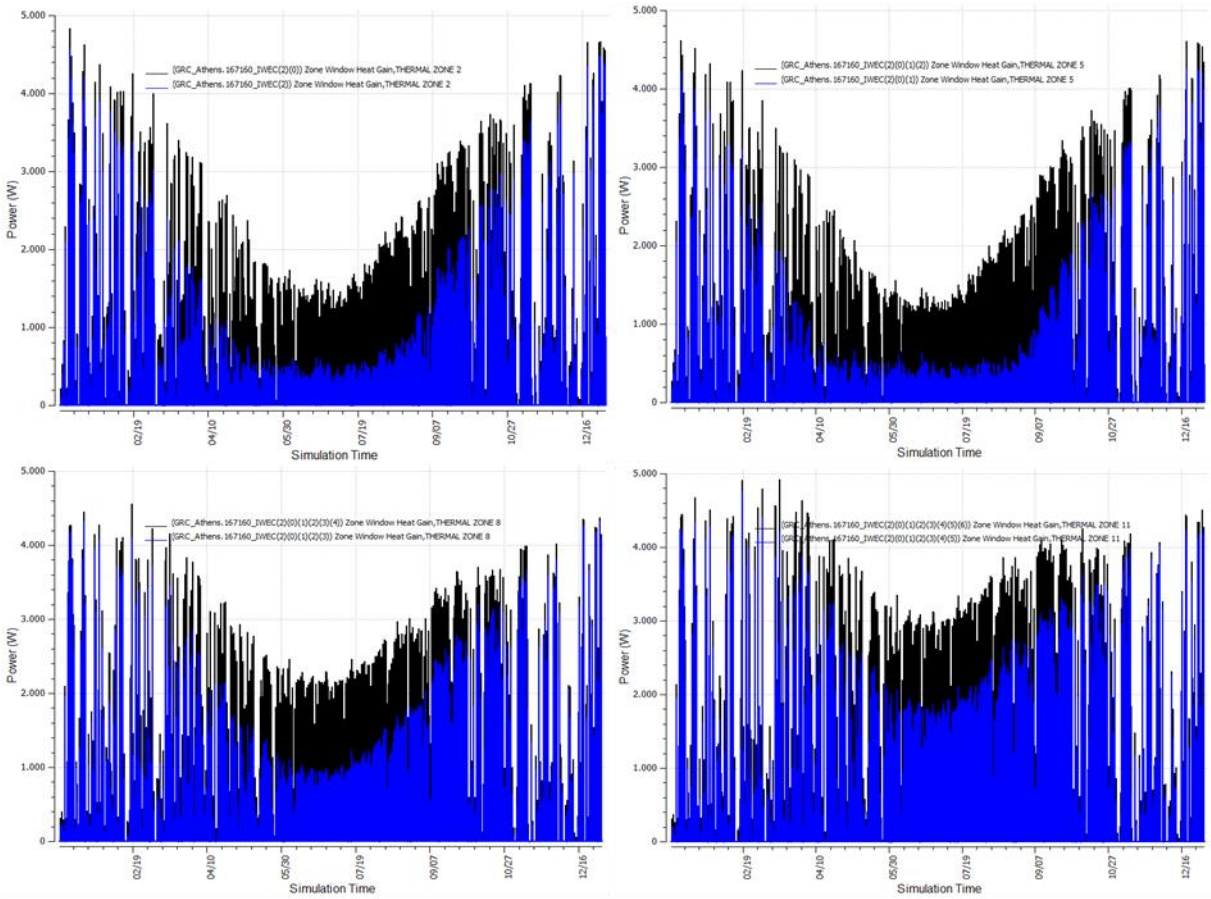
5ος όροφος



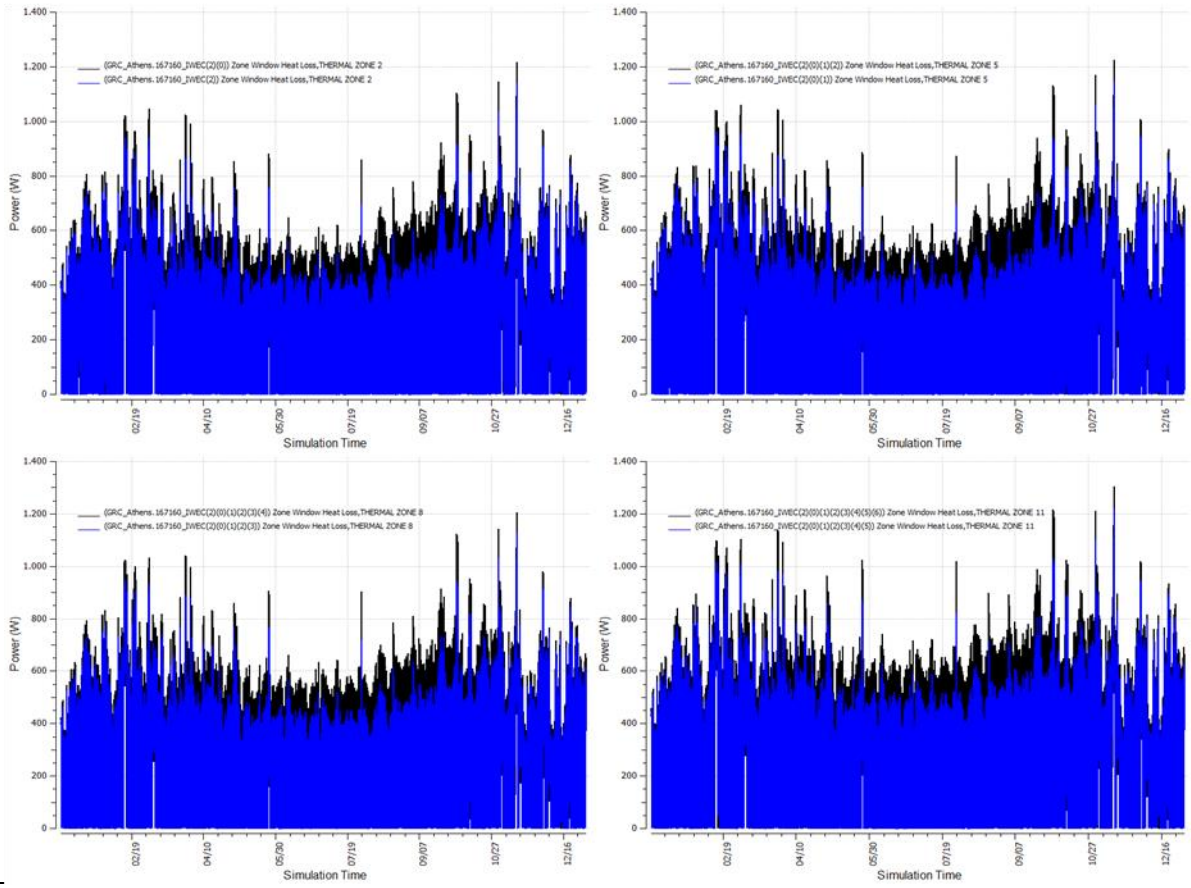
[2] Άμεση ηλιακή ακτινοβολία ανά θερμική ζώνη



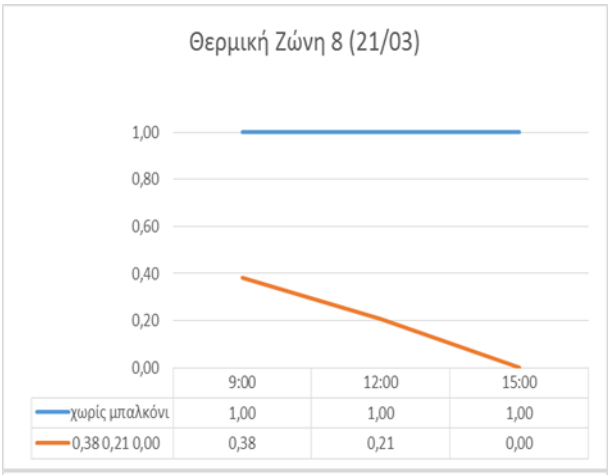
[3] Θερμικά κέρδη ανά θερμική ζώνη

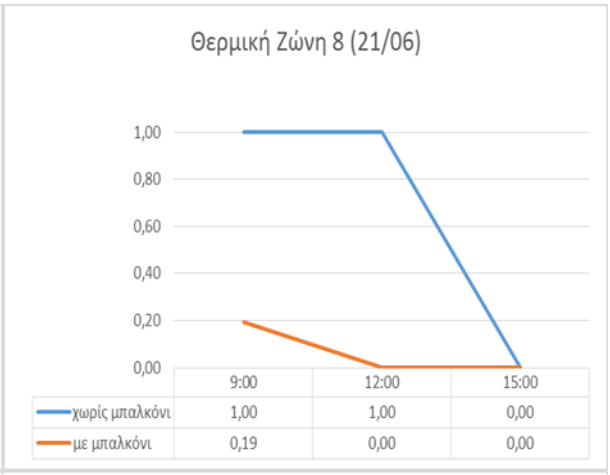


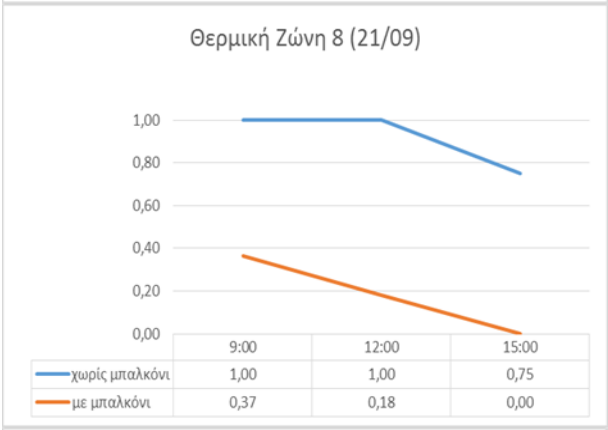
[4] Θερμικές απώλειες ανά θερμική ζώνη

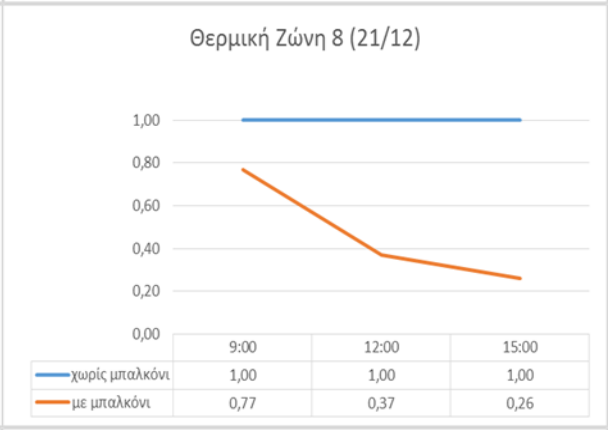


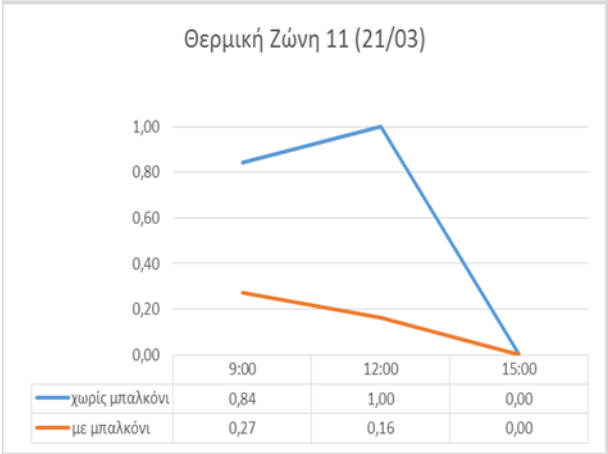
[5] Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία

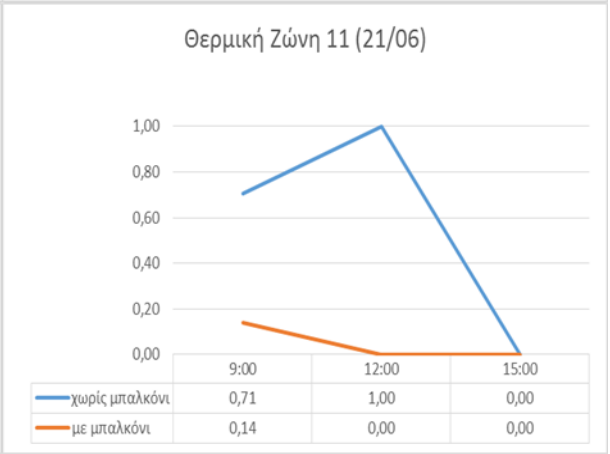

Θερμική Ζώνη 8 (21/03)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 1,00
0,38 0,21 0,00 0,38 0,21 0,00

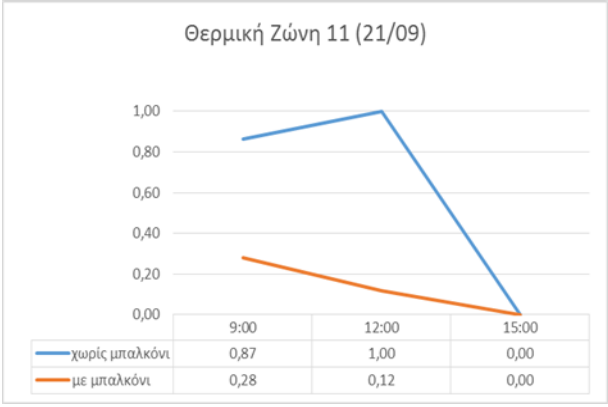

Θερμική Ζώνη 8 (21/06)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 0,00
με μπαλκόνι 0,19 0,00 0,00

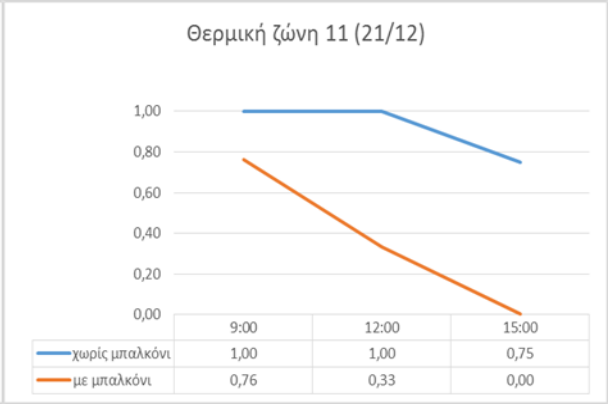

Θερμική Ζώνη 8 (21/09)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 0,75
με μπαλκόνι 0,37 0,18 0,00


Θερμική Ζώνη 8 (21/12)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 1,00
με μπαλκόνι 0,77 0,37 0,26

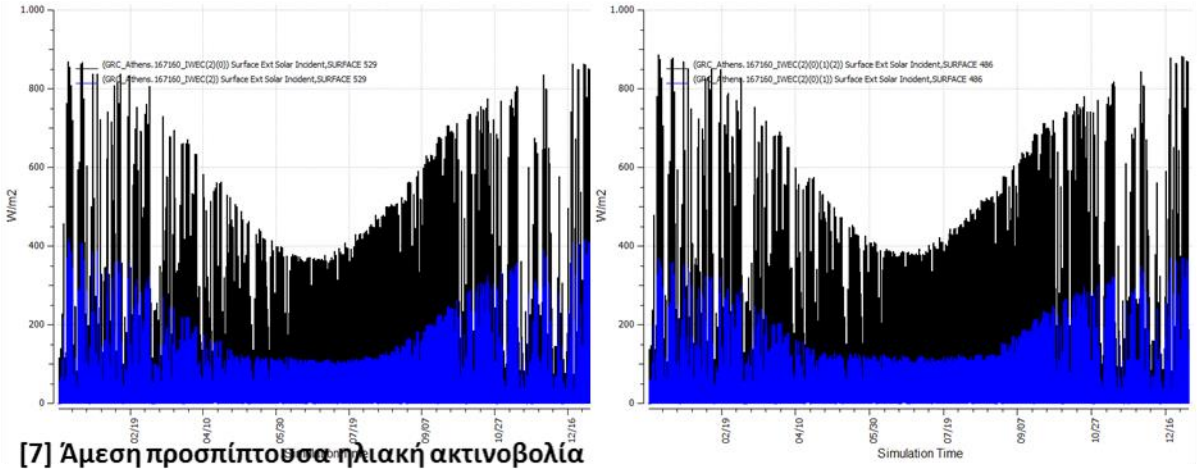

Θερμική Ζώνη 11 (21/03)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 0,84 1,00 0,00
με μπαλκόνι 0,27 0,16 0,00


Θερμική Ζώνη 11 (21/06)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 0,71 1,00 0,00
με μπαλκόνι 0,14 0,00 0,00

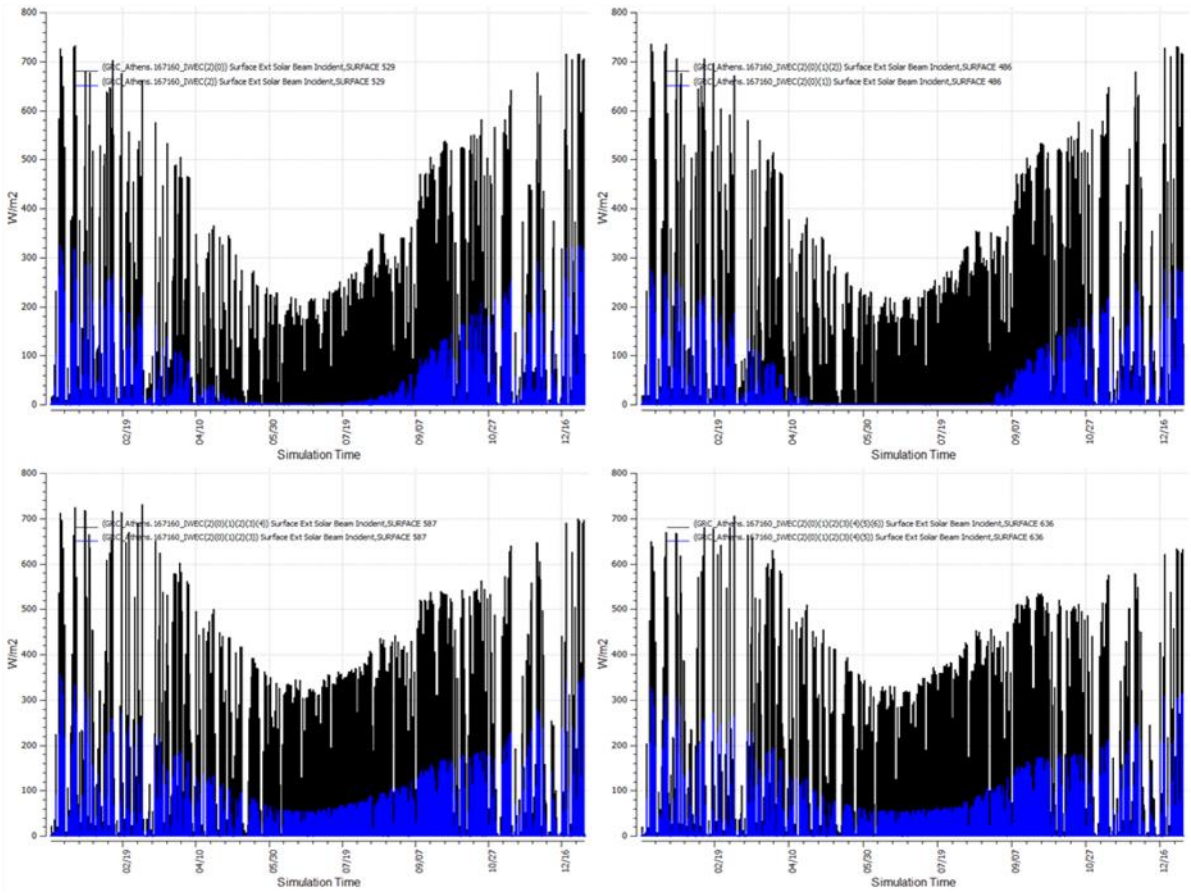

Θερμική Ζώνη 11 (21/09)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 0,87 1,00 0,00
με μπαλκόνι 0,28 0,12 0,00


Θερμική ζώνη 11 (21/12)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 0,75
με μπαλκόνι 0,76 0,33 0,00

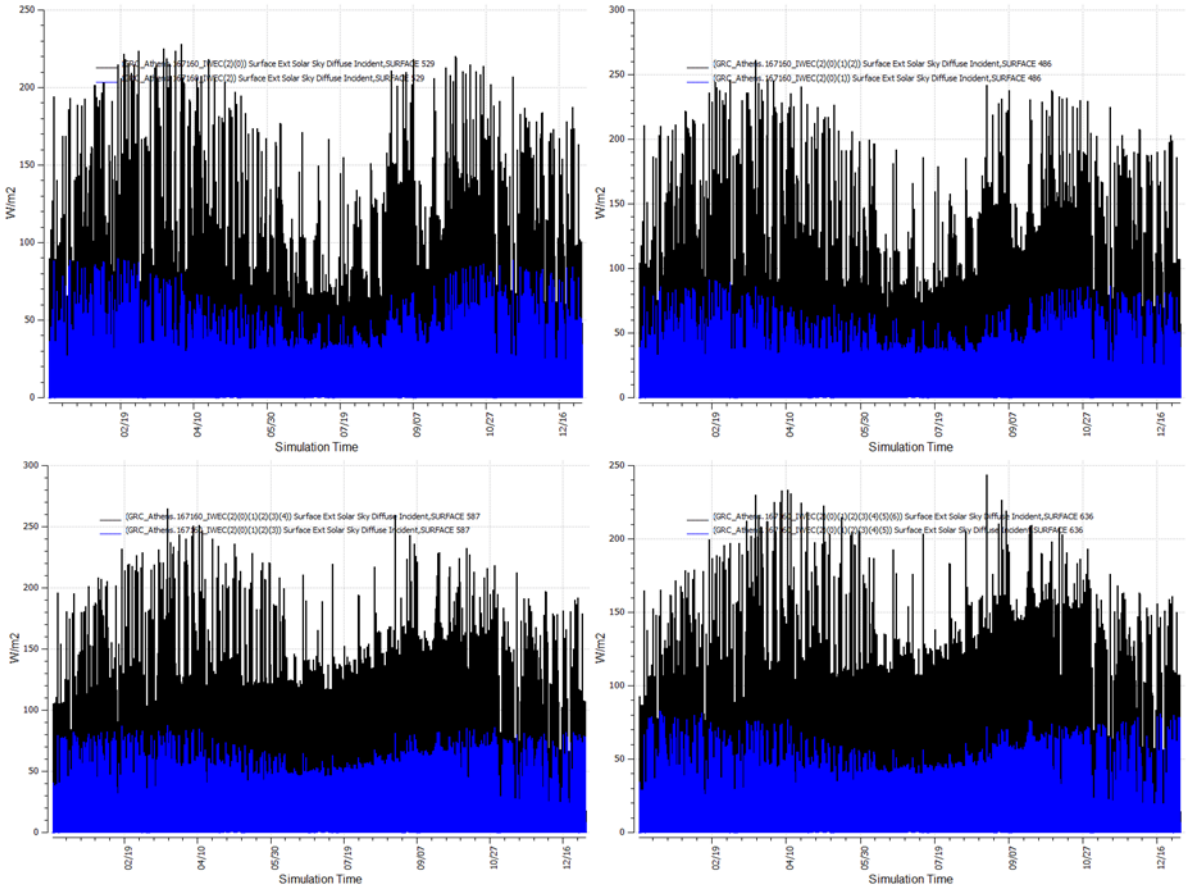
[6] Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



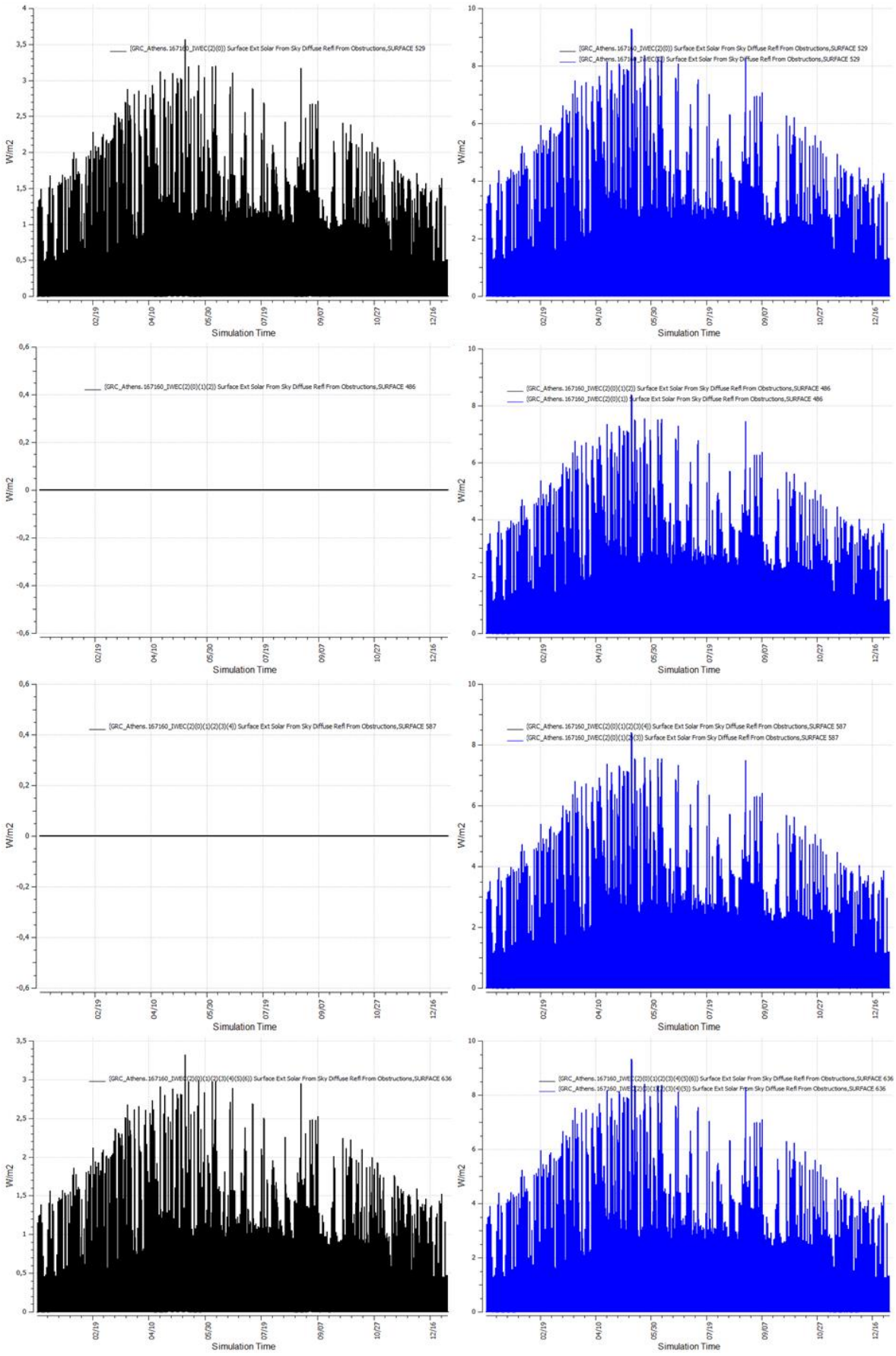
[7] Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



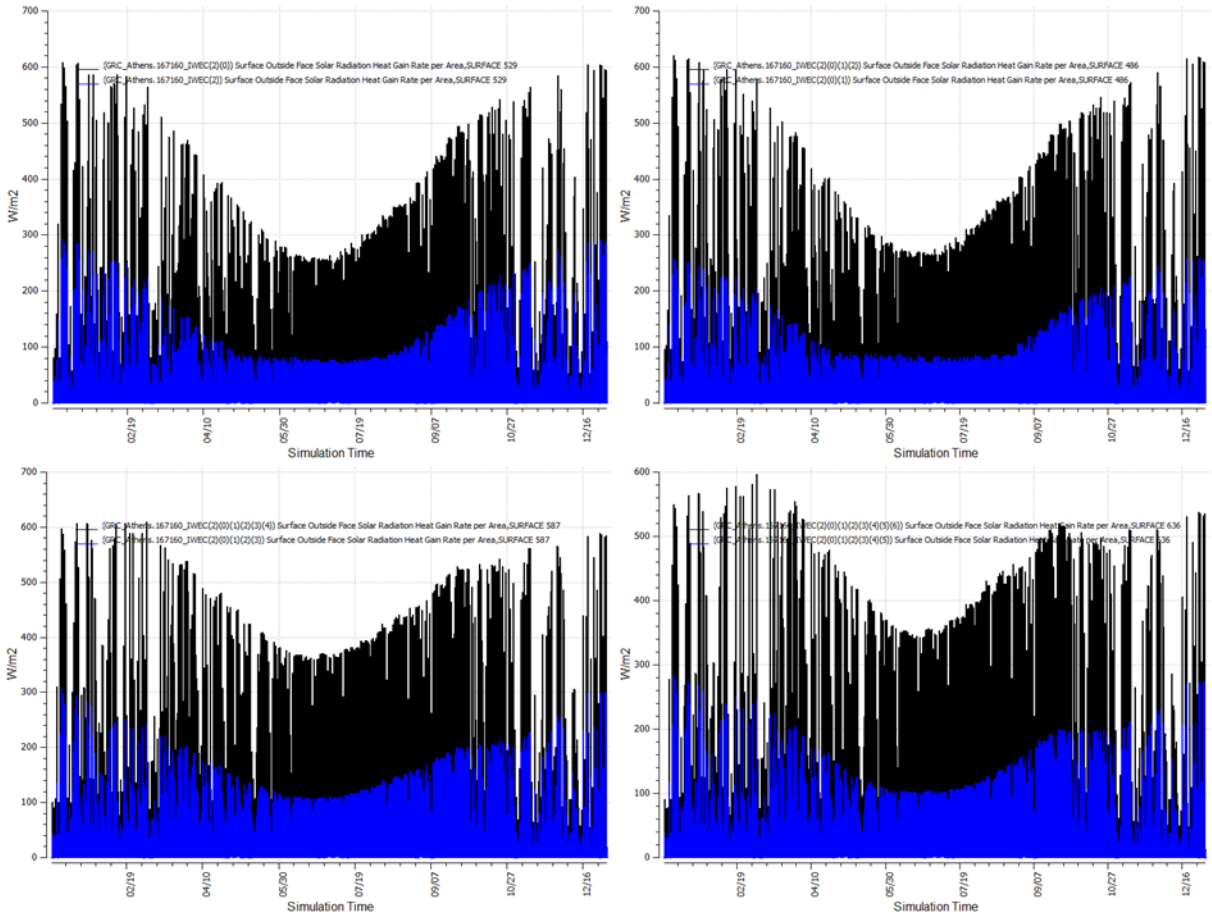
[8] Διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



[9] Διάχυτη ανακλώμενη ακτινοβολία λόγω εμποδίων

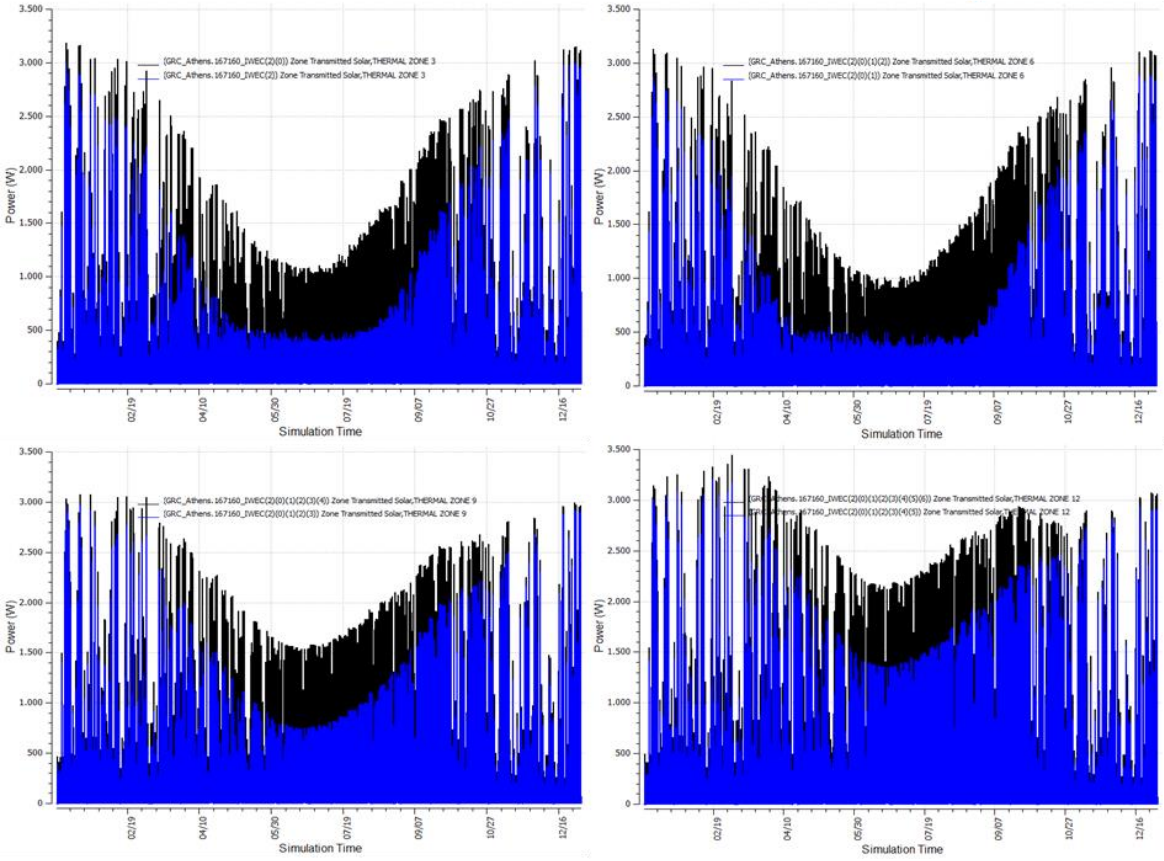


[10] Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη

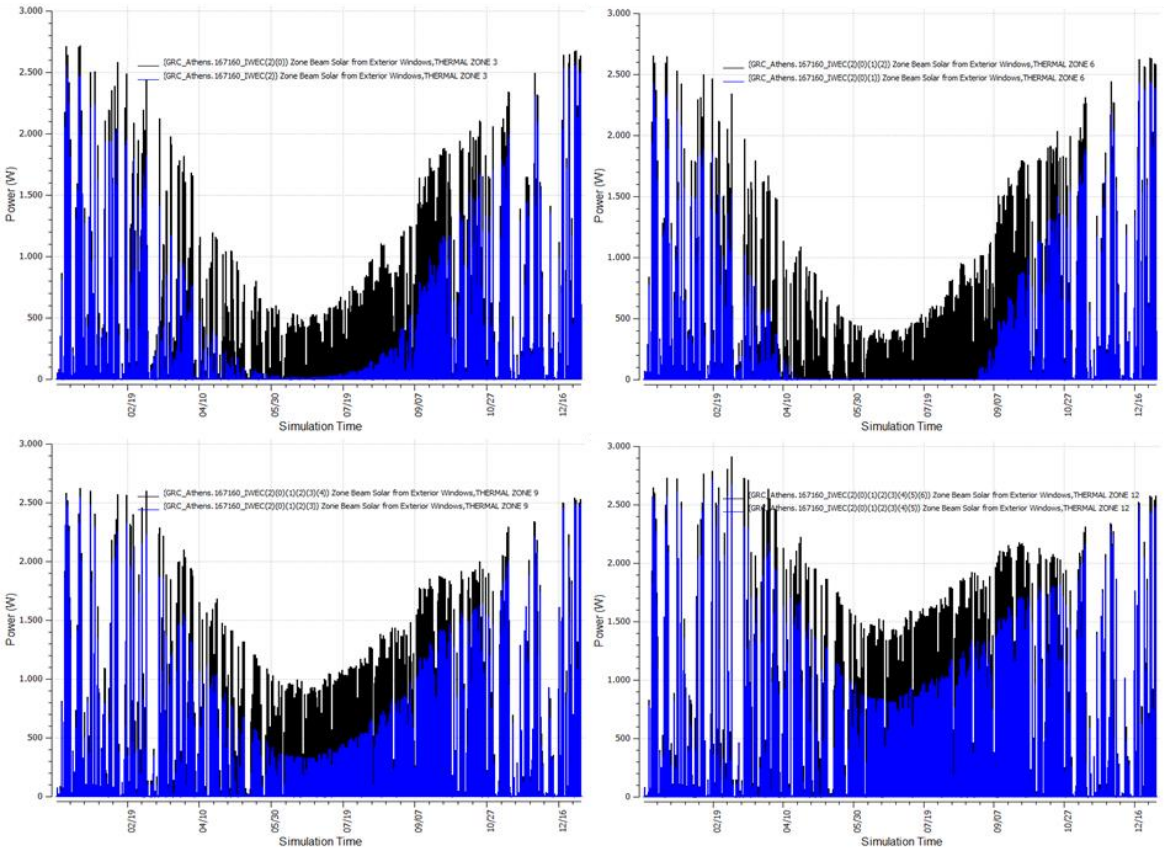


[1] Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία ανά θερμική ζώνη

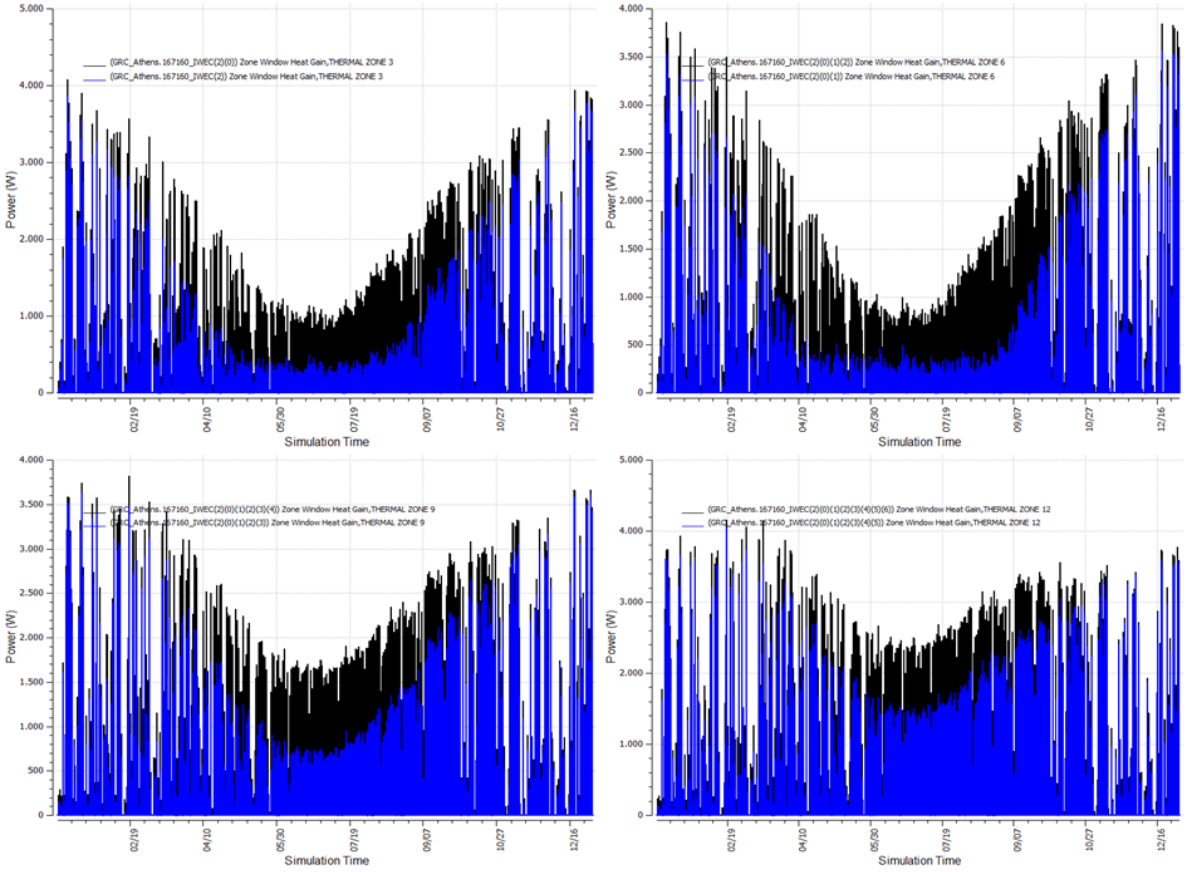
6ος όροφος



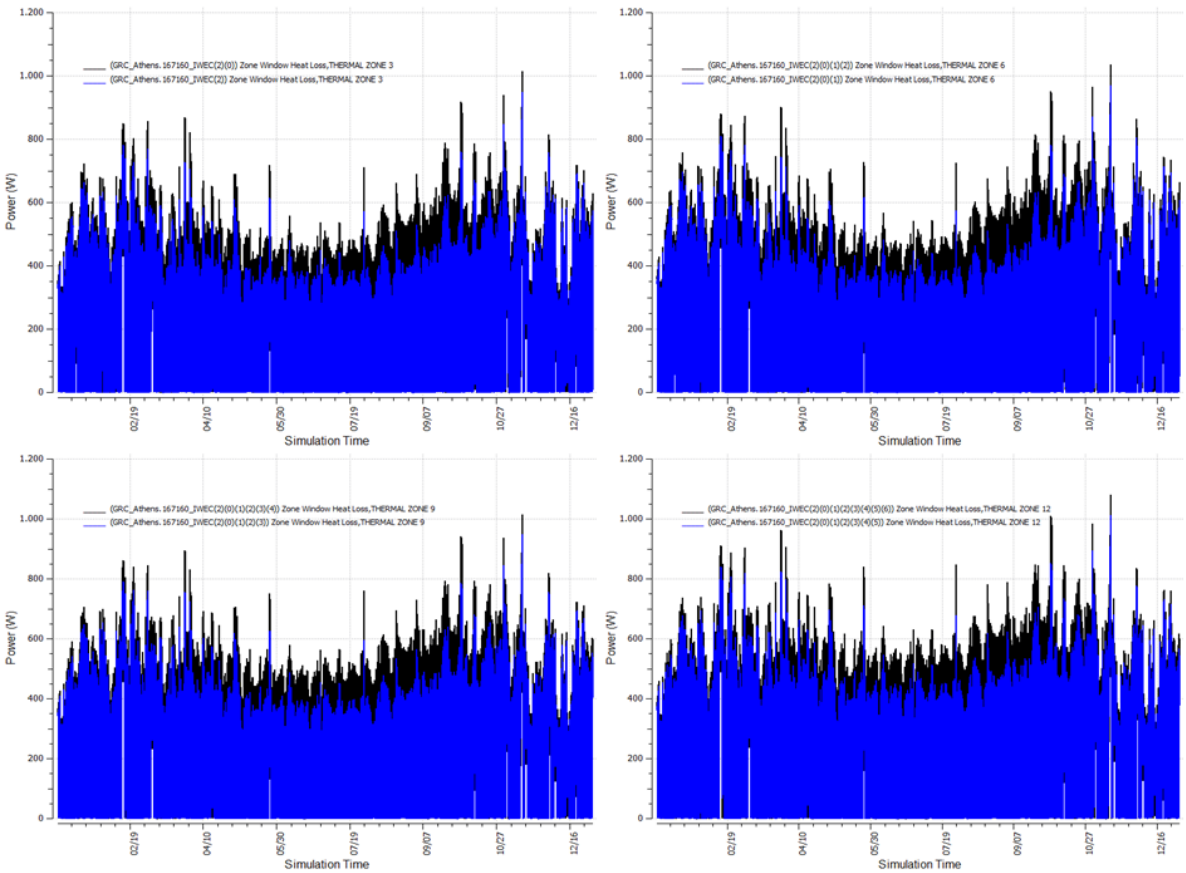
[2] Άμεση ηλιακή ακτινοβολία ανά θερμική ζώνη



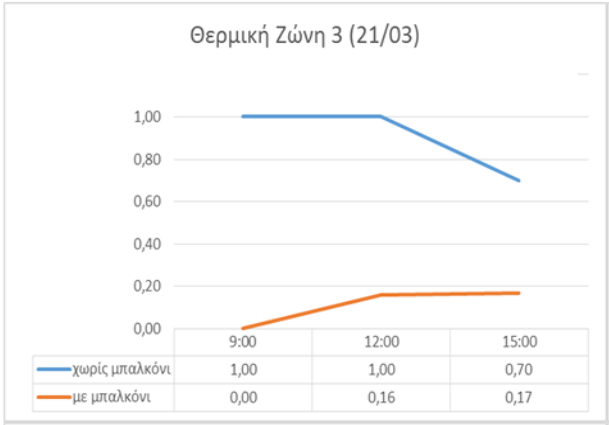
[3] Θερμικά κέρδη ανά θερμική ζώνη

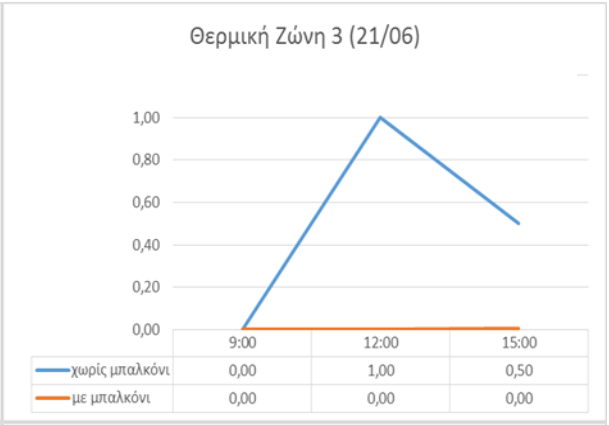


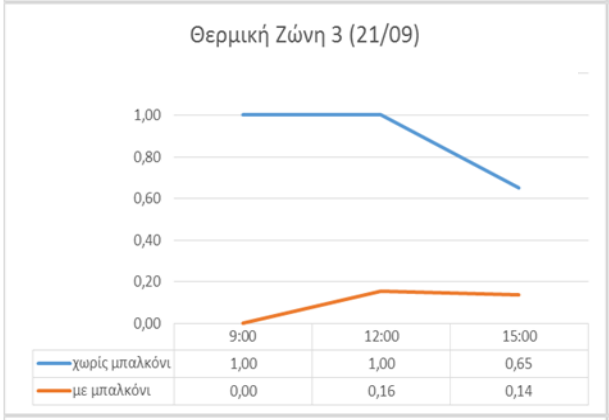
[4] Θερμικές απώλειες ανά θερμική ζώνη

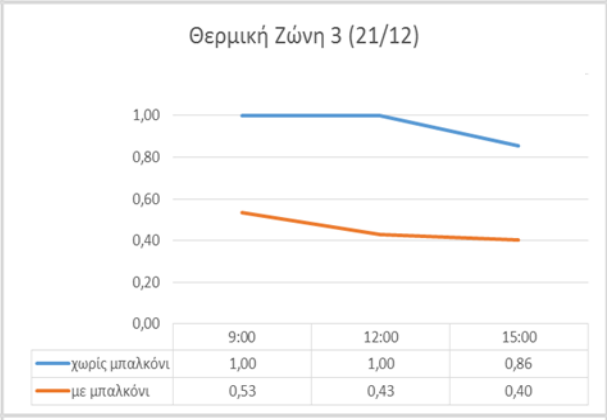


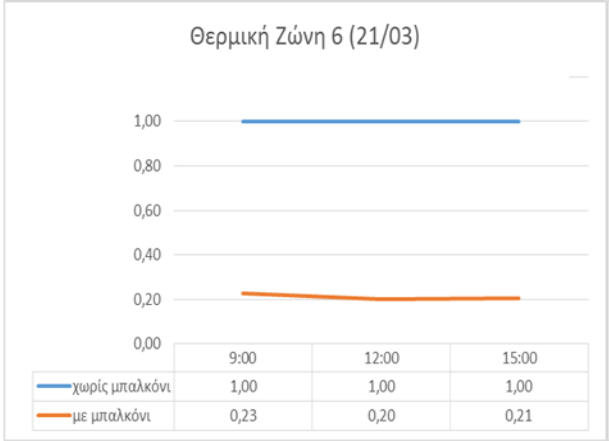
[5] Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία

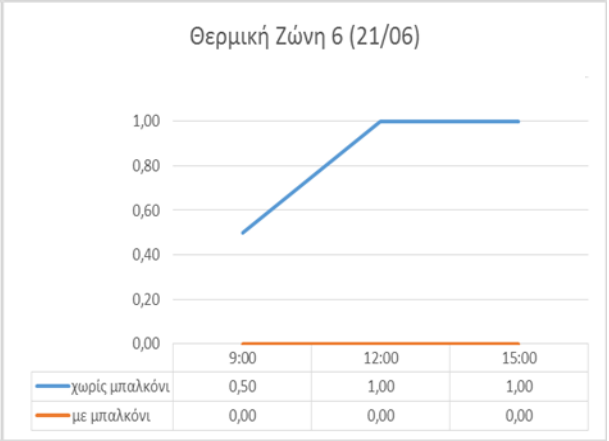


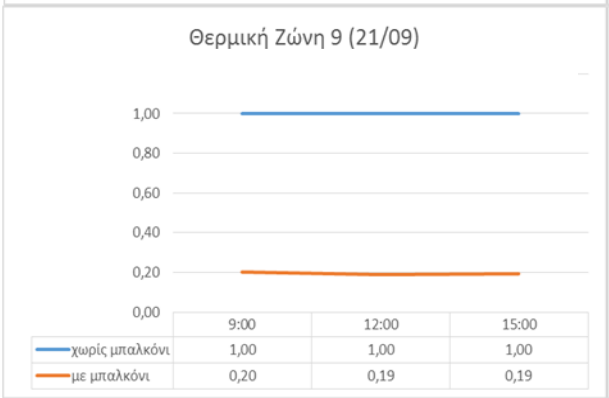


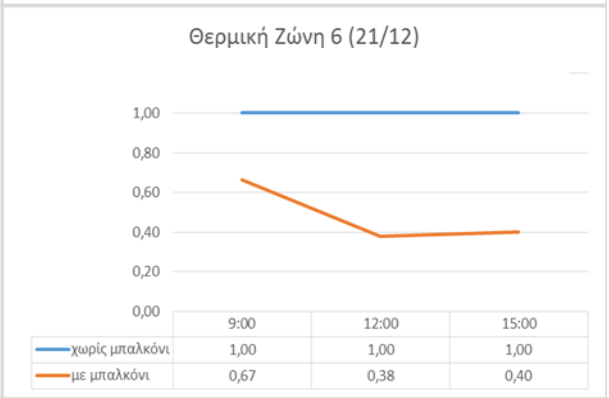


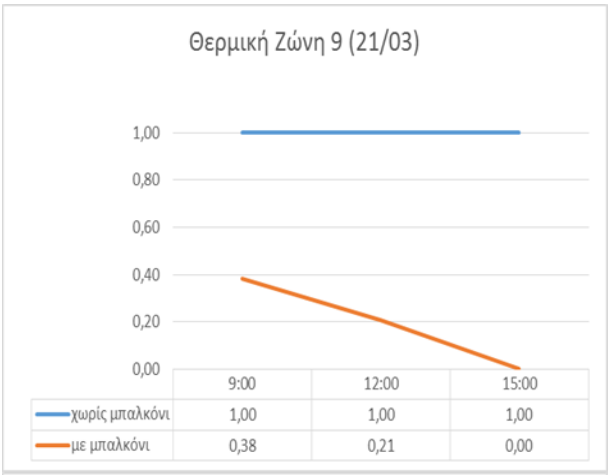


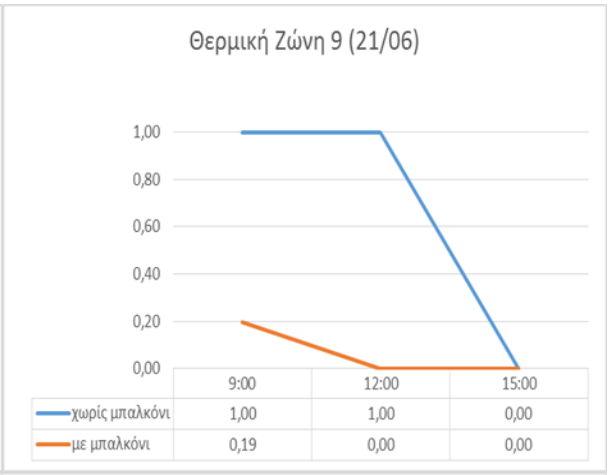


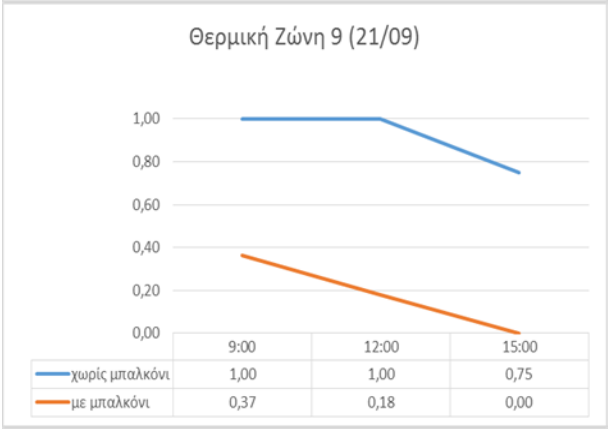


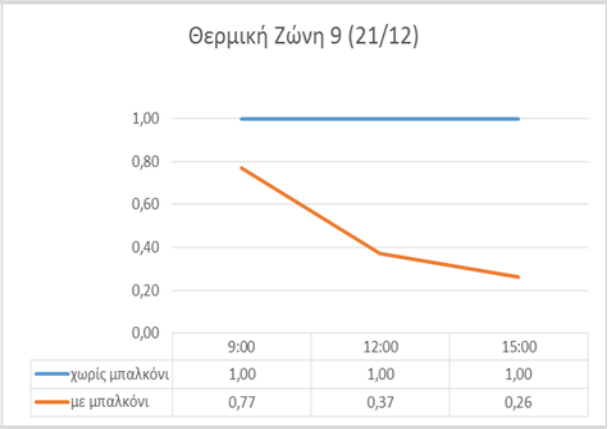


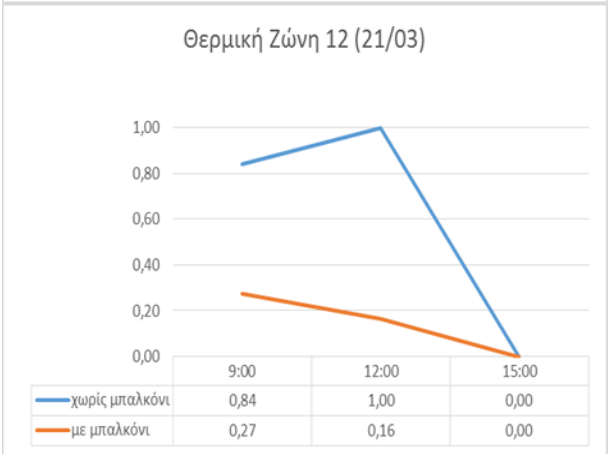


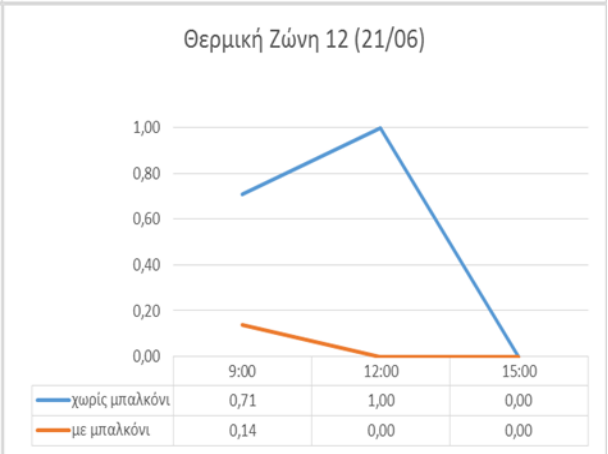

Θερμική Ζώνη 9 (21/03)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 1,00
με μπαλκόνι 0,38 0,21 0,00

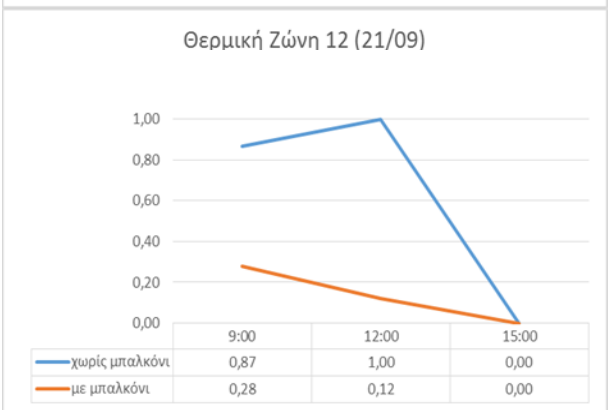

Θερμική Ζώνη 9 (21/06)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 0,00
με μπαλκόνι 0,19 0,00 0,00

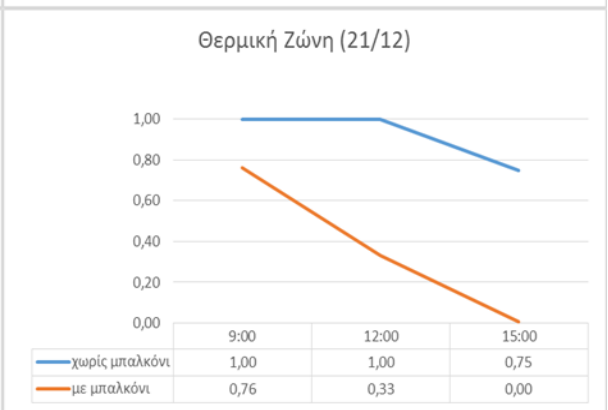

Θερμική Ζώνη 9 (21/09)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 0,75
με μπαλκόνι 0,37 0,18 0,00


Θερμική Ζώνη 9 (21/12)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 1,00
με μπαλκόνι 0,77 0,37 0,26

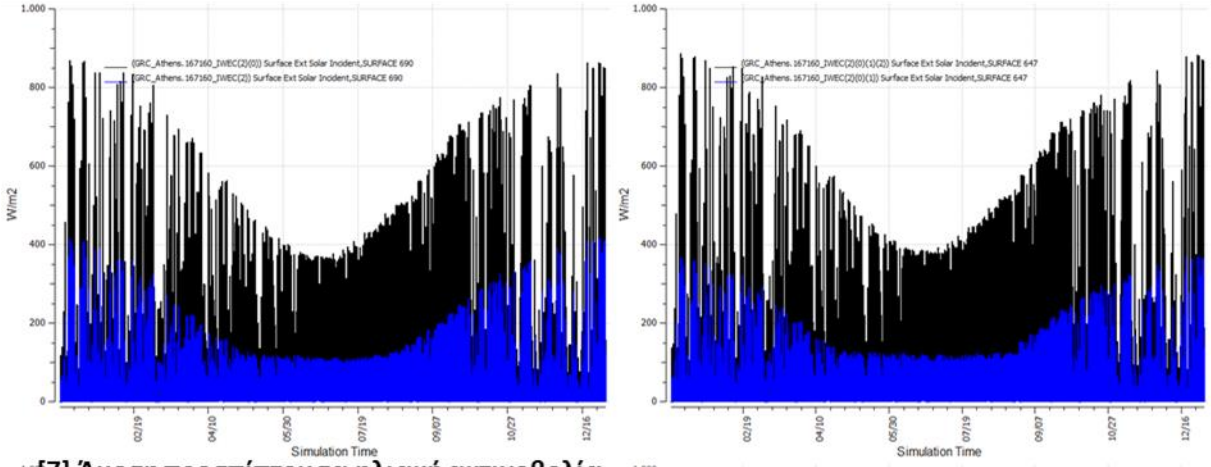

Θερμική Ζώνη 12 (21/03)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 0,84 1,00 0,00
με μπαλκόνι 0,27 0,16 0,00


Θερμική Ζώνη 12 (21/06)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 0,71 1,00 0,00
με μπαλκόνι 0,14 0,00 0,00

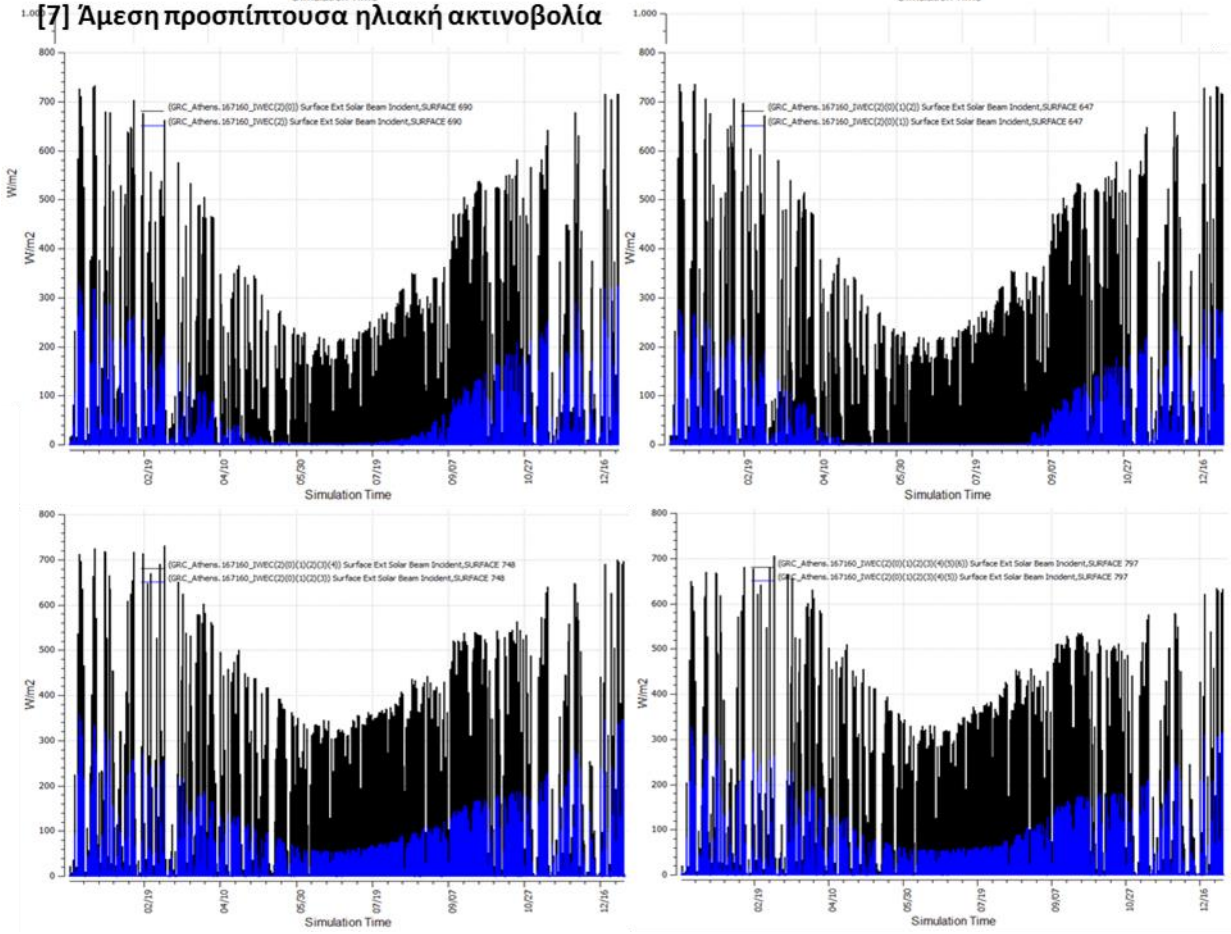

Θερμική Ζώνη 12 (21/09)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 0,87 1,00 0,00
με μπαλκόνι 0,28 0,12 0,00


Θερμική Ζώνη (21/12)
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,00
9:00 12:00 15:00
χωρίς μπαλκόνι 1,00 1,00 0,75
με μπαλκόνι 0,76 0,33 0,00

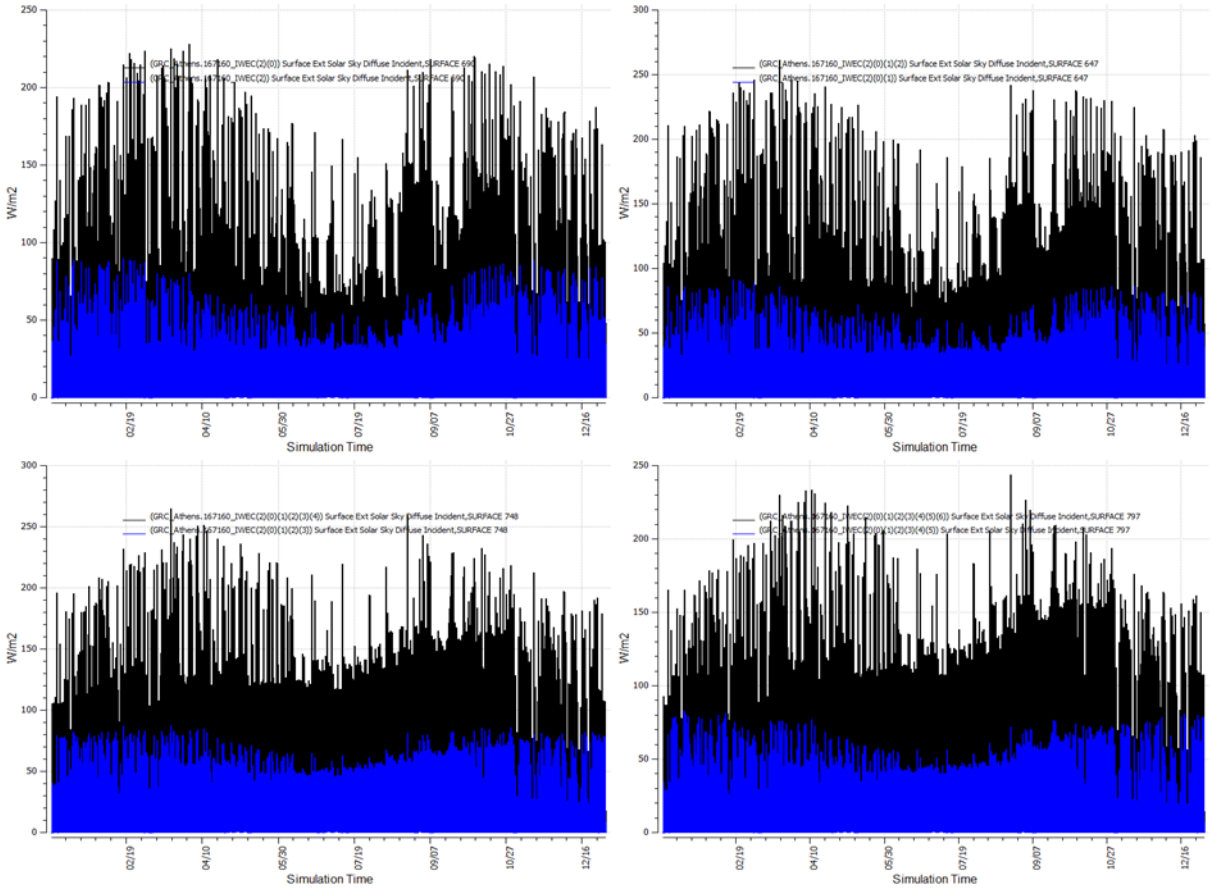
[6] Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



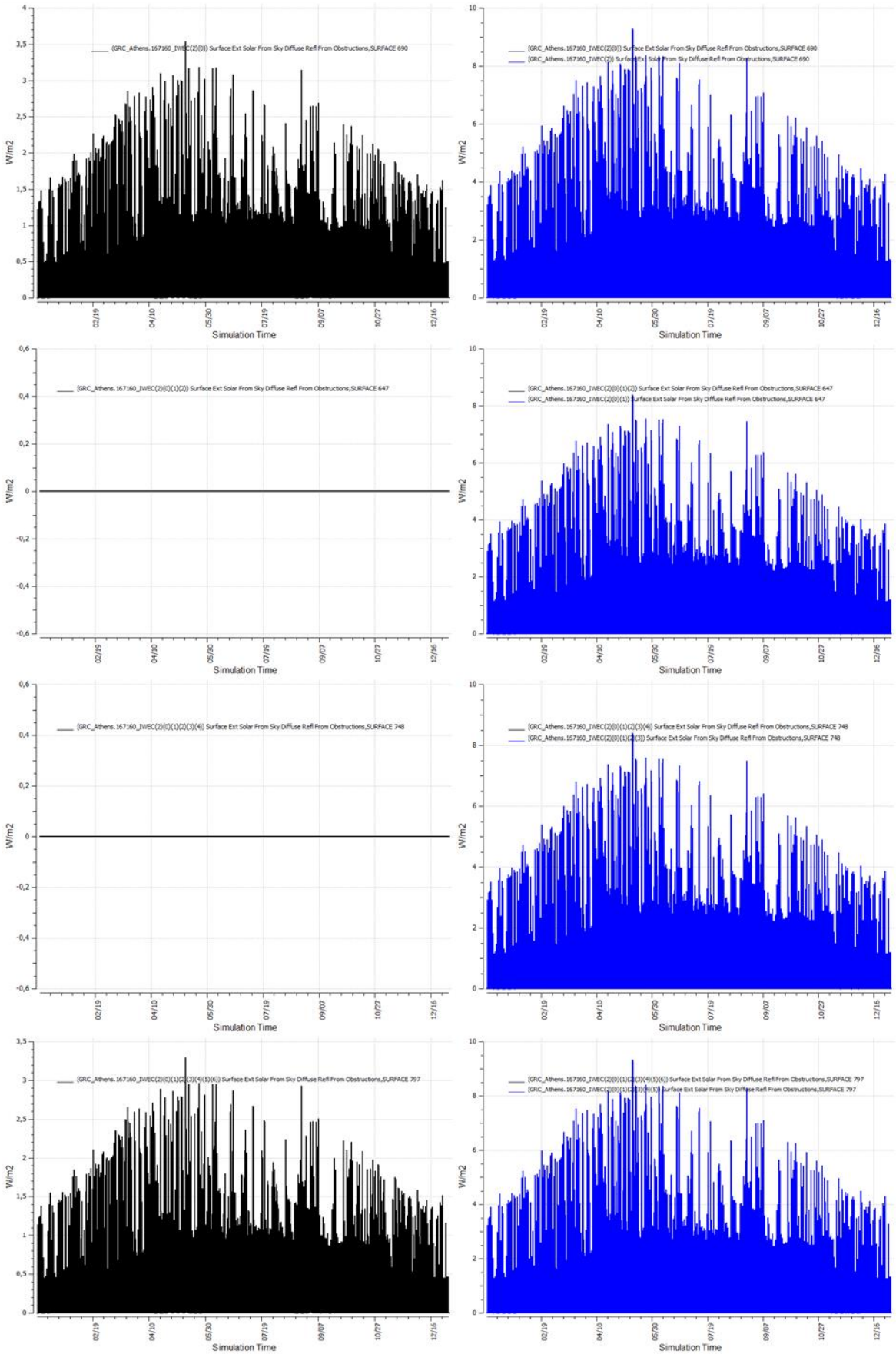
[7] Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



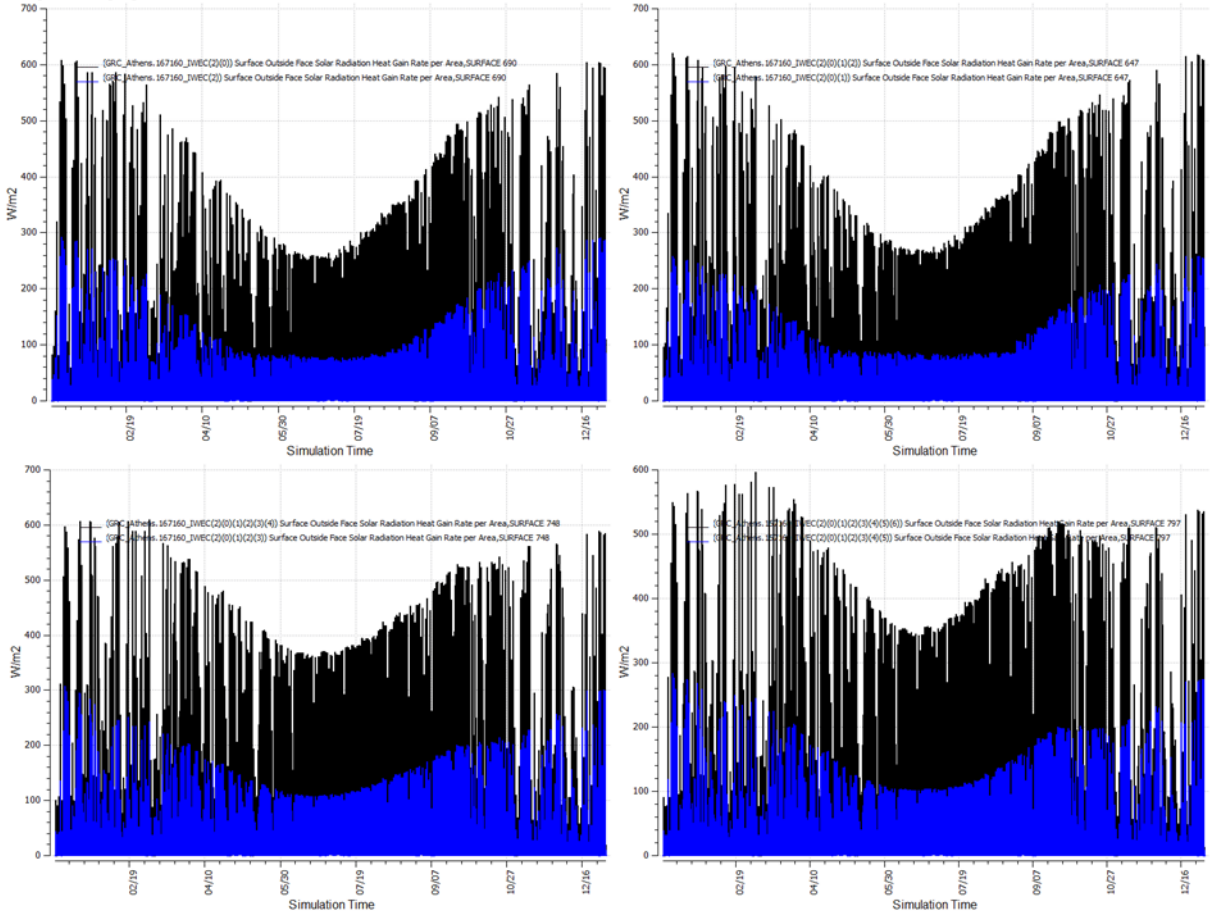
[8] Διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



[9] Διάχυτη ανακλώμενη ακτινοβολία λόγω εμποδίων

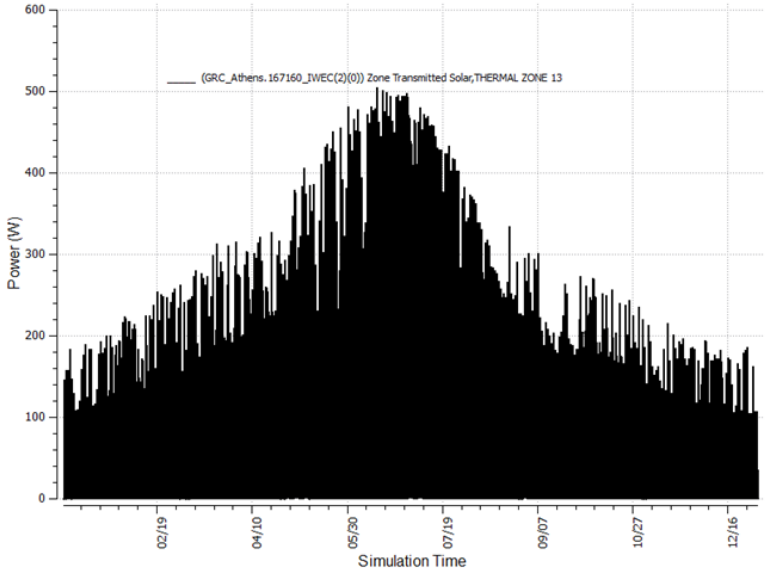


[10] Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη

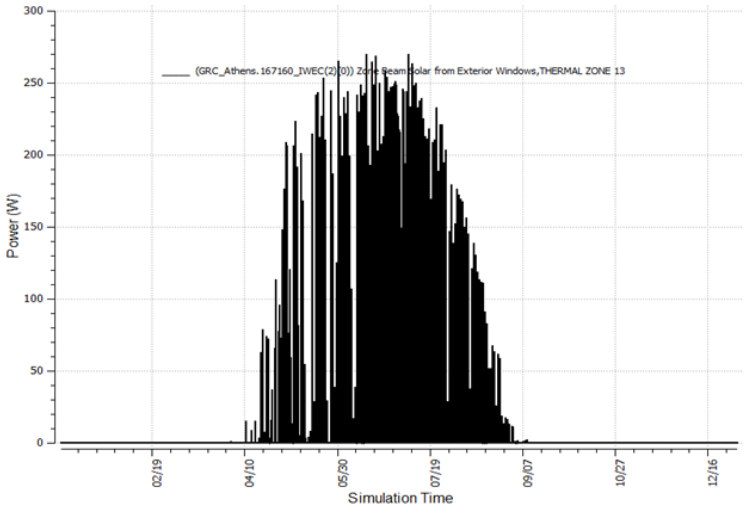


[1] Μεταδιδόμενη ηλιακή ακτινοβολία ανά θερμική ζώνη

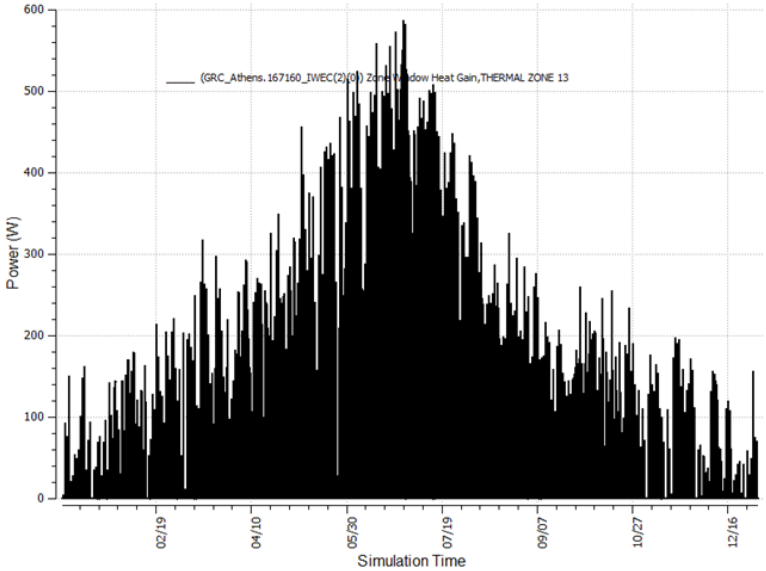
Βόρεια Όψη



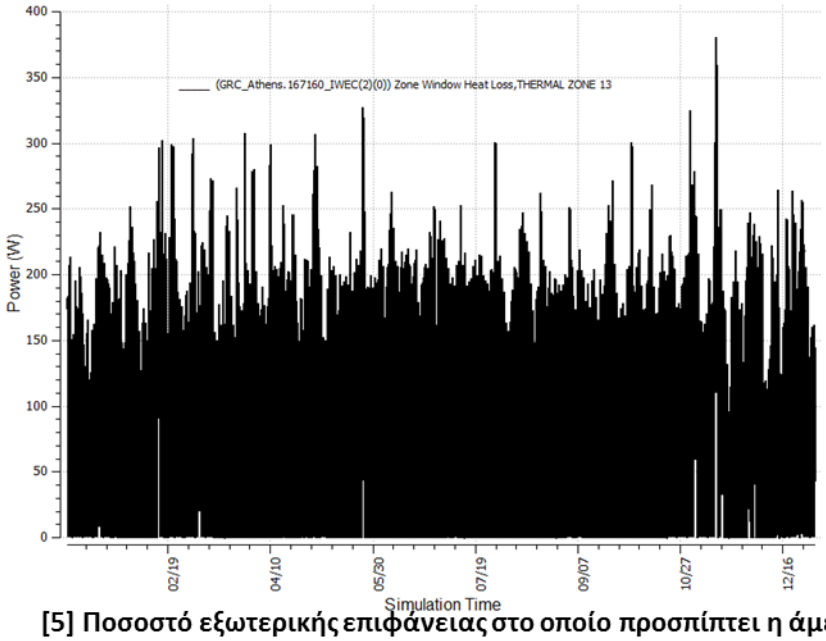
[2] Άμεση ηλιακή ακτινοβολία ανά θερμική ζώνη



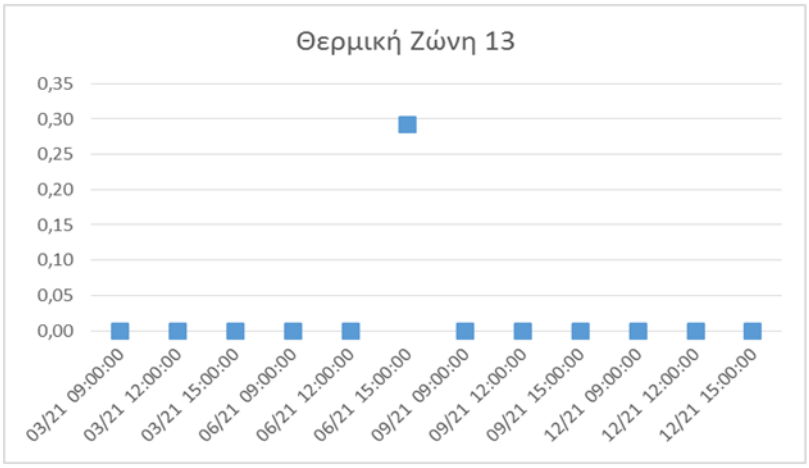
[3] Θερμικά κέρδη ανά θερμική ζώνη



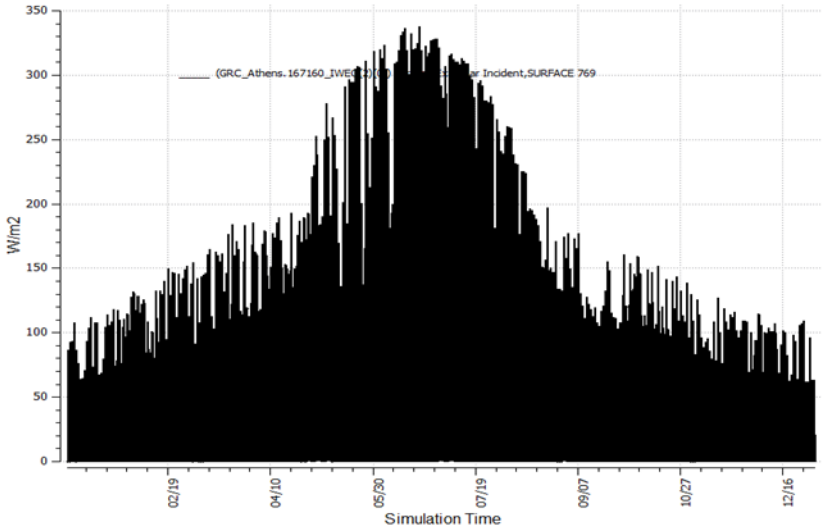
[4] Θερμικές απώλειες ανά θερμική ζώνη



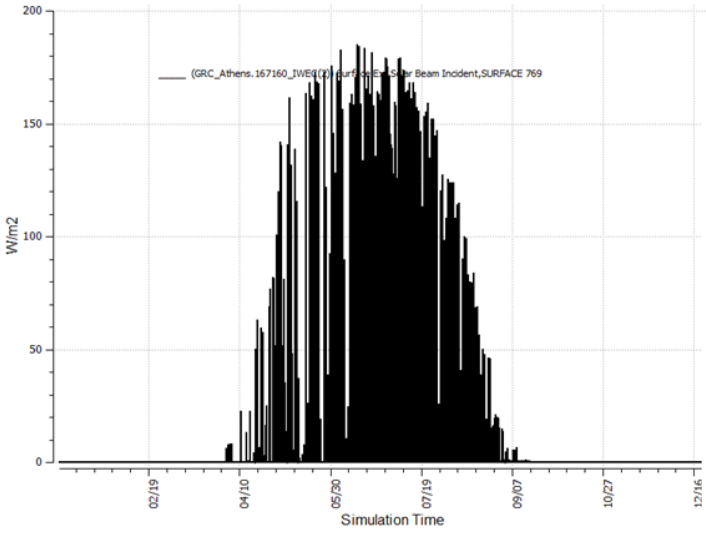
[5] Ποσοστό εξωτερικής επιφάνειας στο οποίο προσπίπτει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία



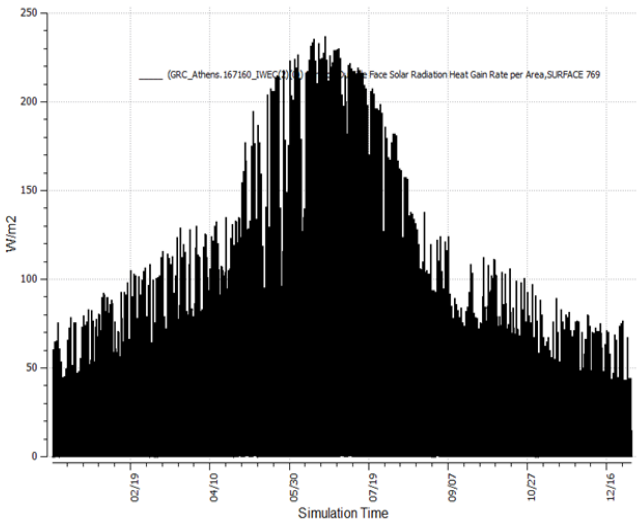
[6] Συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



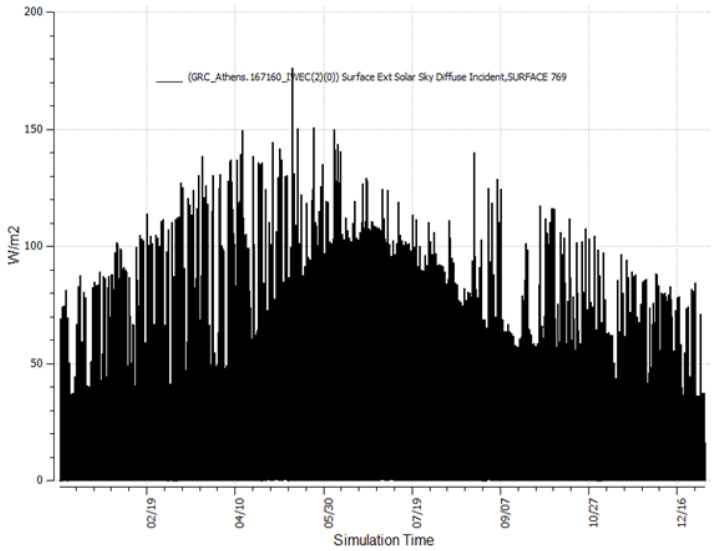
[7] Άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



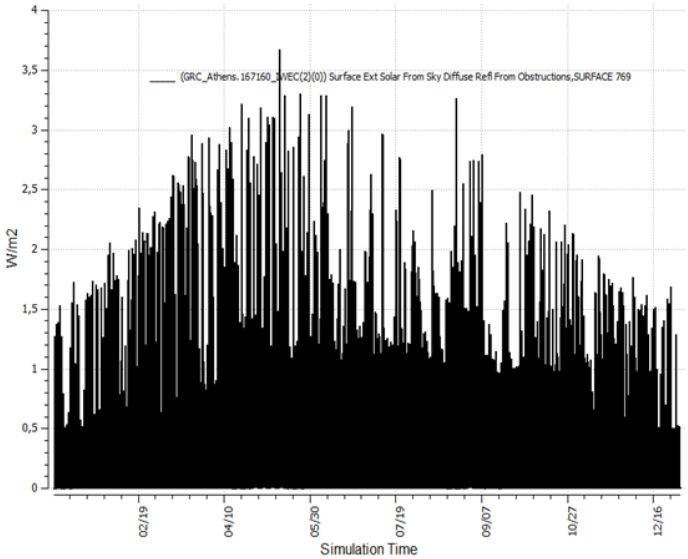
[10] Θερμότητα λόγω προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην πρόσοψη



[8] Διάχυτη προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία



[9] Διάχυτη ανακλώμενη ακτινοβολία λόγω εμποδίων



15 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1] Τσίγκας Ε. (1996), *Ενέργεια στην Αρχτεκτονική - Το Ευρωπαικό Εγχειρίδιο για τα παθητικά ηλιακά κτίρια*, Μάλλιαρης παιδεία για την Ευρωπαική Επιτροπή, Θεσσαλονίκη

[2] Παναγοπούλου Γ. (2013), *Φυσικός φωτισμός θαλάμων νοσηλείας (διπλωματική εργασία)*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής, Αθήνα

[3] Κυργεωργίου Α., Λευκαδίτη Σ. (2012), *Η επίδραση των ανοιγμάτων στο φυσικό φωτισμό θαλάμου νοσηλείας (διπλωματική εργασία),* Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής , Αθήνα

[4] Χατζηγιακουμής Μ. (2013), *Αξιολογήση παραμέτρων Φυσικού Φωτισμού Θαλάμων Νοσηλείας μέσω Λογισμικού Relux (διπλωματική εργασία),* Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής , Αθήνα

[5] Σκλάβου Ε. , Τζουβαδάκης Ι. (2011), *Θεραπευτικό περιβάλλον και στοιχειοθετημένος σχεδιασμός* - Η διεθνής εμπειρία και η περίπτωση της Ελλάδας (άρθρο)*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Δομοστατικής, Αθήνα

[6] ΤΟΤΕΕ 20701−1/2010, *Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης*

[7] ΤΟΤΕΕ 20701−2/2010, *Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων*

[8] ΤΟΤΕΕ 20701−3/2010, *Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών*

[9] ΤΟΤΕΕ 20701−4/2010, *Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού*

[10] (2011), *Building Envelope Critical to High – Performance Hospitals,* U.S Department of Energy Building Technologies Prprogram

[11] Brett C. Singer, William F. Tschudi (2009), *High Performance Healthcare Buildings : A Roadmap to Improved Energy Efficiency,* Lawrence Berkeley National Laborator

[12] American Society of Heating, Ref rigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., The American Institute of Architects, Illuminating Engineering Society of North America, U.S. Green Build ing Council, U.S. Department of Energy (2007), *Advanced Energy Design Guide For Small Hospitals and Healthcare Facilities, Atlanta*

[13] CIBSE (1999), *Lighting Guide 10 Daylighting and window design*

[14] BS 8206 (1992), *Lighting for buildings - Code of practice for daylighting Part 2*

[15] P. J. Littlefair, *Site layout planning for daylight and sunlight, A guide to good practice*

[16] http://en.wikipedia.org/wiki/Green_building#Regulation_and_operation

[17] http://en.wikipedia.org/wiki/Building_Research_Establishment

[18] http://www.paneth.gr/index.php/el/monosi/jiajialy/jiajialy-tropos-leitourgias

[19] http://www.practikal.gr/products/yalopinakes/energiakoiyalopinakes.html

[20] http://www.paneth.gr/index.php/el/monosi/jiajialy/jiajialy-tropos-leitourgias

[21] http://www.yourhome.gov.au/technical/fs410.html

[22] http://www.aluminium.gr/pdf/pdf-DOMHSH/09/086-092.pdf

[23] http://www.yourhome.gov.au/technical/fs410.html

[24] http://www.wbdg.org/resources/daylighting.php

[25] http://windows.lbl.gov/daylighting/designguide/section4.pdf
[26] http://www.breeam.org/filelibrary/KN5253_BREEAM_Healthcare_FAQs.pdf
[27] http://www.designlighting.co.uk/pages/technical/breeam/docs/BREEAM_Healthcare_2008_Issue_2.0.pdf - MANUAL
[28] http://ktirio.gr/default.aspx?catid=149&newid=759
[29] http://www.all4greece.com/sites/www.all4greece.com/files/LEED.pdf
[30] http://www.gghc.org/
[31] http://www.noharm.org/us_canada/issues/building/studies.php
[32] http://www.usgbc.org/Docs/Archive/General/Docs6715.pdf
[33] http://www.usgbc.org/leed/rating-systems/healthcare
[34] http://www.beckershospitalreview.com/lists/28-hospitals-with-gold-or-platinum-leed-certification.html
[35] http://www.csemag.com/single-article/achieving-daylighting-credits-for-leed/377e209b620ed0996566ac08b36b3303.html
[36] http://www.buildinggreen.com/auth/article.cfm/2009/2/26/High-Staff-Retention-at-First-LEED-Platinum-Hospital/
[37] http://www.goodhealth.com/articles/2009/01/14/dell_childrens_recognized_as_world_class_green_hospital
[38] http://www.prweb.com/releases/2013/7/prweb10915532.htm
[39] http://thelightingpractice.com/projects/dell-childrens-medical-center-of-central-texas
[40] http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/alliances/hea_dell_business_case.pdf
[41] http://www.prweb.com/releases/2013/7/prweb10915532.htm
[42] http://www.northshorelij.com/hospitals/news/katz-leed
[43] http://www1.eere.energy.gov/office_eere/pdfs/47461.pdf
[44] http://www.kansas.com/2010/03/12/1221572/nsburg-hospital-done.html
[45] http://www.farrowpartnership.com/index.php/health-education/bluewater-health
[46] http://www.cagbc.org/AM/Template.cfm?Section=LEED
[47] http://www.sustainabilitysolutions.ca/sites/default/files/Greening%20Canadian%20Hospitals.pdf
[48] http://www.gbca.org.au/green-star/rating-tools/green-star-healthcare-v1/1936.htm
[49] http://en.wikipedia.org/wiki/Green_Star_%28Australia%29
[50] http://www.gbca.org.au/uploads/144/1936/Green%20Star%20-%20Healthcare%20v1%20FAQ.pdf
[51] http://www.gbca.org.au/docs/Davis%20Langdon%20Research%20Report%20-%20Health%20Sector%20Joins%20Green%20Ratings%20Era.pdf
[52] http://www.architectureanddesign.com.au/news/buildings/adelaide-shows-off-australia-s-first-5-green-star
[53] http://www.gbca.org.au/uploads/144/1936/Healthcare%20v1%20Fact%20Sheet_160609.pdf
[54] http://www.cundall.com/Projects/New-Royal-Adelaide-Hospital.aspx
[55] http://www.woodhead.com.au/projects/flinders-medical-centre-new-south-wing-adelaide-south-australia/
[56] http://www.iccsafe.org
[57] http://platon.cc.uoa.gr/~reconweb/new2/index.php/2011-02-18-13-44-02/2011-04-11-08-53-08
[58] http://en.wikipedia.org/wiki/International_Energy_Conservation_Code

[59] http://www.greenbuildingadvisor.com/blogs/dept/building-science/all-about-climate-zones
[60] http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/building_america/ba_climateguide_7_1.pdf
[61] http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/building_america/4_3a_ba_innov_buildingscienceclimatemaps_011713.pdf
[62] http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%84%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE#.CE.9A.CE.BB.CE.AF.CE.BC.CE.B1_.CE.91.CF.84.CF.84.CE.B9.CE.BA.CE.AE.CF.82
[63] http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B8%CE%AE%CE%BD%CE%B1
[64] http://www.degreedays.net/
[65] http://www.kenak.gr/
[66] http://www.ypeka.gr/
[67] http://openstudio.nrel.gov/

Τελευταία επίσκεψη: Σεπτέμβριος 2013