



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ :
«ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ
ΤΕΤΡΑΚΛΙΝΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ ΝΟΣΗΛΕΙΑΣ
ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΧΩΡΩΝ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΙΑΤΡΩΝ,
ΜΕΣΩ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ»

ΟΥΡΑΝΙΑ ΚΑΡΔΑΡΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ,
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.
ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΣΚΛΑΒΟΥ
ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ, ΥΠΟΨΗΦΙΑ ΔΙΔΑΚΤΩΡ

ΑΘΗΝΑ, Ιούλιος 2016



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

Διπλωματική Εργασία:

**«ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ
ΤΕΤΡΑΚΛΙΝΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ ΝΟΣΗΛΕΙΑΣ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ
ΧΩΡΩΝ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΙΑΤΡΩΝ, ΜΕΣΩ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ»**

Ουρανία Καρδάρα

Επιβλέπων: Ι.Τζουβαδάκης, Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ
Συνεπιβλέπουσα: Σκλάβου Ευαγγελία, Αρχιτέκτων Μηχανικός, Υποψήφια Διδάκτωρ

Αθήνα, Ιούλιος 2016

Πηγή φωτογραφίας εξωφύλλου: www.gleneagles.com

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Ιωάννη Τζουβαδάκη, Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π., για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου την παρούσα Διπλωματική Εργασία. Επίσης, ευχαριστώ τη συνεπιβλέπουσα, Αρχιτέκτονα Μηχανικό και Υποψήφια Διδάκτορα Ε.Μ.Π., κα Ευαγγελία Σκλάβου για την καθοδήγησή της και τον χρόνο που αφιέρωσε σε όλα τα στάδια εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Τέλος, η παρούσα εργασία αφιερώνεται στην οικογένειά μου για την αμέριστη υλική και ηθική υποστήριξη και συμπαράσταση, που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη των παραμέτρων φυσικού φωτισμού σε θάλαμο νοσηλείας και γραφεία ιατρών μεγάλου σύγχρονου νοσοκομείου της δυτικής Αττικής, καθώς και η πρόταση και εξέταση ορισμένα σεναρίων σκίασης ή αύξησης φωτισμού, ανάλογα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε προσανατολισμού.

Κατ' αρχάς, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική αναζήτηση και καταγραφή σχετικά με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων, τα παθητικά ενεργειακά συστήματα και την ηλιακή γεωμετρία, ενώ αποδόθηκαν αναλυτικά οι δύο παράμετροι στους οποίους δόθηκε η μεγαλύτερη βαρύτητα στην εκπόνηση της μελέτης, δηλαδή η ένταση του φωτισμού και η θάμβωση. Μεγάλη σημασία δίνεται, επίσης, στους δυναμικούς δείκτες φυσικού φωτισμού. Επί πρόσθετα, γίνεται εκτενής αναφορά στα συστήματα φωτισμού και σκίασης, όπως οι ανακλαστικές περσίδες σκίασης και το ράφι φωτισμού, τα οποία και χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα.

Το νοσοκομείο, ο θάλαμος και τα γραφεία ιατρών, του οποίου μελετήθηκαν, έχει δύο κτιριακές πτέρυγες σε σχήμα μορφής «Γ», με αποτέλεσμα για γίνουν έλεγχοι για τους εξής διαφορετικούς προσανατολισμούς: α) θάλαμο νοσηλείας με όψη στην ανατολή και γραφεία ιατρών με όψη στην δύση και β) θάλαμο νοσηλείας με όψη στον βορρά και γραφεία ιατρών στον νότο. Γίνεται τεκμηρίωση της υφιστάμενης κατάστασης ως προς τα επίπεδα φυσικού φωτισμού και επακόλουθης θάμβωσης και αξιολόγηση των τιμών που προκύπτουν με βάση τα βιβλιογραφικά όρια. Για τους θαλάμους με ανατολική όψη και τα γραφεία με δυτική, ελέγχθησαν, πέραν της υπάρχουσας κατάστασης, κάποια ενδεχόμενα σενάρια σκίασης από αυτά που παρατέθηκαν. Παρομοίως, για τους θαλάμους με βορινή όψη τα αντίστοιχα αύξησης φυσικού φωτισμού, εφόσον υπήρχε ανάγκη αύξησης φωτισμού, λόγω χαμηλών επιπέδων έντασής του και για τα γραφεία με νότια όψη σενάρια αυξημένης σκίασης, λόγω των αρκετά υψηλών επιπέδων θάμβωσης.

Η προσομοίωση της υφιστάμενης κατάστασης, καθώς και των σεναρίων που επιλέχθηκαν να μελετηθούν πραγματοποιήθηκαν μέσω λογισμικού. Συγκεκριμένα, έγιναν με την χρήση του σχεδιαστικού προγράμματος Google Sketch_up, του add-on προγράμματος OpenStudio Plug-in και προγράμματος απόδοσης Φυσικού Φωτισμού, Radiance, τα οποία λειτουργούν σε πλήρη συνεργασία.

Τέλος, μέσω του προγράμματος EnergyPlus, εξετάστηκαν διάφορες ενεργειακές μεταβλητές και κυρίως, διερευνήθηκαν οι ανάγκες σε θέρμανση και ψύξη, για την επίτευξη θερμικής άνεσης εντός του θαλάμου νοσηλείας και των γραφείων ιατρών, χωρίς τη βοήθεια μηχανολογικού εξοπλισμού, για όλα τα σενάρια σκίασης-φωτισμού και για κάθε προσανατολισμό, έτσι ώστε να διαπιστωθεί η αποδοτικότερη λύση από άποψη εξοικονόμησης ενέργειας και κατ' επέκταση, οικονομικών πόρων.

ABSTRACT

The purpose of this dissertation is to study the parameters of daylighting in a ward and premises of a large hospital in West Attica, as well as some scenarios of shading or increasing lighting, depending on the requirements of each orientation.

First of all, a literature review on bioclimatic building design , passive energy systems and solar geometry was realized, while the two parameters which had the greater significance in the formulation of the research were explicated in detail, the illuminance and glare. Dynamic daylighting rates are also underlined in this study. Moreover, there is a detailed report regarding the light and shading systems, such us reflective shading blinds and light shelves, which were used to this research.

The hospital, of which the ward and the doctors' offices were studied, has two building wings in "T" shape. As a result of this, checks are made for two different orientations: a) ward oriented to east and doctors' offices to west and b) ward oriented to north and doctors' offices to south. There is also documentation of the current situation regarding daylighting level and consequent glare, as well as analysis of the figures that are concluded from the literature. For the wards oriented to east and the offices to west, were checked, on top of the current situation, some potential shading scenarios. Similarly, for the wards north oriented the relative scenarios of increased daylighting, as long as there was respective need, because of low level intension and for the offices south oriented, scenarios of increased shading, because of the high level glare.

The simulation of the current situation, as well as for the scenarios chosen to be studied, were realized through the appropriate software. More specifically, the programs which were used are the design software Google Sketch_up, the add-on program OpenStudio Plug-in and the Radiance, for performance Natural Lighting, all of which work in full cooperation.

Finally, various energy variables are analyzed and mainly addressed the needs of heating and cooling to achieve thermal comfort inside the ward and the doctors' offices without the aid of machinery, throughout the year, through the EnergyPlus programm. This is done for each scenario above, in any orientation, in order to compare and find the most efficient solution in terms of energy savings and hence, the financial resources.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 Εισαγωγικά στοιχεία.....	9
1.2 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική των κατασκευών και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)	11
1.2.1 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική των κατασκευών.....	11
1.2.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ).....	13
1.3 Ηλιακή ενέργεια και Παθητικά ηλιακά συστήματα.....	15
1.3.1 Ηλιακή ενέργεια.....	15
1.3.2 Παθητικά ηλιακά συστήματα.....	16
1.4 Βιβλιογραφία 1 ^ο Κεφαλαίου.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ.....	22
2.1 Το φυσικό φως και οι ιδιότητές του.....	22
2.2 Ένταση φωτισμού / Illuminance (E).....	26
2.3 Θάμβωση	29
2.4 Ηλιακή Γεωμετρία	33
2.5 Δείκτες απόδοσης και κριτήρια Φυσικού Φωτισμού.....	39
2.6 Σημαντικοί Οργανισμοί και Κανονισμοί για τον φυσικό φωτισμό.....	41
2.6.1 CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers).....	41
2.6.2 ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditionin Engineers).....	44
2.6.3 IEA (International Energy Agency).....	44
2.6.4 IESNA (Illuminating Engineering Society of North America).....	45
2.6.5 BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) και LEED (Leadership in Energy and Environmental Design).....	47
2.6.6 Ευρωπαϊκή Οδηγία - CSN EN 12464-1 Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places.....	47
2.7 Βιβλιογραφία 2 ^ο Κεφαλαίου.....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΚΙΑΣΗΣ	51
3.1 Τα Παράθυρα.....	51
3.2 Συστήματα Φυσικού Φωτισμού.....	53
3.2.1 Ράφι φωτισμού.....	54
3.2.2 Ανακλαστήρες.....	56
3.2.3 Κανάλια φωτισμού ή φωτεινοί αγωγοί ή φωτοσωλήνες.....	58
3.2.4 Συστήματα οροφής με φωτεινή και θερμική διαπερατότητα.....	59
3.2.5 Ειδικοί Υαλοπίνακες.....	61
3.3 Συστήματα Σκίασης.....	63
3.3.1 Μόνιμα Εξωτερικά Σκίαστρα	64

3.3.2	Κινητά σκίαστρα.....	65
3.3.3	Άλλα συστήματα σκίασης – ανάκλασης – ανακατανομής φωτός	69
3.4	Βιβλιογραφία 3 ^{ου} Κεφαλαίου.....	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ		72
4.1	Σχεδιαστικό Περιβάλλον Google Sketch_up.....	72
4.2	Πλατφόρμα OpenStudio	73
4.3	Απόδοση φωτισμού μέσω Radiance	74
4.4	Λογισμικό προσομοίωσης ενέργειας Energy Plus.....	75
4.4	Βιβλιογραφία 4 ^{ου} Κεφαλαίου	79
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ ΝΟΣΗΛΕΙΑΣ, ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΝΟΝΤΑΣ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RADIANCE (ΜΕΣΩ ΤΟΥ OPENSTUDIO).....		80
5.1	Θάλαμος ανατολικής όψης και γραφεία ιατρών δυτικής όψης.....	84
5.1.1	Υπάρχουσα κατάσταση τετράκλινου θαλάμου νοσηλείας	84
5.1.2	Υπάρχουσα κατάσταση γραφείων ιατρών	99
5.1.3	Δυναμικοί Δείκτες Φυσικού Φωτός για την υπάρχουσα κατάσταση θαλάμου νοσηλείας και γραφείων ιατρών	101
5.1.4	1 ^ο Σενάριο Σκίασης.....	102
5.1.5	2 ^ο Σενάριο Σκίασης.....	113
5.1.6	Σύγκριση αποτελεσμάτων για την υπάρχουσα κατάσταση και τα δύο σενάρια σκίασης που εξετάστηκαν.....	120
5.2	Θάλαμος βορινής όψης και γραφεία ιατρών νότιας όψης	129
5.2.1	Υπάρχουσα κατάσταση τετράκλινου θαλάμου νοσηλείας	129
5.2.2	Υπάρχουσα κατάσταση γραφείων ιατρών	144
5.2.3	Δυναμικοί Δείκτες Φυσικού Φωτός για την υπάρχουσα κατάσταση θαλάμου νοσηλείας και γραφείων ιατρών	146
5.2.4	1 ^ο Σενάριο Σκίασης - Φωτισμού	147
5.2.5	2 ^ο Σενάριο Σκίασης.....	158
5.2.6	3 ^ο Σενάριο Σκίασης.....	162
5.2.7	Σύγκριση αποτελεσμάτων για την υπάρχουσα κατάσταση και τα τρία σενάρια σκίασης- φωτισμού που εξετάστηκαν	166
5.3	Βιβλιογραφία 5 ^{ου} Κεφαλαίου.....	175
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΘΑΛΑΜΟΥ ΝΟΣΗΛΕΙΑΣ, ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΝΟΝΤΑΣ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ENERGY_PLUS.....		176
6.1	Θάλαμος ανατολικής όψης και γραφεία ιατρών δυτικής όψης.....	178
6.2	Θάλαμος βορινής όψης και γραφεία ιατρών νότιας όψης	186
6.3	Βιβλιογραφία 6 ^{ου} Κεφαλαίου.....	196
ΕΠΙΛΟΓΟΣ		197

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Εισαγωγικά στοιχεία

Τα κτίρια θεωρούνται ως ο μεγαλύτερος καταναλωτής ενέργειας στην Ευρώπη καλύπτοντας το 40% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου της. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την απαιτούμενη, κατά τη χρήση, ενεργειακή κατανάλωση αντικατοπτρίστηκαν σε εκπομπές άνθρακα και παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Παράλληλα, η επικίνδυνα απότομη μείωση των συμβατικών πηγών ενέργειας, ανά τον πλανήτη, σε συνδυασμό με την αδιαμφισβήτητη παγκόσμια οικονομική κρίση οδήγησαν στην επιτακτική ανάγκη ενεργειακού σχεδιασμού των κατασκευών. Ως αποτέλεσμα αυτών, ήταν η στροφή στην ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη μελέτη και την κατασκευή των κτιρίων.

Μία από τις άμεσα συσχετιζόμενες πτυχές του ενεργειακού σχεδιασμού για κάθε κτίριο είναι η μελέτη του φυσικού φωτισμού και η συγκεκριμένα, η αξιοποίηση του φωτός της μέρας, με κύρια πηγή αυτή του ήλιου, που στοχεύει στην κάλυψη αναγκών φωτισμού σε κάθε χώρο. Ο ήλιος πέρα του ότι ευθύνεται για την ύπαρξη και διατήρηση ζωής στη Γη παρέχοντας έμμεσα και άμεσα όλη την απαραίτητη ενέργεια, είναι και, μεταξύ άλλων, η μοναδική πηγή φωτός. Επομένως, η προγραμματισμένη χρήση του φυσικού-ηλιακού φωτός στις κτιριακές κατασκευές αποτελεί μια σημαντική στρατηγική, η οποία έχει ως στόχο να βελτιώσει την ενεργειακή αποδοτικότητα με την ελαχιστοποίηση των φορτίων φωτισμού, θέρμανσης και ψύξης.

Ειδικότερα, σε νοσοκομεία, νοσηλευτικούς χώρους και χώρους υγείας, με τους οποίους ασχολείται η παρούσα διπλωματική εργασία, εξαιτίας των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους (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 κτήρια και η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό ανά m² είναι διπλάσια σε σχέση με αυτά. Επί πρόσθετα, σύμφωνα με την σύγχρονη ψυχοσωματική ιατρική κι έναν αρκετά μεγάλο αριθμό σχετικών ερευνών, οι εγκαταστάσεις υγείας μπορούν να συμβάλλουν στην θεραπευτική διαδικασία με το να παρέχουν ένα περιβάλλον που συνεισφέρει στην ψυχολογική και φυσιολογική ευεξία του ασθενή. Συγκεκριμένα, αποδείχθηκε ότι η έκθεση σε φυσικό φως συντελεί στην μείωση της κατάθλιψης, στην θεραπεία ασθενών με διπολική διαταραχή, στην ανακούφιση του πόνου, στην βελτίωση του ύπνου κ.τ.λ. υποστηρίζοντας ουσιαστικά το σύνολο της θεραπευτικής διαδικασίας, μειώνοντας, παράλληλα, την διάρκεια νοσηλείας. Καθίσταται, λοιπόν, αναγκαία η εκμετάλλευση του άμεσου και έμμεσου ηλιακού φωτός με επάρκεια ώστε να εξασφαλίζονται συνθήκες άνεσης, με ομαλή κατανομή στους εσωτερικούς χώρους και τέλος σε όλες τις εποχές του χρόνου.

Η ανάλυση της ποιότητας αλλά και του τρόπου με τον οποίο εισέρχεται το φυσικό φως σ' ένα χώρο μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά συμπεράσματα, που έχουν να κάνουν με την ποιότητα οπτικού περιβάλλοντος, καθώς και τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας. Έτσι, η λεπτομερής

μελέτη του φυσικού φωτισμού κατά το σχεδιασμό καθιστά εφικτή μία λύση που θα μπορεί να ικανοποιεί τις απαιτήσεις αυτές με την όσο το δυνατόν μικρότερη χρήση του τεχνητού φωτισμού. Επιπλέον, η ενεργειακή εξοικονόμηση δεν περιορίζεται στη δυνητική αποφυγή της χρήσης του τεχνητού φωτισμού, αλλά και σε πιθανά ενεργειακά οφέλη, που έχουν να κάνουν με τη θερμική άνεση. Με λίγα λόγια, η μεταφορά θερμικής ενέργειας μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας δύναται να συμβάλει στη μείωση των απαιτήσεων θέρμανσης ή, με κατάλληλο έλεγχο, στην αποτροπή πιθανών απαιτήσεων για κλιματισμό.

Η παρούσα έρευνα επιδιώκει την μετάβαση από τα θεωρητικά δεδομένα στην πρακτική του σχεδιασμού ενός συστήματος φυσικού φωτισμού για έναν τυπικό θάλαμο νοσηλείας νοσοκομείου. Για το σκοπό αυτό, έχουν οριστεί διάφοροι δείκτες απόδοσης του φυσικού φωτισμού καθώς επίσης και αναλυτικοί τεχνικοί κανονισμοί καθορισμού των απαιτήσεων, αρκετές μεθοδολογίες, ενώ έχουν αναπτυχθεί και αντίστοιχα λογισμικά προσομοίωσης και υπολογισμού σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην επίδραση που έχουν συστήματα σκίασης ή φωτισμού στη μετάδοση του φυσικού φωτός στο εσωτερικό του θαλάμου νοσηλείας. Ως περίπτωση μελέτης επιλέχθηκε τετράκλιнос θάλαμος μεγάλου σύγχρονου νοσοκομείου στην δυτική Αττική, λόγω του ενεργειακού του σχεδιασμού.

1.2 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική των κατασκευών και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

1.2.1 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική των κατασκευών

Η «βιωσιμότητα» και η «αειφορία» είναι ένα σημαντικό θέμα που απασχολεί την κοινωνία και ειδικά τον τομέα της κατασκευής και χρήσης των κτιρίων: Η αντιμετώπιση των τρεχουσών αναγκών σε ατομικό ή ομαδικό επίπεδο, με την εκμετάλλευση των πηγών του πλανήτη δεν πρέπει να υπονομεύει τη δυνατότητα να καλυφθούν οι ανάγκες που θα προκύψουν στις μελλοντικές γενεές.

Η ανάγκη αυτή οδήγησε στην ανάπτυξη της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, η οποία αφορά στον 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.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός – αν και είναι ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική που χαρακτηρίζει κάθε τόπο σε ολόκληρη τη γη – θεωρείται από πολλούς ως μία νέα «θεώρηση» στην αρχιτεκτονική και σχετίζεται με την οικολογία περισσότερο, παρά με την ενέργεια και την εξοικονόμηση που δύναται να επιφέρει. Παρά ταύτα, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει αποτελέσει τις τελευταίες δεκαετίες βασική προσέγγιση στην κατασκευή κτιρίων παγκοσμίως, ενώ στα περισσότερα κράτη πλέον αποτελεί βασικό κριτήριο σχεδιασμού μικρών και μεγάλων κτιρίων το οποίο λαμβάνεται υπόψη από όλους τους μελετητές αρχιτέκτονες και μηχανικούς. Κι αυτό, λόγω των χαμηλότερων απαιτήσεων ενέργειας για την θέρμανση, τον δροσισμό και τον φωτισμό των κτιρίων που προκύπτουν από την πρακτική της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και πολλαπλά οφέλη που την συνεπάγονται: ενεργειακά (εξοικονόμηση και θερμική/οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση κόστους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων) και κοινωνικά.



Εικ.1.1 Στόχοι βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Πηγή:http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/

Πιο συγκεκριμένα, τα ενεργειακά οφέλη που προκύπτουν από την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού εκφράζονται με τους παρακάτω τρόπους:

- εξοικονόμηση ενέργειας από την σημαντική μείωση απωλειών λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων,

- παραγωγή θερμικής ενέργειας (θερμότητας) μέσω των ηλιακών συστημάτων άμεσου ή έμμεσου κέρδους με συμβολή στις θερμικές ανάγκες των χώρων προσάρτησης και μερική κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης του κτιρίου,

- δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης και μείωση των απαιτήσεων όσον αφορά στη ρύθμιση θερμοστάτη (σε χαμηλότερες θερμοκρασίες τον χειμώνα και υψηλότερες το καλοκαίρι),

- διατήρηση της θερμοκρασίας εσωτερικού αέρα σε επίπεδα υψηλά τον χειμώνα (και αντίστοιχα χαμηλά το καλοκαίρι), με αποτέλεσμα την μείωση του φορτίου για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων από τα επικουρικά συστήματα κατά την χρήση του κτιρίου.

Αντίθετα με τον «ηλιακό» σχεδιασμό, ο βαθμός στον οποίον ο βιοκλιματικός σχεδιασμός τη σημερινή εποχή αξιοποιεί το κλίμα ποικίλει, γεγονός που παρέχει μια ευελιξία ως προς τους τρόπους αρχιτεκτονικής έκφρασης και δυνατοτήτων εφαρμογής μέσα από πολύ απλές τεχνικές και επεμβάσεις, έως και πολύπλοκα παθητικά ηλιακά συστήματα, πράγμα που αποδεικνύεται και από την ενδελεχή καταγραφή των βιοκλιματικών κτιρίων στην Ελλάδα. Είναι δε ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική των περισσότερων διακεκριμένων αρχιτεκτόνων και μελετητών στη χώρα μας, με έργα παραδείγματα (ή και πειραματισμούς) που αποτελούν αδιαμφισβήτητα πρότυπες εφαρμογές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, από τις οποίες όχι μόνο μαθαίνουμε σήμερα, αλλά και αποδεικνύουν τα πολλαπλά οφέλη που προκύπτουν από τη συμβίωση με το περιβάλλον και το κλίμα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

Η απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού, τέλος, εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, γεγονός που τον καθιστά «ευαίσθητο» σε εξωγενείς και μη-τεχνικούς παράγοντες. Για το λόγο, λοιπόν, αυτό, για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού, τα βασικά κριτήρια πρέπει να είναι:

- Η απλότητα χρήσης των εφαρμογών και κυρίως, η προσπάθεια αποφυγής πολύπλοκων παθητικών συστημάτων και τεχνικών.

- Η όσο το δυνατόν μικρότερη συμβολή του χρήστη του κτιρίου στη λειτουργία των υπαρχόντων συστημάτων.

- Η χρήση συστημάτων ευρέως εφαρμοσμένων.

- Η χρήση ενεργειακών τεχνολογιών τεχνικο-οικονομικά αποδοτικών.

1.2.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ)

Τα τελευταία χρόνια η αλόγιστη χρήση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (γαιάνθρακες: λιγνίτης, ανθρακίτης, τύρφη, κτλ., πετρέλαιο, φυσικό αέριο, πυρηνική ενέργεια) έχει οδηγήσει σε ενεργειακές κρίσεις, καθώς:

- δεν είναι δυνατό να ανανεώσουν σε εύλογο, για τον άνθρωπο, χρονικό διάστημα την αποθηκευμένη τους ενέργεια
- η διαδικασία σχηματισμού τους διήρκεσε εκατομμύρια χρόνια ,

αλλά και στη δημιουργία σειράς προβλημάτων, με αποτέλεσμα την επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Έτσι, εμφανίστηκε, αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1974 και παγιώθηκε μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων την τελευταία δεκαετία, η ανάγκη για την ανάπτυξη τεχνολογίας που σχετίζεται με τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χαρακτηρίζονται οι πηγές που μπορούν με φυσικό τρόπο να ανανεώσουν σε σύντομο χρονικό διάστημα την αποθηκευμένη τους ενέργεια. Είναι οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δηλαδή η αιολική, η ηλιακή και η γεωθερμική ενέργεια, η ενέργεια κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια, τα αέρια τα εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής, από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού και τα βιοαέρια.

-Ηλιακή

-Υδραυλική

-Αιολική

-Βιομάζα (οργανική ύλη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο, παραγωγή βιοαερίου, παραγωγή αιθανόλης και βιοντήζελ)

-Γεωθερμική (ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής)

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ΑΠΕ:

-Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους οι οποίοι με το πέρασμα του χρόνου εξαντλούνται...

-Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.

-Είναι γεωγραφικά διεσπαρμένες και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής ενώ παράλληλα μειώνονται οι απώλειες μεταφοράς ενέργειας.

-Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης μορφής ενέργειας που είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών έως αιολική

ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή), επιτυγχάνοντας πιο ορθολογική χρησιμοποίηση των ενεργειακών πόρων.

-Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος, το οποίο επιπλέον δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.

-Οι επενδύσεις των ΑΠΕ είναι εντάσεως εργασίας, δημιουργώντας πολλές θέσεις εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.

-Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση υποβαθμισμένων, οικονομικά και κοινωνικά, περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση επενδύσεων που στηρίζονται στη συμβολή των ΑΠΕ (π.χ. καλλιέργειες θερμοκηπίου με γεωθερμική ενέργεια).

-Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

Η χρήση τους παρουσιάζει σχετική αύξηση τα τελευταία χρόνια, σε παγκόσμια κλίμακα, εξυπηρετώντας το στόχο της προστασίας του περιβάλλοντος, καθώς πρόκειται για "καθαρές" και φιλικές προς το περιβάλλον ενεργειακές πηγές.

Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μια εγχώρια πηγή ενέργειας με ευνοϊκές προοπτικές συνεισφοράς στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα, συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, καθώς έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο κλάδος που ευθύνεται κατά κύριο λόγο για τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο μόνος δυνατός τρόπος που διαφαίνεται για να μπορέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση να ανταποκριθεί στο φιλόδοξο στόχο που έθεσε για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, να περιορίσει δηλαδή, τους ρύπους του διοξειδίου του άνθρακα, είναι να επιταχύνει την ανάπτυξη των ΑΠΕ.

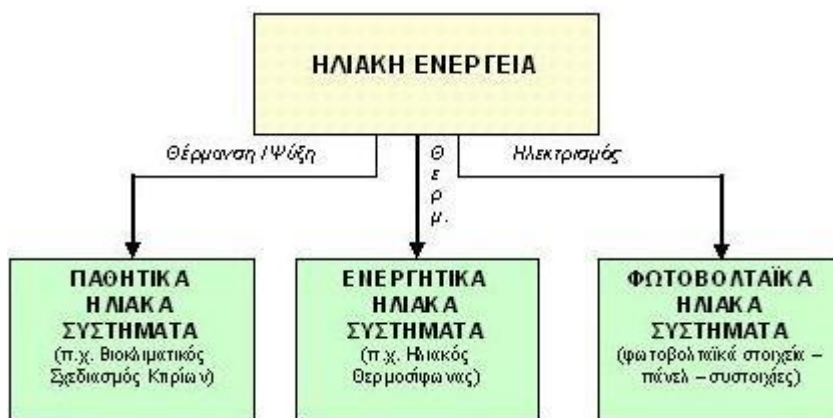
1.3 Ηλιακή ενέργεια και Παθητικά ηλιακά συστήματα

1.3.1 Ηλιακή ενέργεια

Η κύρια και πρωταρχική πηγή ενέργειας για τη γη είναι ο ήλιος. Η ακτινοβολία του ήλιου, η ηλιακή ακτινοβολία, όπως έχουμε συνηθίσει να τη λέμε, έχει τροφοδοτήσει κι εξακολουθεί να τροφοδοτεί με ενέργεια όλες σχεδόν τις ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ενέργεια του ήλιου είναι, όμως, και από μόνη της μια σημαντική πηγή ενέργειας. Η ακτινοβολία του ήλιου όχι μόνο δίνει φως, αλλά επίσης θερμαίνει τα σώματα στα οποία προσπίπτει. Αυτή τη θερμότητα μπορούμε είτε να τη χρησιμοποιήσουμε αμέσως, καθώς έρχεται από τον ήλιο, είτε να την αποθηκεύσουμε με τεχνητά μέσα και να τη χρησιμοποιήσουμε όταν τη χρειαστούμε. Για να εκμεταλλευτούμε όσο γίνεται πιο αποδοτικά την ηλιακή ενέργεια, πρέπει να έχουμε στο νου μας πώς μεταβάλλεται η θέση του ήλιου στη διάρκεια της ημέρας, του μήνα και του έτους. Στις χώρες του βορείου ημισφαιρίου, όπως η Ελλάδα, οι επιφάνειες που είναι προσανατολισμένες στο νότο δέχονται περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης, το καλοκαίρι, ο ήλιος είναι ψηλά ως προς τον ορίζοντα, ενώ το χειμώνα είναι χαμηλά. Μπορούμε να αξιοποιήσουμε την ηλιακή ακτινοβολία για ενεργειακούς σκοπούς, είτε για να προσλάβουμε θερμότητα από τον ήλιο, είτε για να παράγουμε ηλεκτρικό ρεύμα από τον ήλιο

Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή θερμική ενέργεια καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας.

Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της. Όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, και τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.



Εικ.1.2 Solar energy diagram

Πηγή: https://el.wikipedia.org/wiki/Ηλιακή_ενέργεια

1.3.2 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τους έγινε σαφές, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός βασίζεται στη μέγιστη εκμετάλλευση τους ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών, με στόχο τη μείωση των αναγκών θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, αλλά και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία των κτιρίων και των οικιστικών συνόλων, τη βελτίωση του μικροκλίματος, καθώς και την εξασφάλιση θερμικής και οπτικής άνεσης. Περιλαμβάνει διαφορετικές τεχνικές ανά θερμική εποχή και εστιάζει σε δύο κυρίως επίπεδα σχεδιασμού: πολεοδομικό και αρχιτεκτονικό.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι εκείνα που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία για θέρμανση ή ψύξη και δεν κάνουν χρήση μηχανικών μέσων για τη μεταφορά τους θερμότητας τους το χώρο. Βασίζονται στη φυσική ροή τους θερμικής ενέργειας, με αγωγή, μεταφορά και ακτινοβολία, εκμεταλλεύονται τους φυσικές ιδιότητες των υλικών του κτιρίου και χρησιμοποιούν, για τη συλλογή τους ηλιακής ενέργειας και την αποθήκευση τους θερμότητας, τα δομικά στοιχεία του κελύφους (τοίχους, δάπεδα, οροφές, δώμα).

Η αρχή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων θέρμανσης βασίζεται στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» ενώ τα παθητικά συστήματα δροσισμού βασίζονται στην ηλιοπροστασία του κτιρίου, δηλαδή στην παρεμπόδιση τους εισόδου των ανεπιθύμητων κατά τη θερινή περίοδο ακτινών του ήλιου στο κτήριο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση μόνιμων κινητών σκίαστρων (πρόβολοι, τέντες, περσίδες, κληματαριές κ.ά.) που τοποθετούνται κατάλληλα, καθώς και με τη διευκόλυνση τους φυσικής κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων .

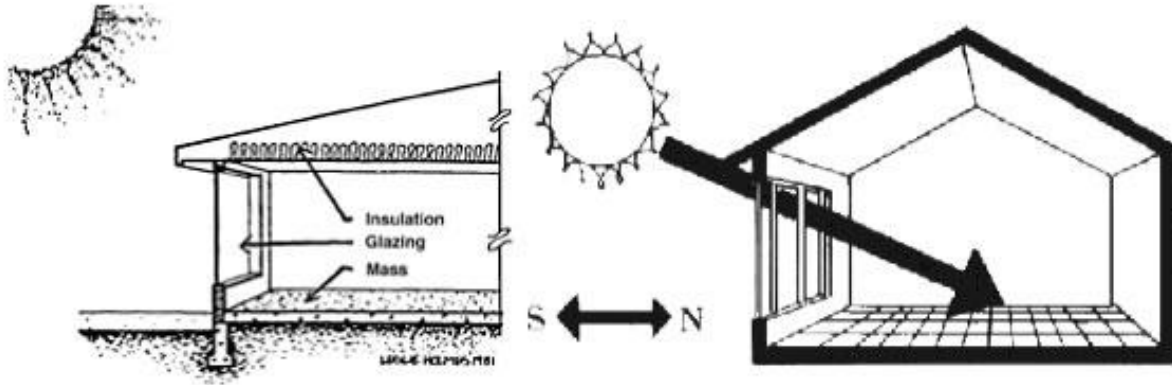
Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα οποία μπορεί να συνυπάρχουν και να συνεργάζονται αναλόγως, χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης
- Παθητικά Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Δροσισμού
- Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού

Τα παθητικά συστήματα θέρμανσης και δροσισμού είναι συστήματα τα οποία αξιοποιούν φυσικές πηγές (ήλιο, άνεμο κ.ά.) για τη θέρμανση ή την ψύξη του κτιρίου, δίχως την παρεμβολή μηχανικών μέσων. Η λειτουργία τους βασίζεται στην ανταλλαγή ενέργειας με το περιβάλλον και περιλαμβάνει και την κατάλληλη αποθήκευση και την έπειτα διανομή τους ενέργειας μέσα τους χώρους. Τα παθητικά συστήματα αποτελούν κατά κάποιο τρόπο δομικά στοιχεία του κτιρίου και εντάσσονται στο βιοκλιματικό σχεδιασμό. Εφόσον τα παθητικά συστήματα υποβοηθούνται από χαμηλής κατανάλωσης μηχανικό εξοπλισμό (π.χ. ανεμιστήρα) ονομάζονται υβριδικά. Ο στόχος τους επιλογής και τους διαστασιολόγησής τους δεν είναι τους από τη βελτίωση τους θερμικής άνεσης με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας – άρα και οικονομικών πόρων – για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη περίοδο του έτους.

Το πιο σύνηθες παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα απαιτούν περίπου νότιο προσανατολισμό, έτσι ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια τους ημέρας το χειμώνα. Τους, είναι θεμιτό να

συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και διανέμει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας με αυτόν τον τρόπο την κατανομή τους θερμοκρασίας μέσα στο 24ωρο. Βέβαια, τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει να συνοδεύονται από ηλιοπροστασία (σκίαση) και συχνά, από τη δυνατότητα επαρκούς αερισμού.



Εικ..1.3 Παθητικό σύστημα άμεσου κέρδους.

Πηγή: <http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/eb1859e/eb1859e.html>

Παθητικά συστήματα θέρμανσης, βάσει κέρδους:

- Άμεσου κέρδους

- Έμμεσου κέρδους – Ηλιακοί Τοίχοι

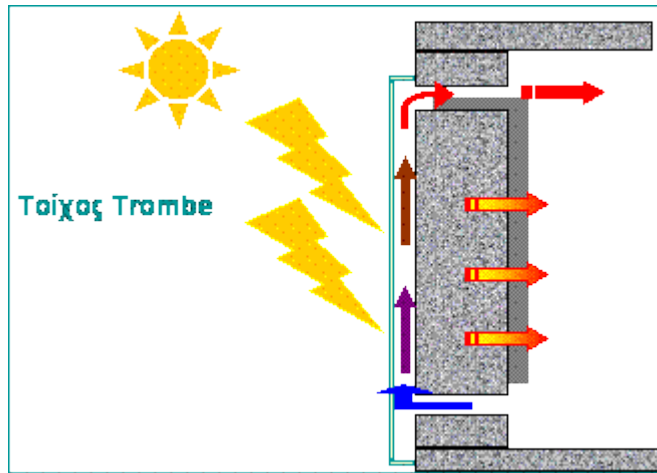
› Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης (απλοί τοίχοι μάζας, είτε συμπαγείς είτε αποτελούμενοι από δοχεία που περιέχουν νερό ή υλικά αλλαγής φάσης, τοίχοι μάζας Trombe-Michel, θερμοσιφωνικής ροής, με θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος τους)

› Θερμοσιφωνικό πάνελο (απομονωμένου κέρδους)

- Έμμεσου κέρδους – Ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο)

- Έμμεσου κέρδους – Ηλιακό Αίθριο

- Απομονωμένου κέρδους – Θερμοσιφωνικό πάνελο (εκτός του κτιριακού περιβλήματος)



Εικ..1.4 Παθητικό σύστημα έμμεσου κέρδους: τοίχος Trombe

Πηγή: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_iliakoi_toixoi.htm

Πέρα από τα προαναφερθέντα παθητικά ηλιακά συστήματα, υπάρχουν διάφορα άλλα που εφαρμόζονται για φυσικό δροσισμό, τα οποία, παράλληλα, δρουν θετικά και το χειμώνα, ενισχύοντας τη θερμομονωτική ικανότητα του κτιριακού κελύφους, τους:

- Αεριζόμενο κέλυφος
- Φράγμα ακτινοβολίας
- Φυτεμένο δώμα

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων και τεχνικών δροσισμού βασίζεται σε τέσσερις στρατηγικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού:

- › Στη μείωση των θερμικών και ηλιακών κερδών στο περίβλημα του κτιρίου.
- › Στην απόρριψη τους θερμότητας απ' το εσωτερικό του κτιρίου τους το φυσικό περιβάλλον (τους τον αέρα με αγωγή/συναγωγή, τους τη γη με αγωγή, τους τον ουρανό με ακτινοβολία, σε νερό μέσω εξάτμισης).
- › Στην αξιοποίηση τους θερμοχωρητικότητας του κτιρίου ως ρυθμιστή τους εσωτερικής θερμοκρασίας.
- › Στη βελτίωση τους θερμικής άνεσης των χρηστών του χώρου, ανεξάρτητα απ' την ψύξη αυτού καθεαυτού του κτιρίου, επηρεάζοντας τους περιβαλλοντικές παραμέτρους στο εσωτερικό του.

Τα βασικά κριτήρια για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων (πάνω στην οποία βασίζονται τα παθητικά συστήματα δροσισμού), σε μορφή, μέγεθος και θέση, είναι:

- ο προσανατολισμός τους όψης,
- η χρήση του χώρου (κατοικία, σχολείο, εργασιακός χώρος),

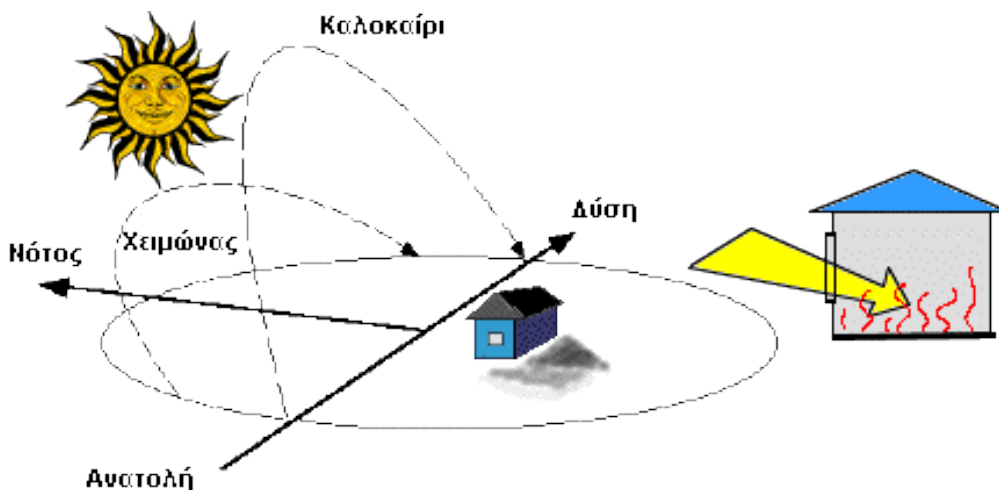
- η μορφή των ανοιγμάτων – ανοίγματα συνεχόμενα ή διακοπτόμενα από τοίχους

Σε σχέση με τον προσανατολισμό, από μελέτες έχει προκύψει ότι:

α) για το νότιο προσανατολισμό, τα πιο κατάλληλα στοιχεία σκίασης είναι τα οριζόντια, σταθερά ή κινητά, λόγω τους υψηλής τροχιάς του ήλιου τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο. Το κρίσιμο σημείο είναι το πλάτος τους προεξοχής –προβόλου ή περσίδων- από το κτίριο, έτσι ώστε το μεν καλοκαίρι να διασφαλίζεται πλήρης σκιασμός των ανοιγμάτων, ενώ το χειμώνα, αντίστροφα, να επιτρέπεται η διείσδυση του ήλιου μέσα στο χώρο.

β) για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό, η σκίαση των ανοιγμάτων με κατακόρυφες περσίδες, κάθετες στην όψη ή υπό κλίση, είναι πιο αποτελεσματική, γιατί ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά, κοντά στον ορίζοντα.

γ) για προσανατολισμό νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό, τα ηλιοπροστατευτικά στοιχεία, για να είναι αποτελεσματικά, πρέπει να είναι συνδυασμός οριζόντιων και κατακόρυφων περσίδων, υπό μορφή εσχάρας. Η διάταξη αυτή των περσίδων καθορίζεται από το ύψος και το αζιμούθιο του ήλιου, για τους μήνες του καλοκαιριού.



Εικ..1.5 Νότιος προσανατολισμός κτιρίου

Πηγή: <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/pathitika.htm>

Είναι, τους, βασικό πώς μία από τους κυριότερες προϋποθέσεις, αν όχι η κυριότερη, για την εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων σε ένα κτίριο, είναι η θερμομόνωσή του. Η θερμομόνωση τους κτιρίου είναι αναγκαία προϋπόθεση για την εξασφάλιση υγιεινής, ευχάριστης και θερμικά άνετης διαμονής μέσα σε ένα κτίριο κάτω από συνθήκες οικονομίας. Ιδιαίτερα τους κατοικίες που λειτουργούν όλο το 24ώρο, η θερμομόνωση είναι βασική ανάγκη.

Το καλοκαίρι, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλότερες από τους εσωτερικές, δημιουργείται ροή θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον στον εσωτερικό χώρο. Η εφαρμογή θερμομόνωσης στο κέλυφος περιορίζει τη διείσδυση θερμότητας και αποτρέπει, ως ένα βαθμό, την υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου.

Με την καλή θερμομόνωση του κτιρίου επιτυγχάνεται :

α) Εξοικονόμηση της κατανάλωσης ενέργειας από τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων κατά τη χειμερινή περίοδο.

β) Περιορισμός των φθορών που παρατηρούνται λόγω της έλλειψης θερμομόνωσης, τους οι θραύσεις σωληνώσεων από τον παγετό, οι αποκολλήσεις επιχρισμάτων και χρωματισμών από συμπύκνωση υδρατμών τους ψυχρές εξωτερικές επιφάνειες.

γ) Μείωση των δαπανών κατασκευής της εγκατάστασης θέρμανσης, που είναι ανάλογες με την εγκατεστημένη ισχύ του λέβητα.

δ) Μείωση των εκλυόμενων ρύπων στο άμεσο περιβάλλον του κτιρίου, αλλά και στο ευρύτερο περιβάλλον.

Τέλος, η επίδραση της μη σωστής εφαρμογής της μελέτης στη συμπεριφορά του κτιρίου είναι ιδιαίτερα σημαντική του θερινούς μήνες, όπου συχνά παρουσιάζεται σοβαρή υπερθέρμανση. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε ανεπαρκή σκίαση ή αερισμό. Δεν είναι καθόλου σπάνιο να παρατηρούνται παράθυρα και άλλα ανοίγματα που είχαν προβλεφθεί ανοιγόμενα είτε να κατασκευάζονται σταθερά, είτε να σφραγίζονται από τους χρήστες, είτε να παραμένουν κλειστά. Η ακόμη, εξωτερικά σκίαστρα κατασκευάζονται διαφορετικά από τα προβλεπόμενα, ή καθόλου, για διάφορους λόγους.

1.4 Βιβλιογραφία 1^{ου} Κεφαλαίου

{1} Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ),
<http://www.cres.gr/kape/index.htm>

{2} ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ, Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010

{3} <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/pathitika.htm>

{4} <http://www.healthcaredesignmagazine.com>

{5} Γεωργούλη Ευρύκλεια , Τζουβαδάκης Ι. , Σκλάβου Ε. , «ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ ΝΟΣΗΛΕΙΑΣ ΜΕΣΩ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ», Μάρτιος 2013

{6} <http://www.ypeka.gr/?tabid=285>

{7} <http://www.allaboutenergy.gr/Piges23.html>

{8} http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_bioclimatikos.htm

{9} Αιμ. Γ. Κορωναίος καθηγητής Ε.Μ.Π., Γ. Ι. Πουλάκος ΑΝ. Καθηγητής Ε.Μ.Π., Τεχνικά Υλικά, Τόμος 4, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2006

{10} Μερέση Αικατερίνη. Εξοικονόμηση ενέργειας στη σχολική αίθουσα μέσω του φυσικού φωτισμού. Διδακτορική διατριβή. Επιβλέπων Καθηγητής: Αντωνίου Κ. , Τμήμα αρχιτεκτόνων της πολυτεχνικής σχολής του ΑΠΘ, 2010

{11} http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

2.1 Το φυσικό φως και οι ιδιότητές του

Το φως είναι ίσως το κυριότερο μέσο αντίληψης του εμπειρικού κόσμου, προσδίδοντας υπόσταση στο περιβάλλον, και ιδιότητες που κατά την απουσία του δεν θα είναι ορατές από το ανθρώπινο μάτι. Με τη λέξη «φως» ορίζεται η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, με τα χαρακτηριστικά της οποίας ασχολείται η Φωτομετρία, που ανιχνεύεται από τον ανθρώπινο οπτικό δέκτη, το μάτι. Η Φωτομετρία είναι ένας κλάδος της οπτικής τεχνολογίας που ασχολείται με τις μετρήσεις αυτού του φωτός και περιορίζεται στην ορατή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος (μήκη κύματος από 360 – 830 nm). Χρησιμοποιεί κατάλληλους ανιχνευτές οπτικής ακτινοβολίας ώστε η φασματική τους απόκριση να μιμείται την απόκριση του ανθρώπινου οφθαλμού. Τυπικές φωτομετρικές μονάδες είναι η candela, το lumen και το lux.

Το φυσικό φως παρέχεται, άπλετα, από την μοναδική φυσική πηγή φωτός στον κόσμο, τον ήλιο, είτε άμεσα ως ηλιακή ακτινοβολία (ηλιακό φως), είτε έμμεσα από τον ουρανό (διάχυτο φως) και από ανακλάσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος. Μέσω της αξιοποίησης και ρύθμισης της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας, επιτυγχάνεται οπτική άνεση μέσα στους χώρους του κτιρίου, αλλά και, γενικότερα, βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης στο εσωτερικό του. Η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των αναγκών σε φωτισμό από το φυσικό φως έχει ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους του.

Οι χώροι πρέπει να διαθέτουν ανοίγματα σε θέση και με μέγεθος τέτοια, που να εξασφαλίζουν την σύνδεση ανάμεσα στο μέσα και στο έξω, καθώς και ένα ικανοποιητικό επίπεδο φωτισμού. Αυτή η εγγενής ανάγκη του ανθρώπου για φως δεν μπορεί να υποκατασταθεί ούτε από τεχνητό φωτισμό, ούτε από οποιοδήποτε τεχνικό μέσο. Εξάλλου, στο ίδιο επίπεδο φωτισμού το φυσικό φως υπερτερεί του τεχνητού, λόγω της καλύτερης χρωματικής απόδοσης.

Ο φυσικός φωτισμός εξαρτάται από :

- την γεωγραφική θέση και το ύψος μιας τοποθεσίας πάνω από την στάθμη της θάλασσας
- την εποχή του χρόνου, τον μήνα, την ημέρα και την ώρα της ημέρας
- τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων
- τα χαρακτηριστικά του εδάφους (χλόη, χιόνι, σκυρόδεμα)
- τις καιρικές συνθήκες (βροχή, ομίχλη, ηλιοφάνεια)
- τις περιβαλλοντικές συνθήκες (ρύπανση, αιωρούμενα σωματίδια, καυσαέρια).

Ιδιότητες του φυσικού φωτός αποτελούν οι :

› Ανακλαστικότητα

Ανακλαστικότητα είναι το ποσοστό του φωτός που «αποδεσμεύει» (αντανακλά) μία επιφάνεια.

Όταν το φως προσπέσει σε μία επιφάνεια,

- ένα τμήμα του θα ανακλαστεί, ανάλογα με την ανακλαστικότητα R της επιφάνειας.

R = Ανακλώμενη φωτεινή ροή/Προσπίπτουσα φωτεινή ροή.

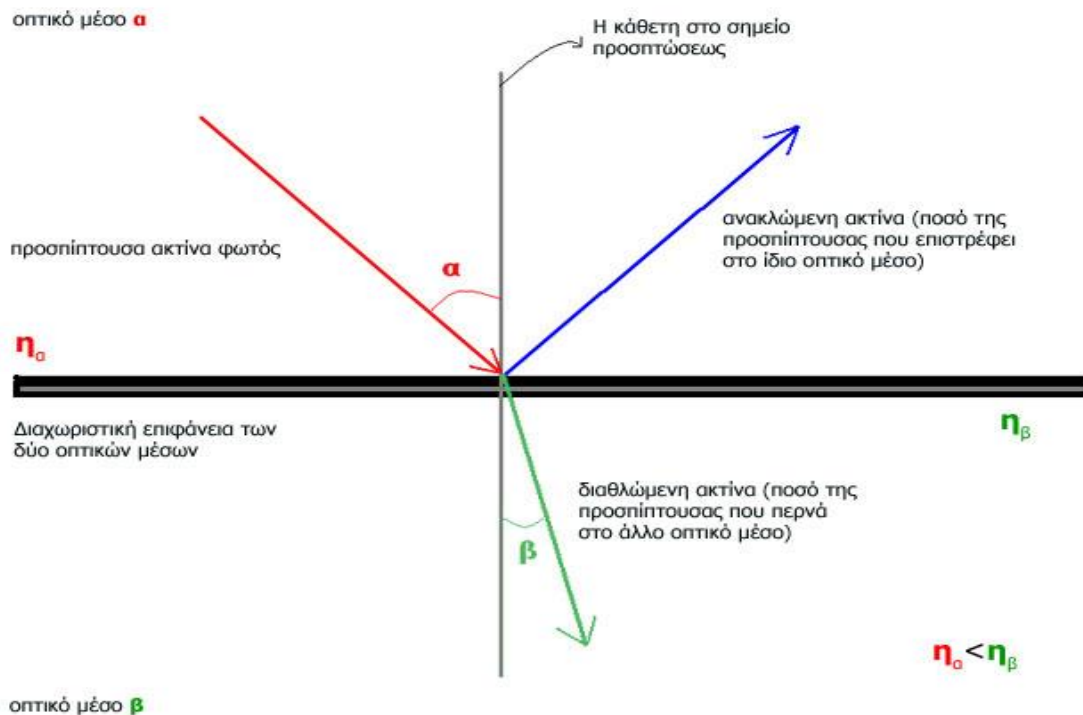
- ένα τμήμα του θα απορροφηθεί, ανάλογα με την απορροφητικότητα a της επιφάνειας
- ένα τμήμα του θα διαπεράσει την επιφάνεια εφόσον αυτή έχει διαπερατότητα $T > 0$

Το άθροισμα των τριών προαναφερόμενων τμημάτων ισούται με τη μονάδα, δηλαδή

$$R + T + a = 1$$

› Διάθλαση

Διάθλαση φωτός χαρακτηρίζεται κάθε οπτικό φαινόμενο της εκτροπής της διεύθυνσης των φωτεινών ακτινών κατά τη μετάβασή τους από ένα διαπερατό μέσο διάδοσης με δείκτη διάθλασης n_1 σε άλλο μέσο διάδοσης με δείκτη διάθλασης $n_2 \neq n_1$.



Εικ..2.1 Ανακλώμενη και διαθλώμενη ακτίνα φωτός.

Πηγή: <http://light.physics.auth.gr/enc/reflection.html>

Η χρήση των υλικών με μεγάλη ανακλαστικότητα συμβάλλει άμεσα στη μείωση της θερμοκρασίας του εσωτερικού χώρου και ως εκ τούτου η χρήση ανοιχτόχρωμων επιφανειών μειώνει κατά μεγάλο ποσοστό τα απαιτούμενα φορτία λειτουργίας των μονάδων θέρμανσης στα κτήρια, με αποτέλεσμα πολύ μεγάλα οικονομικά οφέλη.

Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται οι τιμές της ανακλαστικότητας για διάφορες αποχρώσεις και υλικά.

ΧΡΩΜΑ	ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ [%]	ΔΟΜΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ [%]
Λευκό	70 - 80	Λευκό ξύλο (σφενδάμι, σημύδα)	50 - 60
Κίτρινο	55 - 65	Οξιά ανοιχτόχρωμη	30 - 40
Ανοιχτό πράσινο, ρόζ	45 - 50	Καρυδιά	15 - 20
Γαλάζιο, ανοιχτό γκρι	40 - 45	Γύψος	80
Ώχρα, μπέζ, ανοιχτό καφέ, λαδί	25 - 30	Λευκά πλακίδια, λευκό σμάλτο	60 - 75
Πορτοκαλί, κόκκινο	20 - 25	Μπετόν	20 - 40
Σκούρο πράσινο, σκούρο μπλέ	10_15	Κίτρινο τούβλο	35 - 40
Μαύρο	4	Κόκκινο τούβλο	10_25
		Γυαλί διαυγές	6_10

Πίνακας 1. Τυπικές φωτεινές εντάσεις χρωμάτων και υλικών.

Μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, θα πρέπει, για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού προς όφελος του κτιρίου γενικώς, με στόχο την εξασφάλιση οπτικής άνεσης, να υπάρχει επαρκής, κατά τους κανονισμούς των ορίων, ποσότητα (στάθμη φωτισμού) στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους, αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται πιθανές έντονες διαφοροποιήσεις στη στάθμη, οι οποίες προκαλούν το φαινόμενο «θάμβωσης». Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται άμεσα από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα/ υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα/ απορροφητικότητα/ ανακλαστικότητα), όπως είδαμε πιο πάνω, αλλά και από τη χρήση ανακλαστικών διατάξεων ελέγχου.

Βασικό σύστημα φυσικού φωτισμού νοείται το σύνολο:

- › Υαλοπίνακας ή άλλο φωτοδιαπερατό στοιχείο
- › Πλαίσιο (και ενδιάμεσο διαχωριστικό)
- › Διάταξη σκιασμού (είτε δομικό στοιχείο είτε άλλο)

Αντίστοιχα, οι διάφορες εφαρμοζόμενες τεχνικές στο εκάστοτε σύστημα ή και στον εσωτερικό χώρο αυξάνουν την απόδοση του συστήματος και βελτιώνουν με αποτελεσματικό τρόπο τις συνθήκες οπτικής άνεσης.

Κατηγορίες Συστημάτων φυσικού φωτισμού σε συνήθη κτίρια:

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

Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού:

- Υαλοπίνακες:
 - Έγχρωμοι και ανακλαστικοί
 - Απορροφητικοί
 - Χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e)
 - Ηλεκτροχρωμικοί
 - Φωτοχρωμικοί
 - Θερμοχρωμικοί
 - Πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία
 - Διαφανή μονωτικά υλικά
 - Ανακλαστήρες (Ράφια φωτισμού)
 - Ανακλαστικές περσίδες

2.2 Ένταση φωτισμού / Illuminance (E)

Η φωτεινή ροή εκφράζει την ισχύ του φωτός, δηλαδή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο οπτικό φάσμα. Με άλλα λόγια, φωτεινή ροή είναι η φωτεινή ενέργεια που αποδίδεται από μια φωτεινή πηγή και διέρχεται από ή προσπίπτει σε μια επιφάνεια στη μονάδα του χρόνου (sec). Ως «ένταση φωτισμού» μιας επιφάνειας ορίζεται ως ο λόγος της φωτεινής ροής που φθάνει σε μία ομοιόμορφη επιφάνεια προς το εμβαδόν της τελευταίας.

(Ένταση φωτισμού επιφάνειας = φωτεινή ροή / εμβαδό) Μονάδα μέτρησης της έντασης φωτισμού είναι το lux, όπου $\text{lux} = \text{lm} / \text{m}^2$.

Φωτεινή πηγή	Φωτεινή ένταση [lx]
Ημισέληνος - πανσέληνος	0.1 – 0.2
Προβολείς αυτοκινήτου σε 25 m απόσταση	10 – 15
Φωτισμός αστικών δρόμων	20 περίπου
Φωτισμός χώρων ενδιαίτησης	100 – 300
Φως ήλιου υπό σκιά	2000 – 10000
Άμεσο φως ήλιου	70000 - 100000

Εικ. 2.2 Τυπικές φωτεινές εντάσεις

Πηγή: http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1_41/df-c-iliasmos.pdf

Τα ποιοτικά κριτήρια ως προς το φωτισμό τίθενται ανάλογα με τη λειτουργία των χώρων και τις δραστηριότητες που απασχολούν την όραση των χρηστών του χώρου. Η δυσχέρεια μιας οπτικής δραστηριότητας εξαρτάται από τη λεπτομέρεια μιας εργασίας, την ορθότητα και την ταχύτητα της αντίληψης, καθώς και από τις εμφανιζόμενες φωτεινές εντάσεις και τις φωτεινές αντιθέσεις.

Είναι εύκολο να αξιολογήσουμε την ποιότητα του φυσικού φωτισμού σε ένα χώρο βάσει των παρακάτω αντικειμενικών κριτηρίων:

- › Φωτεινή ένταση
- › Κατανομή φωτεινής πυκνότητας
- › Αποφυγή θαμπώματος
- › Κατεύθυνση φωτός και σκιά
- › Χρωματισμός φωτός και απόδοση χρωμάτων

Οι βέλτιστες τιμές έντασης φωτισμού που συνιστώνται για το επίπεδο εργασίας για διάφορες δραστηριότητες, όπως δίνονται στο Building Energy Code που εκδόθηκε από το Βρετανικό Οργανισμό Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE), δίνονται παρακάτω:

Είδος δραστηριότητας	Φωτεινή ένταση [lx]
Προσανατολισμός στο χώρο	15 - 30
Γενικής φύσης εργασία, μικρή λεπτομέρεια	50 - 100
Μέσης ακρίβειας εργασία	250 - 500
Λεπτή εργασία (διάβασμα, ράψιμο)	500 - 1000
Υψηλής ακρίβειας εργασία	1000 - 2000

Εικ. 2.3 Συνιστώμενες τιμές φωτεινής έντασης ανάλογα με το είδος οπτικής δραστηριότητας

Πηγή: http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1_41/df-c-iliamos.pdf

Ανάλογα με το είδος του χώρου και τον σκοπό που εξυπηρετεί, με την υποβοήθηση τεχνητού φωτισμού συνιστώνται οι παρακάτω τιμές φωτεινής έντασης:

Στάθμες έντασης φωτισμού που συνιστώνται:	
Γραφεία, Εργαστήρια και καταστήματα	Ιδιωτικές κατοικίες
Χώροι αποθήκευσης 150 lux	Είσοδοι 50-100 lux
Μηχανουργεία 300 lux	Γραπεζαρίες 100 lux
Γραφεία 500 lux	Καθημερινά και κουζίνες 200 lux
Εξειδικευμένα 750 lux	Χώροι γραφείου 300-500 lux
Χώροι συναρμολόγησης 1000 lux	
Συνεργεία λεπτών εργασιών 1500 lux	

Πίνακας 2. Συνιστώμενες φωτεινές εντάσεις για χώρους διαφόρων δραστηριοτήτων.

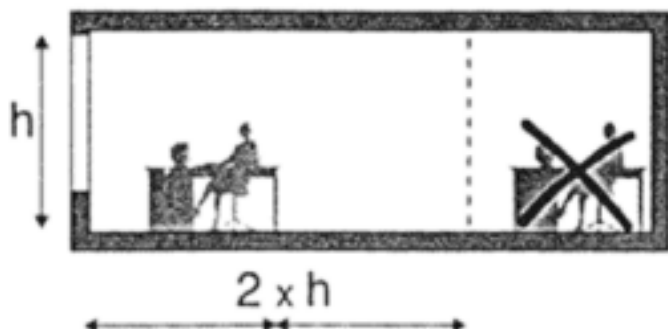
Ειδικότερα, για νοσοκομεία, ιατρικά εργαστήρια και μαιευτικές κλινικές, που είναι και το αντικείμενο μελέτης της παρούσας έρευνας, οι ενδεικτικές τιμές εντάσεως φωτισμού παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα που ακολουθεί.

Είδος χώρου	Ένταση φωτισμού (Lux)
Γραφεία ιατρών (γενικός φωτισμός)	150
Γράπεζες εξετάσεων	500-1000
Λουτρά	150
Βιβλιοθήκες	250-500
Γμήματα πρώτων βοηθειών	500-1000
Γμήματα πρώτων βοηθειών	10000-20000
Διάδρομοι-κλιμακοστάσια	150
Μαγειρεία	250-500
Εργαστήρια (γενικός φωτισμός)	250-500
Γραπέζια εργασίας	500-1000
Διαγνωστικές αίθουσες	250-500
Διαγνωστικές τράπεζες	500-1000
Χειρουργεία (γενικός φωτισμός)	500-1000
Χειρουργικές τράπεζες	20000-40000
Αίθουσες αποστείρωσης	500-1000
Οδοντιατρεία (γενικός φωτισμός)	250-500
ατρικές πολυθρόνες	5000-10000
Αίθουσες τοκετών (γενικός φωτισμός)	250-500
Κλινικές τοκετού	5000-10000
Αίθουσες βρεφών	150
Κώροι αναμονής	150
Θάλαμοι ασθενών (γενικός φωτισμός)	150
Φωτισμός κλινών (ανάγνωση)	250-500

Πίνακας 3. Ενδεικτικές τιμές εντάσεως φωτισμού νοσοκομειακών χώρων και ιατρείων .

Πηγή: <http://enlighten.gr/fotismos-nosokomeion>

Ισχύει, επίσης, ο απλός κανόνας ότι εάν το βάθος του χώρου υπερβαίνει το διπλάσιο του ύψους της άνω ακμής του ανοίγματος από το πάτωμα, χρειάζεται στην περιοχή εκείνη διαρκής τεχνητός φωτισμός και κατά συνέπεια, αυξημένη ανάγκη ενέργειας.



Εικ. 2.4 Βάθος των χώρων για εργασία με επαρκή Φυσικό Φωτισμό

Πηγή: www.ransen.com

Τέλος, ισχύουν οι εξής γενικοί κανόνες, για χώρους κατοικίας και εργασίας με βάθος έως 6.0μ και εμβαδόν έως 50 μ², προκειμένου να εξασφαλίζεται η οπτική επαφή με τον εξωτερικό χώρο, πράγμα αυξημένης σημασίας για θαλάμους νοσηλείας:

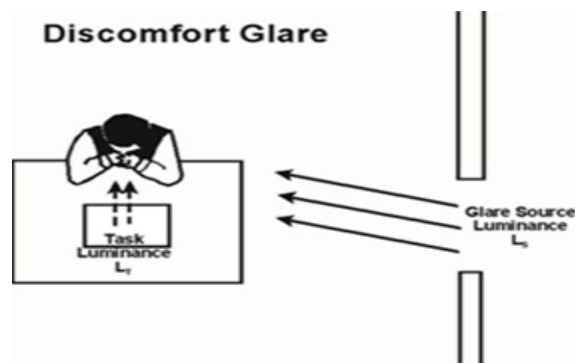
- Η άνω επιφάνεια του στηθαίου να έχει μέγιστη απόσταση απ' το δάπεδο 0.90 μ
- Το ύψος του κουφώματος να είναι τουλάχιστον 1.30 μ
- Το άθροισμα του πλάτους των διαφανών τμημάτων των κουφωμάτων να ισούται με, ή να υπερβαίνει, το 55% του πλάτους του χώρου
- Η συνολική διαφανής επιφάνεια να καταλαμβάνει τουλάχιστον το 30% του εμβαδού του εξωτερικού τοίχου. Όταν υπάρχουν περισσότεροι τοίχοι με ανοίγματα λαμβάνεται υπόψη εκείνος με τα περισσότερα ή εκείνος που προσφέρει τη σημαντικότερη θέα.

2.3 Θάμβωση

Όπως είδαμε και παραπάνω, η απαιτούμενη ποσότητα φωτισμού εξαρτάται από τη λειτουργία του χώρου και τις συγκεκριμένες εργασίες που πραγματοποιούνται μέσα σ' αυτόν. Οι ποσοτικές απαιτήσεις δίνονται από Διεθνή ή Ευρωπαϊκά Πρότυπα. Πέραν της απαιτούμενης ποσότητας, πρέπει να εξασφαλίζεται επίσης κατάλληλη κατανομή του φωτισμού στο χώρο, ούτως ώστε να αποφεύγεται η 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.

Έτσι, θάμβωση μπορεί να προκύψει από την άμεση θέαση του ήλιου ή τμήματος του ουρανού μεγάλης φωτεινότητας, δια μέσου των ανοιγμάτων ή από την πρόσπτωση άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο εργασίας.



Εικ.2.5 Θάμβωση από εξωτερική πηγή

Πηγή: <http://www.fsec.ucf.edu/en/consumer/buildings/basics/windows/how/images>

Με τον όρο ψυχολογική θάμβωση εννοούμε τη μείωση της οπτικής αντίληψης που προκαλείται από εξαιρετικές αντιθέσεις λαμπρότητας, ανάμεσα σε διαφορετικές περιοχές του οπτικού πεδίου. Η ψυχολογική θάμβωση οφείλεται κυρίως στη λανθασμένη επιλογή και τοποθέτηση φωτιστικών σωμάτων, που έχει σαν αποτέλεσμα την απ' ευθείας ακτινοβολία από αυτά προς τον οφθαλμό, όχι όμως από την κύρια διεύθυνση οράσεως, αλλά από δευτερεύουσες διευθύνσεις. Δημιουργείται με αυτόν το τρόπο μια οπτική δυσφορία που οφείλεται κυρίως σε ψυχολογικά αίτια, με γρήγορη μετεξέλιξη σε οργανικά και λειτουργικά ενοχλήματα.

Διακρίνονται δύο είδη θάμβωσης, η απευθείας θάμβωση και η έμμεση θάμβωση. Η απευθείας θάμβωση προκαλείται από φωτεινές πηγές, φυσικές τεχνητές, που είναι άμεσα ορατές. Όσο κεντρικότερα στο οπτικό πεδίο βρίσκεται η φωτεινή πηγή, τόσο πιθανότερο είναι να αποτελέσει πηγή θάμβωσης. Η έμμεση θάμβωση διακρίνεται σε ανακλώμενη θάμβωση και θάμβωση «πέπλου» (veiling reflections). Η ανακλώμενη θάμβωση προκαλείται από έντονα λείες και γυαλιστερές επιφάνειες οι οποίες στην ουσία αναπαράγουν τη φωτεινή πηγή της οποίας το φως ανακλούν. Από την άλλη, όταν η λεία και γυαλιστερή επιφάνεια βρίσκεται στο επίπεδο εργασίας προκαλείται έμμεση θάμβωση «πέπλου» γιατί μειώνεται η αντίθεση μεταξύ του ανοιχτόχρωμου χαρτιού (άμεσου περιβάλλοντος) και των γραμμάτων, με αποτέλεσμα τη δυσκολία στην ανάγνωση, σαν να υπάρχει ένα πέπλο μπροστά στα μάτια.

Το φαινόμενο της θάμβωσης είναι περίπλοκο και εμπλέκεται η κατανόηση πολλών παραμέτρων, όπως η χρονική διάρκεια της πηγής θάμβωσης, οι αναλογίες φωτεινότητας μεταξύ της πηγής θάμβωσης και των γύρω επιφανειών και οι οπτικές απαιτήσεις του χώρου και του κάθε ατόμου. 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).

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος αφορά στον ποσοτικό υπολογισμό του δείκτη θάμβωσης (glare index, GI), μέσω της σταθεράς της θάμβωσης (glare constant, G) είναι :

$$G = K \times P \times \frac{L_s^{1,6} \times \omega^{0,8}}{L_b} \quad [-]$$

$$GI = 10 \times \log G \quad [-]$$

Όπου :

G: η σταθερά της θάμβωσης

GI: ο δείκτης θάμβωσης

K: σταθερά, εξαρτώμενη από τις μονάδες των παραμέτρων

P: συντελεστής θέσης, ο οποίος εξαρτάται από τη θέση της πηγής της θάμβωσης σε σχέση με την κατεύθυνση εστίασης (επόμενος πίνακας)

V: κατακόρυφη απόσταση φωτεινής πηγής - ματιού

R: οριζόντια απόσταση φωτεινής πηγής - ματιού

L: πλευρική απόσταση φωτεινής πηγής και γραμμής εστίασης

Ls: η φωτεινότητα της πηγής [cd / m²]

Lb: η φωτεινότητα των επιφανειών του οπτικού πεδίου [cd / m²]

ω: η στερεά γωνία θέασης της πηγής [sr]

Η παραπάνω εξίσωση εφαρμόζεται συνήθως όταν η κύρια πηγή θάμβωσης είναι η εγκατάσταση τεχνητού φωτισμού.

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 (GI). Η μαθηματική σχέση εκφράζει την παρατηρηθείσα εμπειρική 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, και είναι η εξής :

$$DGI = \frac{2}{3} \times (GI + 14)$$

Όπου:

GI: ο δείκτης θάμβωσης, υπολογισμένος με βάση τις δύο προηγούμενες εξισώσεις

DGI: ο δείκτης θάμβωσης για το φυσικό φως

Κλίμακα αξιολόγησης της θάμβωσης βάσει των τιμών του δείκτη DGI διαμορφώνεται ως εξής:

- DGI < 18 : Ανεπαίσθητη Θάμβωση
- DGI > 18 και DGI < 24 : Αισθητή Θάμβωση
- DGI > 24 και DGI < 31 : Ενοχλητική Θάμβωση
- DGI > 31 : Ανυπόφορη Θάμβωση

Παρεμφερής, αλλά απόλυτα χρήσιμος για την παρούσα έρευνα, δείκτης, αποτελεί η Πιθανότητα Θάμβωσης λόγω φυσικού φωτός (Daylight Glare Probability, DGP), ο οποίος ορίστηκε το 2006 από τους Wienold και Christoffersen. Η πλήρης έκφρασή του είναι:

$$DGP = 5.87 \times 10^{-5} E_v + 9.18 \times 10^{-5} \log_{10} 2 \left(1 + \sum_{i=1}^n \frac{L_{s,i}^2 \omega_{s,i}}{E_v^{1.87} p_i^2} \right)$$

Σε πιο απλοποιημένη μορφή τον συναντούμε ως εξής :

$$DGP_{(s)} = 6.22 \times 10^{-5} \times E_v + 0.184$$

Βάσει των τιμών του DGP, η κλίμακα αξιολόγησης της θάμβωσης είναι:

- › DGP < 0,35 : Ανεπαίσθητη Θάμβωση
- › DGP > 0,35 και DGP < 0,40 : Αισθητή Θάμβωση
- › DGP > 0,40 και DGP < 0,45 : Ενοχλητική Θάμβωση
- › DGP > 0,45 : Ανυπόφορη Θάμβωση



Εικ.2.6 Θάμβωση και δυσφορία

Πηγή: <http://www.fsec.ucf.edu/en/consumer/buildings/basics/windows/how/images>

Κάποια συμπεράσματα από σχετικές έρευνες είναι τα παρακάτω:

i) Βασικοί τρόποι για την αποφυγή της θάμβωσης από τα ανοίγματα, σύμφωνα με τον Baker et al. [1993 : 2.18], είναι οι εξής :

- › Η μείωση της λαμπρότητας του ουρανού (π.χ. μέσω σκιάστρων ή ειδικών υαλοστασίων)
- › Η μείωση της αντίθεσης σε φωτεινότητα (κοντράστ) μεταξύ ουρανού και κουφωμάτων εσωτερικών τοίχων
- › Η μείωση του ορατού τμήματος του ουρανού από το εσωτερικό του χώρου.

ii) Η θάμβωση που προκαλείται από την απευθείας θέαση ενός παραθύρου (δηλαδή υπό γωνία 90°) ποικίλλει σε μεγάλο βαθμό από παρατηρητή σε παρατηρητή, ενώ σχετίζεται και με παράγοντες όπως η εμφάνιση του παραθύρου, η εξωτερική θέα κτλ. [Chauvel et al, 1982 : 41]. Επίσης, η θάμβωση που προκαλείται από την απευθείας θέαση ενός παραθύρου είναι πρακτικά ανεξάρτητη από το μέγεθος του ανοίγματος και την απόσταση του παρατηρητή, ενώ εξαρτάται κυρίως από τη λαμπρότητα του ουρανού και λιγότερο από την ανακλαστικότητα των εσωτερικών επιφανειών.

iii) Φωτεινές πηγές σε γωνία μεγαλύτερη των 50° σε σχέση με την ευθεία της όρασης (σε οριζόντιο επίπεδο) δεν επηρεάζουν το δείκτη θάμβωσης φυσικού φωτισμού. Έτσι, η τοποθέτηση των θέσεων εργασίας σύμφωνα με αυτό το κριτήριο αποτελεί έναν από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους αντιμετώπισης της θάμβωσης [Baker & Steemers, 1993 : 178].

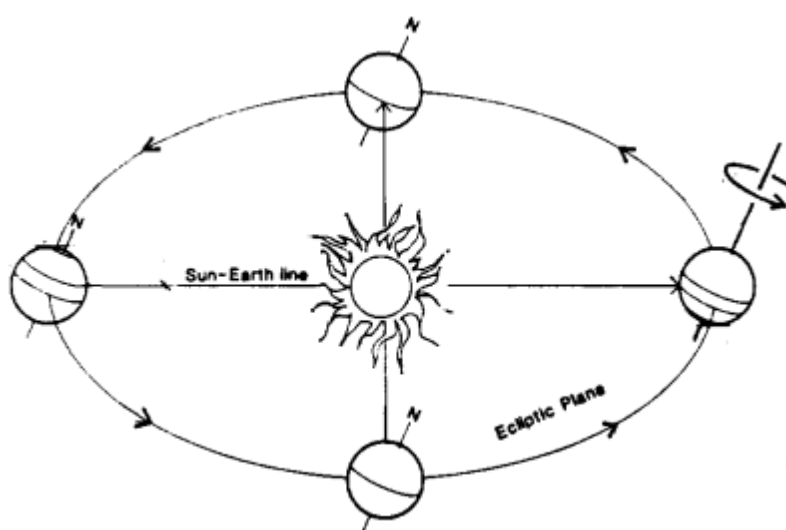
2.4 Ηλιακή Γεωμετρία

Η Ηλιακή Γεωμετρία αναφέρεται στη μελέτη της θέσης του Ήλιου σε σχέση με δεδομένο σημείο κατά ορισμένο χρονικό διάστημα. Σχετίζεται με ποικίλα θέματα του Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού όπως:

- την ερμηνεία των κλιματικών συνθηκών
- τον υπολογισμό της ηλιακής πρόσπτωσης
- τον προσδιορισμό της ηλιακής πρόσβασης
- τον σχεδιασμό ηλιοπροστασίας.

Η Ηλιακή Γεωμετρία έχει μακρόχρονη παρουσία στην ιστορία της Αρχιτεκτονικής, από τους Αιγυπτιακούς ναούς μέχρι το ενδιαφέρον του Le Corbusier για τον ηλιασμό.

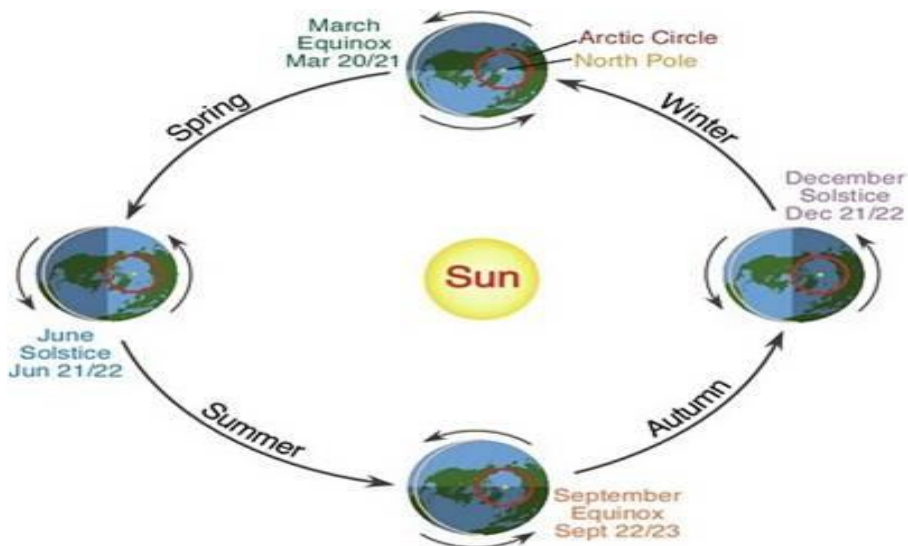
Η Ηλιακή Γεωμετρία συνδέεται με τις δύο κύριες κινήσεις της Γης, την ημερήσια περιστροφή γύρω από τον άξονα Β-Ν και την ετήσια γύρω από τον Ήλιο. Η Γη κινείται γύρω από τον Ήλιο σε ελλειπτική τροχιά (με τον Ήλιο στη θέση μιας εστίας) και με μεταβλητή ταχύτητα (ανάλογα με την απόστασή της από τον Ήλιο). Για απλότητα θεωρούμε τη τροχιά (‘εκλειπτική’) ως κυκλική και με σταθερή ταχύτητα, τον δε Ήλιο στο κέντρο της. Λόγω της μεγάλης ακτίνας της εκλειπτικής (περίπου 150,000,000 km), οι ηλιακές ακτίνες που φθάνουν στη Γη είναι σχεδόν παράλληλες (στη πραγματικότητα σχηματίζουν γωνία μικρότερη από 0.5°).



Εικ.2.7 Οι κινήσεις της Γης γύρω από τον Ήλιο και τον εαυτό της.

Πηγή: <http://www.ntua.gr/arch/geometry/postgrad/Geometry6GR.pdf>

Ο άξονας Β-Ν της γης αποκλίνει από την κάθετο στο επίπεδο της εκλειπτικής κατά σταθερή γωνία, περίπου 23.5°. Οι διαδοχικές θέσεις του άξονα Β-Ν στο Διάστημα ορίζουν ένα λοξό κύλινδρο με άξονα την ευθεία Ήλιου-Πολικού αστέρα, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα. Δηλαδή, η γωνία μεταξύ του άξονα Β-Ν και των ηλιακών ακτίνων (απόκλιση) μεταβάλλεται στη διάρκεια του έτους από $90^\circ + 23.5^\circ = 113.5^\circ$ έως $90^\circ - 23.5^\circ = 66.5^\circ$



Εικ.2.8 Θέσεις της Γης κατά την διάρκεια του έτους.

Πηγή: <https://www.educate-sustainability.eu/kb/print/438>

Ορισμένες στιγμές του έτους η απόκλιση της Γης έχει ειδικές τιμές :

- Στις 21/12 έχει τη μέγιστη τιμή (Χειμερινό Ηλιοστάσιο) και
- Στις 21/6 την ελάχιστη (Θερινό Ηλιοστάσιο)
- Στις 21/3 και 23/9 είναι 90° (Εαρινή & Φθινοπωρινή Ισημερία)

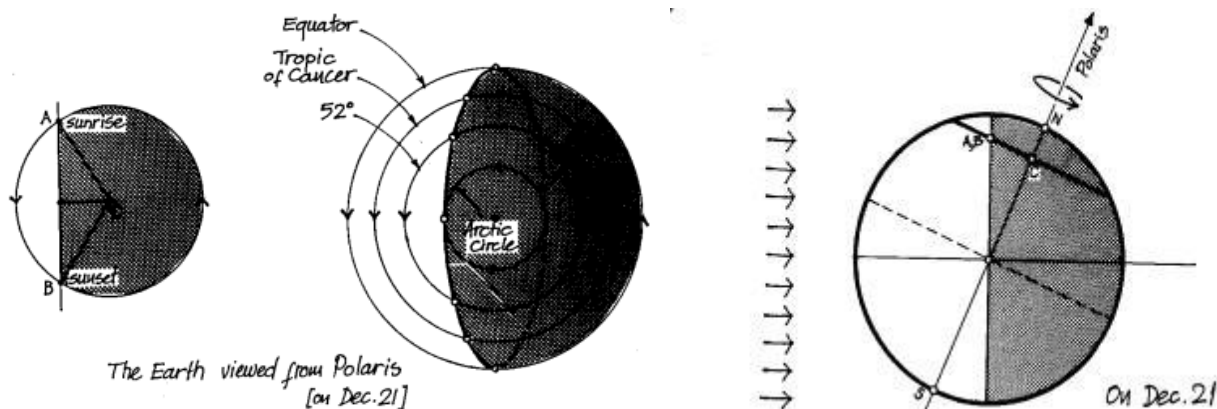
Η αυξομείωση της απόκλισης μεταβάλλει την κατανομή της ηλιακής πρόσπτωσης στην επιφάνεια της γης, με αποτέλεσμα την εναλλαγή των εποχών που εμφανίζονται στο βόρειο και νότιο ημισφαίριο κατά αντίστροφο τρόπο.



Εικ.2.9 Η Γη όπως φαίνεται από τον ήλιο τις συγκεκριμένες ημερομηνίες.

Πηγή: <http://www.ntua.gr/arch/geometry/postgrad/Geometry6GR.pdf>

Η διάρκεια της ημέρας διαφέρει σε κάθε γεωγραφικό πλάτος, επειδή ποικίλλει το τμήμα κάθε παραλλήλου μέσα στο φωτεινό ημισφαίριο της γης. Για παράδειγμα, στις 21/12 ένα σημείο σε βόρειο παράλληλο διαγράφει μικρότερο τόξο στη φωτεινή πλευρά από ότι στη σκοτεινή, άρα η ημέρα διαρκεί λιγότερο από τη νύχτα. Την ίδια ημέρα, προχωρώντας προς τον ισημερινό η αναλογία φωτεινού-σκοτεινού τόξου αλλάζει, με αποτέλεσμα να αλλάζει και η διάρκεια της ημέρας. Κατά τις δύο ισημερίες, ημέρα και νύχτα έχουν την ίδια διάρκεια σε όλα τα πλάτη.



Εικ.2.10 Η διάρκεια της ημέρας στις 21/12 για το Βόρειο ημισφαίριο και δεξιά και για τα δύο ημισφαίρια.

Πηγή: <http://www.ntua.gr/arch/geometry/postgrad/Geometry6GR.pdf>

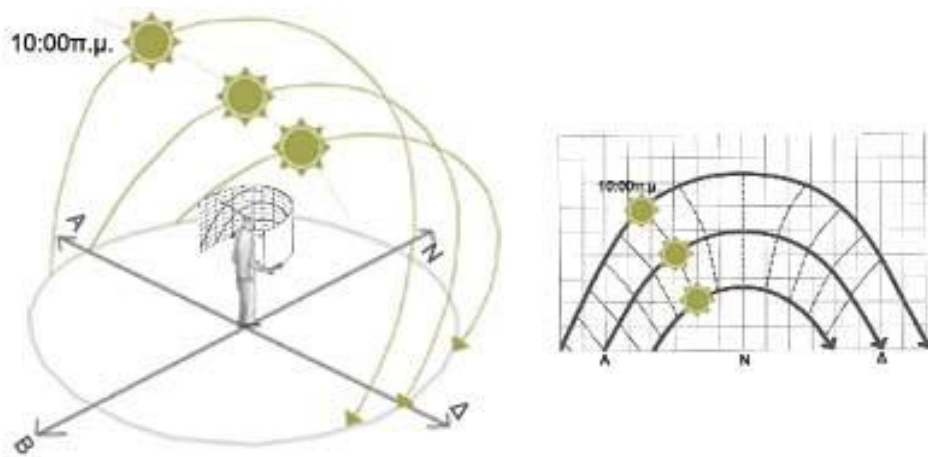
Η ημερήσια τροχιά του Ήλιου είναι μια καμπύλη στον ουράνιο θόλο που σχηματίζεται από τις διαδοχικές φαινόμενες θέσεις του Ήλιου κατά τη κίνησή του από την ανατολή στη δύση. Αν σημειώσουμε τις τροχιές διαφόρων ημερών σε ένα διαφανές ημισφαίριο μπορούμε αργότερα να αναφερόμαστε στη θέση του Ήλιου σε οποιαδήποτε καταγεγραμμένη στιγμή.

Γωνία πρόσπτωσης

Η ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει σε κάποιο επίπεδο εξαρτάται κυρίως από τη γωνία μεταξύ των ακτινών και του επιπέδου.

Η γωνία αυτή μεταβάλλεται στη διάρκεια της ημέρας. Για οριζόντιο επίπεδο είναι μηδέν κατά την ανατολή και τη δύση. Κατά το 'ηλιακό μεσημέρι' παρουσιάζεται η μέγιστη ημερήσια τιμή της, η οποία εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και την ημερομηνία.

Ηλιακές γωνίες και υπολογισμός τους



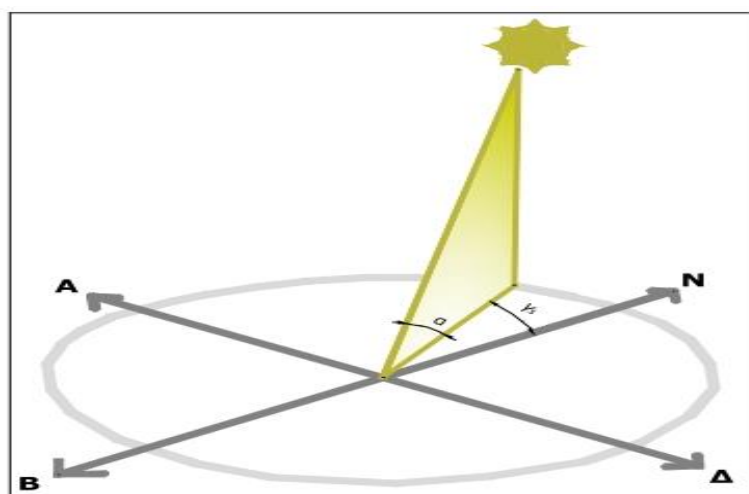
Εικ.2.11 Οι γωνίες ύψους και αζιμούθιου ορίζουν τη θέση του ήλιου. Ορθή προβολή των φαινόμενων τροχιών του ήλιου στον ηλιακό χάρτη.

Πηγή: <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/2-eliasmos-ktiriou#TOC-2.2.->

Οι ηλιακές γωνίες είναι ένα ζεύγος γωνιακών μεταβλητών (‘ηλιακό υψόμετρο’ και ‘αζιμούθιο’), που ορίζουν τη φαινόμενη θέση του Ήλιου στη δεδομένη στιγμή.

- Το **ηλιακό υψόμετρο (α)** είναι η γωνία μεταξύ μιας ακτίνας και της οριζόντιας προβολής της. Τα σημεία του οριζοντα έχουν υψόμετρο 0° , ενώ το υψόμετρο του ζενίθ είναι 90° .
- Το **ηλιακό αζιμούθιο (γ_s)** είναι η γωνία της οριζόντιας προβολής της ακτίνας και της διεύθυνσης που λαμβάνεται ως αφετηρία. Μετράται στο οριζόντιο επίπεδο δεξιόστροφα, με αφετηρία τον Βορρά ή τον Νότο, ανάλογα με την επιλεγμένη σύμβαση.

Στους ηλιακούς χάρτες, που δίνονται στο παράρτημα Γ της TOTEE 20701-3/2010, η θέση του ήλιου, σε συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος, ορίζεται βάσει των δύο αυτών γωνιών: δηλαδή του αζιμούθιου στον οριζόντιο άξονα και του ύψους στον κατακόρυφο άξονα.



Εικ.2.12 Γωνία ύψους (α) και αζιμουθίου του ήλιου (γ_s)

Πηγή: <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/2-eliasmos-ktiriou#TOC-2.2.->

Ο σκιασμός ή ο ηλιασμός ενός κτηρίου 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.

Η οριζόντια γωνία σκίασης (HSA) (σε μοίρες) είναι η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του αζιμούθιου της επιφάνειας (γ) και του ηλιακού αζιμούθιου, 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 ($-180^{\circ} \leq \gamma \leq 180^{\circ}$) 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 $\gamma=0^{\circ}$, για δυτικό προσανατολισμό $\gamma=90^{\circ}$, για ανατολικό προσανατολισμό $\gamma=-90^{\circ}$ και για βόρειο προσανατολισμό $\gamma=180^{\circ}$.

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

$$HSA = |\gamma_s - \gamma| \leq 90^{\circ}$$

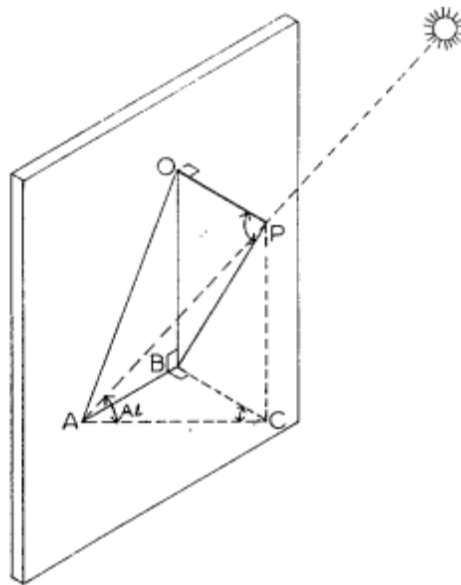
Και η κατακόρυφη γωνία σκίασης (VSA) δίνεται από τη σχέση:

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

Γνωρίζοντας την κατακόρυφη γωνία σκίασης, μπορεί εύκολα να οριστεί ο ηλιασμός και ο σκιασμός από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία των επιφανειών του κτηρίου ή/και στοιχείων του, σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές.

Σε αρκετές περιπτώσεις είναι πιο πρακτικός ο συσχετισμός της διεύθυνσης των ηλιακών ακτινών όχι με το οριζόντιο επίπεδο ή τον Βορρά/Νότο αλλά με δεδομένο επίπεδο, λοξό ή κατακόρυφο –π.χ. έναν τοίχο. Αυτό γίνεται μετατρέποντας τις συμβατικές ηλιακές γωνίες σε ‘σχετικές’.

- Το σχετικό ηλιακό αζιμούθιο είναι η οριζόντια προβολή της γωνίας που σχηματίζουν οι ακτίνες και μια ευθεία κάθετη στο δεδομένο επίπεδο (γωνία ACB).
- Το σχετικό ηλιακό υψόμετρο είναι η προβολή του ηλιακού υψόμετρου σε επίπεδο κάθετο στο δεδομένο (γωνία PBC).



Εικ.2.13 Σχετικές ηλιακές γωνίες

Πηγή: <http://www.ntua.gr/arch/geometry/postgrad/Geometry6GR.pdf>

2.5 Δείκτες απόδοσης και κριτήρια Φυσικού Φωτισμού

Ο δείκτης της **Αυτονομίας Φυσικού Φωτισμού (Daylight Autonomy, DA)** ορίζεται ως το ποσοστό των κατειλημμένων ωρών ετησίως, που ενδεχομένως να διατηρηθεί το κατώτατο επίπεδο έντασης φωτισμού που έχει ορισθεί να εξασφαλίζεται, μόνο από το φυσικό φως, ενώ εξετάζει όλες τις συνθήκες του ουρανού καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Το κατώτατο επίπεδο έντασης φωτισμού αντιστοιχεί στην ελάχιστη απαίτηση φυσικού φωτισμού που πρέπει να διατηρηθεί, ώστε μια ορισμένη εργασία να είναι δυνατόν να εκτελεστεί ακίνδυνα και χωρίς κόπωση του εργαζομένου. Παραδείγματος χάριν, μια αυτονομία φυσικού φωτισμού 70% για ένα χώρο εργασίας με ώρες απασχόλησης στις εργάσιμες ημέρες μεταξύ 8 πμ. και 6 μμ. και κατώτερα επίπεδα φωτισμού 500 lux, υπονοεί ότι ο υπάλληλος μπορεί, σε γενικές γραμμές, να εργαστεί το 70% του έτους μόνο με τη χρήση του φυσικού φωτισμού.

Ο δείκτης Αυτονομίας φυσικού φωτισμού είναι ένας σχετικά νέος δείκτης απόδοσης φυσικού φωτός και δεν έχουν, έως σήμερα, καθιερωθεί οι συνιστώμενες τιμές απόδοσης. Το κύριο πλεονέκτημά του είναι ότι λαμβάνει υπόψη τον προσανατολισμό των προσόψεων, την παρουσία των χρηστών και εξετάζει όλες τις πιθανές συνθήκες ουρανού καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Ως εκ τούτου, είναι μία προσέγγιση που περιγράφει την ετήσια διαθεσιμότητα φυσικού φωτός σε ένα χώρο εργασίας.

Από την άλλη, μπορεί να υπολογιστεί μόνο με προγράμματα προσομοίωσης (πράγμα που έγινε και στην παρούσα έρευνα και εξηγείται σε επόμενο κεφάλαιο). Η Αυτονομία Φυσικού Φωτισμού (DA) υπολογίζεται συχνά υποθέτοντας πως το σύστημα σκίασης είναι στην ίδια θέση όλο το χρόνο. Αυτή η υπόθεση είναι ρεαλιστική για ένα στατικό σύστημα σκίασης, όπως το εξωτερικό ράφι φωτισμού. Όποτε χρησιμοποιείται ένα κινητό σύστημα σκίασης, όπως οι βενετικές περσίδες, πρέπει να εξεταστεί ακόμη η ρύθμιση των περσίδων μέσω του χρήστη ή του αυτοματοποιημένου ελέγχου. Αυτό περιπλέκει, είναι η αλήθεια, περαιτέρω την ανάλυση, δεδομένου ότι απαιτεί ένα πρότυπο συμπεριφοράς χρηστών που να προβλέπει τον τρόπο που περιστρέφονται οι περσίδες σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα, στη διάρκεια του έτους. Η αυτονομία φυσικού φωτισμού χαρακτηρίζει τη δυνατότητα φυσικού φωτισμού ενός χώρου.

Από 'κει και πέρα, η μέθοδος Αυτονομίας Φυσικού Φωτισμού, παρουσιάζει και δύο μειονεκτήματα. Αφενός, αδυνατεί να δώσει την πρέπουσα σημασία στις χαμηλές τιμές φωτισμού (π.χ. < 300lx) , οι οποίες έχει αποδειχθεί πως συχνά εκτιμώνται από τους χρήστες και συγχρόνως, μπορούν να αντικαταστήσουν τμήμα του τεχνητού φωτισμού. Αφετέρου, δε λαμβάνει υπόψη το κατά πόσο ξεπερνιέται η οριακή τιμή φωτισμού ανά πάσα στιγμή, πράγμα που σχετίζεται άμεσα με την πιθανότητα εμφάνισης θάμβωσης.

Σε πρόσφατες έρευνές τους, οι Nabil και Mardaljevic προτείνουν ένα νέο τρόπο αξιολόγησης του φυσικού φωτισμού στα κτίρια, ο οποίος σχετίζεται κυρίως με την ποσότητα, αλλά σαφώς και με την ποιότητα του φωτός στο επίπεδο εργασίας [Nabil & Mardaljevic, 2005], [Nabil & Mardaljevic, 2006]. Ο δείκτης που αντιπροσωπεύει τη νέα αυτή μέθοδο ονομάζεται **Δείκτης Ωφέλιμου Φυσικού Φωτισμού (Useful Daylight Illuminance, UDI)** και βασίζεται σε κλιματικά δεδομένα ωριαίων τιμών φυσικού φωτισμού καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η συγκεκριμένη προσέγγιση λαμβάνει υπόψη πραγματικούς, ρεαλιστικούς τύπους ουρανού (και όχι απλά το νεφοσκεπή), προβλέποντας ωριαίες τιμές φυσικού φωτισμού (lx) μέσα στα κτίρια. Επιπλέον, παρέχει πληροφορίες σχετικά με την τάση των υψηλών τιμών φωτισμού να προκαλούν οπτική δυσφορία στους χρήστες (θάμβωση), καθώς και ανεπιθύμητα ηλιακά κέρδη. Η νέα αυτή μέθοδος υπολογίζει τη συχνότητα κατά την οποία επιτυγχάνονται τιμές φυσικού φωτισμού συγκεκριμένου εύρους (κλίμακας).

Ωφέλιμες τιμές φυσικού φωτισμού ορίζονται αυτές που περιλαμβάνονται στο εύρος των 100-2000 lux. Το εύρος αυτό καθορίστηκε βάσει πρόσφατων επιτόπιων ερευνών σχετικά με τη συμπεριφορά χρηστών υπό διαφορετικές συνθήκες φυσικού φωτισμού [Nabil & Mardaljevic, 2006:906]. Έτσι, έγινε ο εξής διαχωρισμός όσον αφορά στα επίπεδα φωτισμού που προκύπτουν σε έναν οποιονδήποτε εσωτερικό χώρο λόγω φυσικού φωτισμού:

- › Τιμές < 100 lux θεωρούνται ανεπαρκείς για τις περισσότερες δραστηριότητες (ώστε ο φυσικός να αποτελέσει τη μοναδική πηγή φωτισμού)
- › Τιμές 100 – 500 lux θεωρούνται επαρκείς για τις περισσότερες δραστηριότητες (με το φυσικό φωτισμό να αποτελεί είτε μοναδική πηγή είτε συμπληρωματική του τεχνητού φωτισμού)
- › Τιμές 500 – 2000 lux θεωρούνται επιθυμητές και πλήρως επαρκείς για τις περισσότερες δραστηριότητες (με το φυσικό να αποτελεί μοναδική πηγή φωτισμού)
- › Τιμές > 2000 lux θεωρούνται ικανές να προκαλέσουν προβλήματα οπτικής ή θερμικής άνεσης

Τέλος, ο **Δείκτης Συνεχούς Αυτονομίας Φυσικού Φωτισμού (Continuous Daylight Autonomy, conDA)**, προτεινόμενος από τον Rogers το 2006, είναι ένας άλλος δείκτης που προέκυψε από την έρευνα. Αντίθετα με τη συμβατική Αυτονομία Φυσικού Φωτισμού, μερική συμβολή του φυσικού φωτός αποδίδεται στα χρονικά σημεία που η ένταση φυσικού φωτός βρίσκεται κάτω από το κατώτατο απαιτούμενο επίπεδο έντασης φωτισμού. Για παράδειγμα, στην περίπτωση όπου απαιτούνται 500 lux και παρέχονται 400 lux από το φυσικό φως σε μία δεδομένη στιγμή, μια μερική συμβολή $400\text{lux}/500\text{lux}=0.8$ προσφέρεται για εκείνο το χρονικό διάστημα. Το αποτέλεσμα είναι η κατάργηση ενός αυστηρού κατώτατου ορίου και η εξομάλυνση της μετάβασης μεταξύ της συνεισφοράς και της μη συνεισφοράς. Αυτή η αλλαγή στο δείκτη μπορεί να δικαιολογηθεί από τις έρευνες πεδίων που δείχνουν ότι οι προτιμήσεις φωτισμού ποικίλουν μεταξύ των ατόμων και ότι πολλοί υπάλληλοι γραφείων τείνουν να εργάζονται σε χαμηλότερα επίπεδα φυσικού φωτός από τα συνήθως αναφερόμενα 300 ή 500 lux. Ουσιαστικά, ο δείκτης αναγνωρίζει ότι ακόμη και μια μερική συμβολή του φυσικού φωτός σε ένα χώρο είναι ευεργετική. Ιδιαίτερα, η μέθοδος της Συνεχούς Αυτονομίας Φυσικού Φωτισμού είναι χρήσιμη για την εμφάνιση της δυνατότητας εξοικονόμησης ενέργειας στην περίπτωση που ο τεχνητός φωτισμός έχει δυνατότητα ρύθμισης της έντασης (dimming) ή διακόπτες με δυνατότητα πολύ-επίπεδης επιλογής.

2.6 Σημαντικοί Οργανισμοί και Κανονισμοί για τον φυσικό φωτισμό

2.6.1 CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers)

Ο CIBSE είναι ένα ινστιτούτο με μέλη από όλο τον κόσμο τα οποία ασχολούνται με ότι έχει να κάνει με το φωτισμό, τη θέρμανση, τον εξαερισμό, τους ανελκυστήρες, τις σκάλες, την ακουστική, τα υδραυλικά, την κατανάλωση ενέργειας και τα συστήματα ασφαλείας. Το κομμάτι του CIBSE που ασχολείται με το φωτισμό είναι η Society of Light & Lighting (SLL) που είναι και ο μεγαλύτερος οργανισμός που ασχολείται με την τέχνη και την επιστήμη του φωτισμού.

Συστάσεις για φυσικό φωτισμό:

- Φυσικός φωτισμός γενικά σε δωμάτια: Στις περισσότερες κατηγορίες κτιρίων οι χρήστες τους προτιμούν να έχουν φυσικό φωτισμό κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί ακόμη και αν υπάρχει σημαντική παρουσία τεχνητού φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας εξασφαλίζοντας ότι η αλλαγή στη φωτεινότητα του φυσικού φωτός είναι αντιληπτή στους τοίχους και σε άλλες εσωτερικές επιφάνειες. Είναι επίσης απαραίτητη η χρήση

ικανοποιητικά φωτεινών εσωτερικών επιφανειών για να αποφεύγεται η θάμβωση λόγω αντίθεσης με τον ουρανό.

Πιο συγκεκριμένα:

› Αν ο τεχνητός φωτισμός δε χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της ημέρας τότε ο μέσος όρος φυσικού φωτισμού δεν πρέπει να είναι λιγότερο από 5%.

› Αν ο τεχνητός φωτισμός χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της ημέρας τότε ο μέσος όρος φυσικού φωτισμού δεν πρέπει να είναι λιγότερο από 2%.

• Υπάρχουν ειδικές συστάσεις για το φυσικό φωτισμό σε δωμάτια όπου πραγματοποιούνται συγκεκριμένες εργασίες όπου απαιτείται. Παρατίθενται οι πίνακες για νοσοκομειακές μονάδες:

Healthcare – delivery rooms

	Maintained illuminance (lux)	Limiting glare rating	Minimum colour rendering (R_a)	Note
General lighting	300	19	80	
Examination and treatment	1000	19	80	1

Note:

1. Examination luminaire may be required.

Healthcare – examination rooms

	Maintained illuminance (lux)	Limiting glare rating	Minimum colour rendering (R_a)	Note
General lighting	500	19	90	
Examination and treatment	1000	19	90	1

Note:

1. Examination luminaire may be required.

Healthcare – operating areas

	Maintained illuminance (lux)	Limiting glare rating	Minimum colour rendering (R_a)	Note
Pre-op and recovery rooms	500	19	90	
Operating theatre	1000	19	90	
Operating cavity	–	–	–	1

Note:

1. Operating luminaire required; illuminance 10 000–100 000 lux.

Healthcare – treatment rooms

	Maintained illuminance (lux)	Limiting glare rating	Minimum colour rendering (R_a)	Note
Dialysis	500	19	80	1
Dermatology	500	19	90	
Endoscope rooms	300	19	80	
Plaster rooms	500	19	80	
Medical baths	300	19	80	
Massage and radiotherapy	300	19	80	

Note:

1. The lighting should be controllable.

Healthcare premises – general rooms

	Maintained illuminance (lux)	Limiting glare rating	Minimum colour rendering (R_a)	Note
Waiting rooms	200	22	80	1
Corridors: during the day	200	22	80	1
Corridors: at night	50	22	80	1
Day rooms	200	22	80	1
Staff office	500	19	80	
Staff rooms	300	19	80	

Note:

1. Illuminance at floor level.

Εικ.2.14 Συστάσεις CIBSE για φυσικό φωτισμό σε διάφορους χώρους νοσηλείας ασθενών

Πηγή: <http://www.cibse.org>

2.6.2 ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers)

Αποτελεί οργανισμό που ανήκει στο ευρύτερο σύνολο του CIBSE. Ιδρύθηκε το 1984 και πλέον έχει πάνω από 50000 μέλη παγκοσμίως τα οποία ασχολούνται με θέματα της κατασκευής και της ενεργειακής της απόδοσης.

Συστάσεις για φυσικό φωτισμό:

Στις νοσοκομειακές μονάδες για μεγαλύτερη άνεση των ασθενών, επισκεπτών και εργαζόμενων σε αυτά είναι αναγκαίος ο διαχωρισμός του παραθύρου σε περιοχή θέασης και σε περιοχή φεγγίτη. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος, είναι ο διαχωρισμός του παραθύρου οριζοντίως ώστε να μεγιστοποιείται η διείσδυση του φωτός της ημέρας. Στην περιοχή φεγγίτη, η οποία χωροθετείται πάνω από την περιοχή θέασης, περίπου 1,83 μέτρα πάνω από το πάτωμα πρέπει να τοποθετείται υαλοπίνακας υψηλής απόδοσης (high VT glazing). Παράθυρα για θέα και για φωτισμό πρέπει πρωτίστως να τοποθετούνται στη βόρεια και τη νότια όψη του κτιρίου. Τα παράθυρα στην ανατολική και τη δυτική όψη πρέπει να ελαχιστοποιούνται καθώς είναι δύσκολο να προστατευθούν από την υπερθέρμανση και τη θάμβωση.

2.6.3 IEA (International Energy Agency)

Ιδρύθηκε το 1973/4 ως αποτέλεσμα της πετρελαϊκής κρίσης με 28 κράτη-μέλη παγκοσμίως. Βασικός ρόλος αυτού του οργανισμού ήταν να συμβάλλει σε μια συλλογική λύση στις διακοπές στην παροχή πετρελαίου, μέσω της απελευθέρωσης έκτακτης ανάγκης αποθεμάτων πετρελαίου στις αγορές. Ενώ συνεχίζει αυτός να είναι ένας βασικός ρόλος του IEA, ο οργανισμός έχει διευρυνθεί. Πλέον παίζει σημαντικό ρόλο στον παγκόσμιο διάλογο για την ενέργεια και παρέχοντας γι' αυτόν το λόγο έρευνες, στατιστικές αναλύσεις και συστάσεις.

Συστάσεις για φυσικό φωτισμό:

› Στρατηγικές για νεφοσκεπή ουρανό :

Σε αυτήν την περίπτωση απαιτούνται μεγάλα παράθυρα, συνήθως τοποθετημένα ψηλά στον τοίχο. Υπό ηλιόλουστες συνθήκες βέβαια αυτά αποτελούν πρόβλημα καθώς μπορεί να προκαλέσουν υπερθέρμανση και θάμβωση. Αντιμετώπιση: ανειδωλικά συστήματα, ράφια φωτισμού.

› Στρατηγικές για καθαρό ουρανό :

Σε αντίθεση με τις στρατηγικές για νεφοσκεπή ουρανό, οι στρατηγικές που διαχέουν το φυσικό φως σε περιοχές με μεγάλα ποσοστά ηλιοφάνειας πρέπει να κατευθύνουν το άμεσο φυσικό φως όλες τις στιγμές της ημέρας.

› Άμεσο ηλιακό φως :

Το άμεσο ηλιακό φως είναι τόσο φωτεινό που η ποσότητα αυτού του φωτός που προσπίπτει σε μια μικρή οπή για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα είναι ικανή να παρέχει ικανή ποσότητα φυσικού φωτισμού σε μεγάλους εσωτερικούς χώρους.

› Λειτουργικός διαχωρισμός παραθύρου :

Πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να εξοικονομείται ενέργεια στον χώρο και ταυτόχρονα να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις των χρηστών. Ομοιογενής σχεδιασμός παραθύρου: χρησιμοποιείται το ίδιο σύστημα φωτισμού σε όλη την έκταση του παραθύρου.

2.6.4 IESNA (Illuminating Engineering Society of North America)

Οργανισμός με 8000 περίπου μέλη παγκοσμίως, τα περισσότερα των οποίων βρίσκονται στις ΗΠΑ, στον Καναδά και το Μεξικό. Στόχος του οργανισμού αυτού είναι η βελτίωση των συστημάτων φωτισμού και για αυτόν το λόγο διενεργεί έρευνες με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων και συστάσεων πάνω σε αυτόν τον τομέα.

Γενικές συστάσεις για το φωτισμό των νοσοκομείων:

Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα άτομα που θα χρησιμοποιούν το χώρο, οι εργασίες που θα πραγματοποιούνται, η αισθητική του δωματίου καθώς και η δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας. Οπότε, ο φωτισμός πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένος για όλες τις παραπάνω περιπτώσεις οι οποίες μπορούν να εμφανιστούν σε ένα νοσοκομείο. Η όραση είναι μια δυναμική διαδικασία. Τα μάτια δεν παραμένουν σταθερά σε ένα συγκεκριμένο σημείο στο χώρο αλλά κοιτάζουν σε όλα τα σημεία του. Γι' αυτόν το λόγο πρέπει να δίνεται έμφαση σε τρεις ζώνες φωτισμού. Ειδικά δε, στα χειρουργεία: Η ζώνη υψηλότερης σημασίας πρέπει να βρίσκεται στο χειρουργικό τραπέζι. Η ζώνη μεσαίας σημασίας γύρω από το χειρουργικό τραπέζι και η τρίτη ζώνη στις υπόλοιπες επιφάνειες.

Βάσει αυτών των γενικών αρχών ο IESNA διαχωρίζει τις ενέργειες που γίνονται στα δωμάτια των ασθενών και με αυτόν τον τρόπο δίνει τις συστάσεις για το φυσικό φωτισμό:

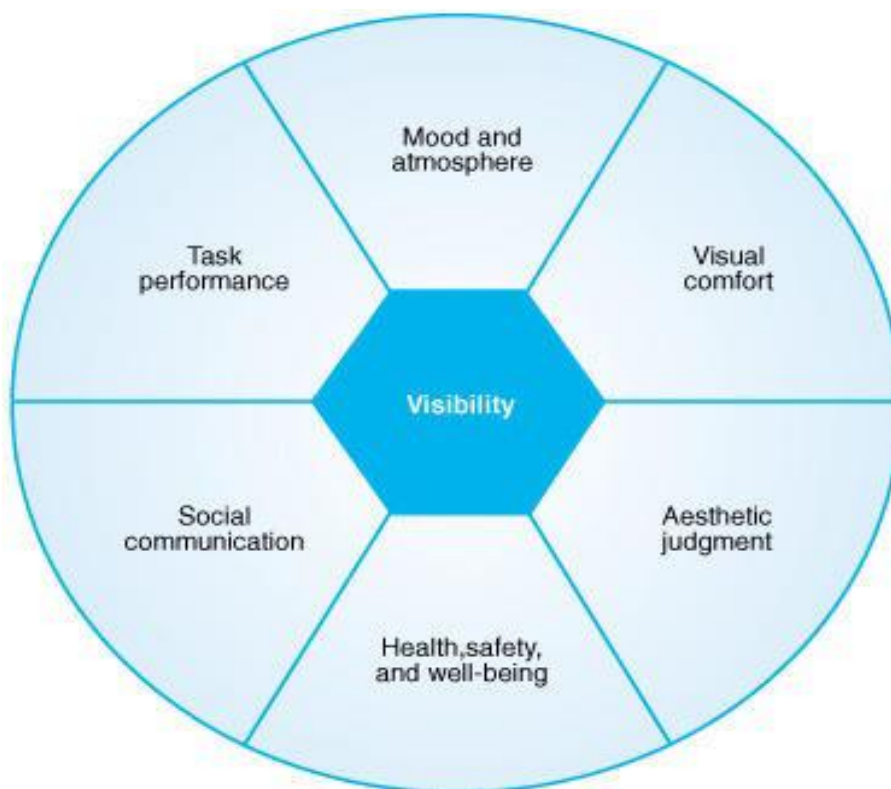
- Επισκέψεις νοσοκόμων στα δωμάτια των ασθενών : Φωτισμός χωρίς μεγάλες απαιτήσεις αρκεί. Αλλά πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να βοηθά τη δουλειά των νοσοκόμων. Η φωτεινότητα

δεν πρέπει να είναι λιγότερη από 310 cd/m² (30 cd/ft², όπου cd/ft² = Candela Per Square Foot , μονάδα μέτρησης φωτός).

- Επισκέψεις γιατρών στα δωμάτια των ασθενών : Πρέπει να υπάρχει αρκετό φως στο κρεβάτι του ασθενή καθώς και γύρω από αυτό. Η φωτεινότητα δεν πρέπει να είναι λιγότερη από 70 cd/m² (6.5 cd/ft²).

- Φωτισμός εξέτασης : Πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να μην αλλοιώνει το χρώμα του δέρματος των ασθενών. Ακόμη και όταν χρησιμοποιείται κουρτίνα για απομόνωση του ασθενή από τα υπόλοιπα άτομα του δωματίου, πρέπει να χρησιμοποιείται τεχνητός φωτισμός ώστε να διατηρείται το επιθυμητό αποτέλεσμα.

- Προσωπικός φωτισμός ασθενή : Πρέπει να υπάρχει η κατάλληλη φωτεινότητα που να εξυπηρετεί τον ασθενή και να μην ενοχλεί τους υπόλοιπους στο δωμάτιο.



Εικ.2.15 Πως το φως επηρεάζει τις ανάγκες του ανθρώπου

Πηγή : <https://www.ies.org/handbook/>

2.6.5 BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) και LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

Αποτελούν συστήματα αξιολόγησης και πιστοποίησης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων. Το μεν BREEAM δημιουργήθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο, το δε LEED στις ΗΠΑ. Προφανώς, έχουν συμπεριλάβει στοιχεία της χώρας για την οποία προορίστηκαν και είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι ένα κτίριο που έχει διαμορφωθεί με κανονισμούς το ενός συστήματος αξιολόγησης, μπορεί να χαρακτηριστεί χαμηλής ενεργειακής ποιότητας σύμφωνα με το άλλο σύστημα.

Για τον τομέα της υγείας και των νοσοκομείων υπάρχουν οι κατηγοριοποιήσεις των παραπάνω: LEED HEALTHCARE, GREEN GUIDE FOR HEALTHCARE (ΗΠΑ) και BREEAM HEALTHCARE (Ην.Βασίλειο).

2.6.6 Ευρωπαϊκή Οδηγία - CSN EN 12464-1 Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εκδώσει έναν οδηγό πρότυπου φωτισμού για χώρους εργασίας. Ο EN12464 εκδόθηκε το 2011 από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την Τυποποίηση (CEN) με στόχο να καθορίσει τις απαιτήσεις φωτισμού για εσωτερικούς χώρους εργασίας ώστε να εξασφαλίζεται η οπτική άνεση και η αποδοτικότητα. Περιλαμβάνει όλες τις συνήθεις δραστηριότητες που απαιτούν οπτική επάρκεια. Έχει δομηθεί στην λογική της ελάχιστης απαίτησης για κάθε περίπτωση. Έτσι ορίζει την ελάχιστη ένταση φωτισμού επιφάνειας για κάθε επιφάνεια εργασίας (illuminance), την ελάχιστη τιμή του δείκτη χρωματικής απόδοσης και την μέγιστη τιμή του ενοποιημένου βαθμού θάμβωσης (UnifiedGlareRating – UGR).

Σε ένα εγχειρίδιο της εταιρείας ThornLightingLimited σχετικά με τον φωτισμό των νοσοκομείων δίνεται ο παρακάτω πίνακας στον οποίο έχει γίνει μια συγκέντρωση των απαιτούμενων τιμών του EN 12464-1.

Table 5.7: Health care premises adapted from EN12464-1

Ref. no.	Type of interior, task or activity	Em	UGRL	Uo	Ra	Remarks
7.1 Rooms for general use						
All illuminances at floor level.						
7.1.1	Waiting rooms	200	22	0,4	80	
7.1.2	Corridors: during the day	200	22	0,6	80	
7.1.3	Corridors: during the night	50	22	0,4	80	
7.1.4	Day rooms	200	22	0,6	80	
7.1.5	Elevators, lifts	100				
7.1 Rooms for general use						
7.1.1	Waiting rooms	200	22	0,4	80	
7.1.2	Corridors: during the day, cleaning	100	22	0,4	80	
7.1.3	Corridors: during the night	50	22	0,4	80	Illuminance at floor level
	Multi-purpose corridors	200	22	0,6	80	Illuminance at task/activity level
7.1.4	Day rooms	200	22	0,6	80	
7.1.5	Elevators, lifts	100				
7.2 Staff rooms						
7.2.1	Staff office	500	19	0,6	80	
7.2.2	Staff rooms	300	19	0,6	80	
7.3 Wards, maternity wards						
Prevent too high luminance's in the patients' field of vision.						
7.3.1	General lighting	100	19	0,4	80	Illuminance at floor level.
7.3.2	Reading lighting	300	19	0,7	80	
7.3.3	Simple examinations	300	19	0,6	80	
7.3.4	Examination and treatment	1000	19	0,7	90	
7.3.5	Night lighting, observation lighting	5	-	-	80	
7.3.6	Bathrooms and toilets for patients	200	22	0,4	80	
7.4 Examination rooms (general)						
7.4.1	General lighting	500	19	0,6	90	
7.4.2	Examination and treatment	1000	19	0,7	90	
7.5 Eye examination rooms						
7.5.1	General lighting	300	19	0,6	80	
7.5.2	Examination of the outer eye	1000	-	-	90	
7.5.3	Reading and colour vision tests with vision charts	500	16	0,7	90	
7.6 Ear examination rooms						
7.6.1	General lighting	300	19	0,6	80	
7.6.2	Ear examination	1000	-	-	90	
7.7 Scanner rooms						
7.7.1	General lighting	300	19	0,6	80	
7.7.2	Scanners with image enhancers and television systems	50	19	-	80	
7.8 Delivery rooms						
7.8.1	General lighting	300	19	0,6	80	
7.8.2	Examination and treatment	1000	19	0,7	80	
7.9 Treatment rooms (general)						
7.9.1	Dialysis	500	19	0,6	80	Lighting should be contrrollable.
7.9.2	Dermatology	500	19	0,6	90	
7.9.3	Endoscopy rooms	300	19	0,6	80	
7.9.4	Plaster rooms	500	19	0,6	80	
7.9.5	Medical baths	300	19	0,6	80	
7.9.6	Massage and radiotherapy	300	19	0,6	80	
7.10 Operating areas						
7.10.1	Pre-op and recovery rooms	500	19	0,6	90	
7.10.2	Operating theatre	1000	19	0,6	90	
7.10.3	Operating cavity	-				Em: 10 000 to 100 000 lx.
7.11 Intensive care unit						
7.11.1	General lighting	100	19	0,6	90	At floor level.
7.11.2	Simple examinations	300	19	0,6	90	At bed level.
7.11.3	Examination and treatment	1000	19	0,7	90	At bed level.
7.11.4	Night watch	20	19	-	90	
7.12 Dentists						
7.12.1	General lighting	500	19	0,6	90	Lighting should be glare free for the patient.
7.12.2	At the patient	1000	-	0,7	90	
7.12.3	Operating cavity	5000	-	-	90	Values higher than 5000 lx may be required.
7.12.4	White teeth matching	5000	-	0,7	90	CCT ≥6000 K.
7.13 Laboratories and pharmacies						
7.13.1	General lighting	500	19	0,6	80	
7.13.2	Colour inspection	1000	19	0,7	90	CCT ≥6000 K.
7.14 Decontamination rooms						
7.14.1	Sterilisation rooms	300	22	0,6	80	
7.14.2	Disinfection rooms	300	22	0,6	80	
7.15 Autopsy rooms and mortuaries						
7.15.1	General lighting	500	19	0,6	90	
7.15.2	Autopsy table and dissecting table	5000	-	-	90	Values higher than 5000 lx may be required.

Εικ.2.16 Προτεινόμενες τιμές φωτισμού για χώρους υγειονομικής περίθαλψης κατά EN

Πηγή : <http://www.en-standard.eu>

2.7 Βιβλιογραφία 2^{ου} Κεφαλαίου

{1} Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την Έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης», Β' Έκδοση, Αθήνα, Απρίλιος 2012.

{2} Ηλιακή Γεωμετρία, Θάνος Ν. Στασινόπουλος, ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΜΑΘΗΜΑ 'ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ', ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ ΕΜΠ.

{3} Ηλιασμός κτιρίου <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/2-eliasmos-ktiriou#TOC-2.2.->

{4} http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1_41/df-c-iliasmos.pdf

{5} ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΣΧΟΛΙΚΗ ΑΙΘΟΥΣΑ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ, ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ, ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΜΕΡΕΣΗ, 2010.

{6} ΤΕΕ, Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας, «Ενεργειακή ταυτότητα Κτιρίων – Ενεργειακές Επιθεωρήσεις»

{7} <http://www.ecoarchitects.gr/>

{8} Illuminating Engineering Society of North America, The Lighting Handbook, Ninth Edition

{9} «Advanced Energy Design Guide for Small Hospitals and Healthcare Facilities», American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, www.ashrae.org

{10} <https://www.ies.org/handbook/>

{11} http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS

/kenak

{ 12} <http://www.cibse.org>

{ 13} Αθηνά Γάγλια, Δημήτριος Μαντάς, «Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων-τεχνικές οδηγίες (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε)», Οκτώβριος 2010

{ 14} LEED 2009 for healthcare

{ 15} BREEAM Healthcare 2008

{ 16} International Energy Agency (IEA), «Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings», Μάρτιος 2008

{ 17} <http://www.en-standard.eu/>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΚΙΑΣΗΣ

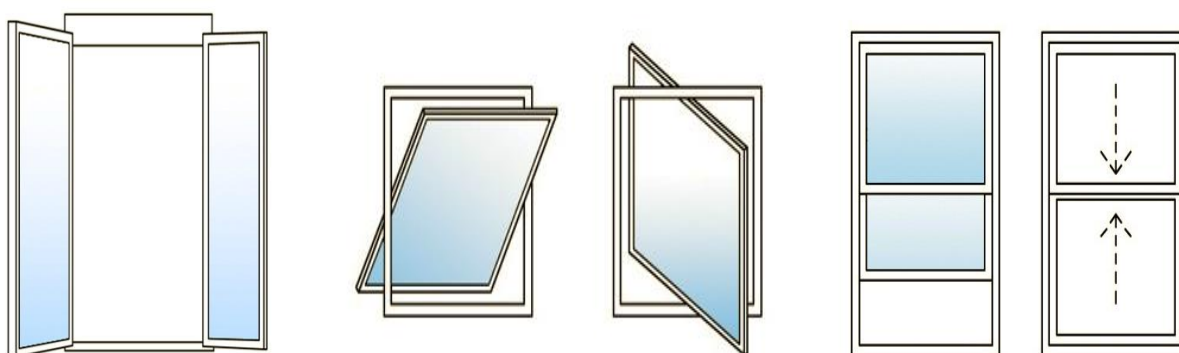
3.1 Τα Παράθυρα

Η κατάλληλη εφαρμογή συστημάτων ρύθμισης του φυσικού φωτισμού στα κτίρια οδηγεί στη βιοκλιματική αναβάθμισή τους, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση δαπανών για θέρμανση, κλιματισμό και τεχνητό φωτισμό.

Τα παράθυρα, στην κοινή τους μορφή που όλοι γνωρίζουμε, θα εξακολουθούν να αποτελούν τη βασική πηγή φυσικού φωτός στα κτίρια. Η αναλογία ύψος / πλάτος ενός παραθύρου επηρεάζει την κατανομή του φωτισμού, το βάθος μέχρι το οποίο εισχωρεί το φως, την θέα και την 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.

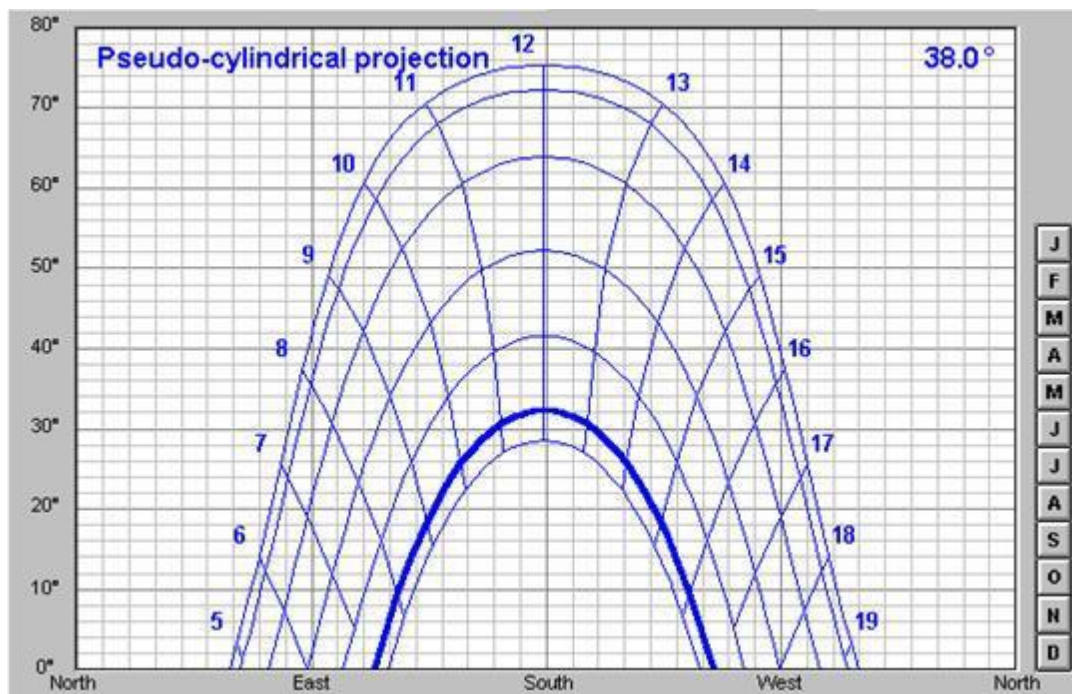
Παράθυρο με οριζόντιες αναλογίες μπορεί να τοποθετηθεί κεντρικά ή γωνιακά. Ένα παράθυρο τοποθετημένο στο κέντρο του χώρου μπορεί να καταναίμει καλύτερα το φως, όμως φαινόμενα θάμβωσης αποφεύγονται με την τοποθέτηση των παραθύρων σε γωνιακές τοποθεσίες. Σε όλες τις περιπτώσεις οριζόντια ανοίγματα χαρίζουν μεγάλη ομοιομορφία στον φωτισμό, ενώ περιορίζουν την διεισδυτικότητα του φωτός.



Εικ.3.1 Τυπικές μορφές ανοιγμάτων παραθύρων.

Πηγή: <http://www.decobook.gr/tehnika-artira/skales-koufomata/1537-2014-11-11-07-56-11>

Για τον προσανατολισμό και την διαστασιολόγηση των παραθύρων πρέπει να λαμβάνεται πάντα υπ' όψιν το ηλιακό διάγραμμα για την αποφυγή υπερβολικού ηλιακού κέρδους ή θάμβωσης.



Εικ.3.2 Ηλιακό διάγραμμα για το γεωγραφικό πλάτος της Αθήνας.

Πηγή: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_hlioprostasia.htm

Γενικοί κανόνες που αφορούν στον προσανατολισμό των παραθύρων :

- › Βορράς : σταθερός φωτισμός, διάχυτο φως, μικρά ηλιακά κέρδη, μεγάλες απώλειες τον χειμώνα – σταθερά συστήματα σκίασης, δραστηριότητες που απαιτούν υψηλά επίπεδα φωτισμού (βιομηχανικά κτίρια με πριονωτή στέγη)
- › Νότος : άμεσος φωτισμός, υψηλά επίπεδα φωτισμού, μεγάλα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι, μεσαία τον χειμώνα, λαμπρότητες που κυμαίνονται κατά την διάρκεια της ημέρας – σταθερά συστήματα σκίασης, δραστηριότητες που απαιτούν υψηλά επίπεδα φωτισμού
- › Ανατολή – Δύση : μεσαία επίπεδα φωτισμού, υψηλά κέρδη το καλοκαίρι, χαμηλά τον χειμώνα, έντονο φως το πρωί ή το απόγευμα – κινητά συστήματα σκίασης

Άλλα γενικά συμπεράσματα :

- Η νότια πρόσοψη ή με απόκλιση 30° ανατολικά ή δυτικά από τον Νότο δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία κατανεμημένη στις διάφορες εποχές του έτους, με τον πιο ευνοϊκό τρόπο : την

μέγιστη μέση τιμή στην χειμερινή περίοδο και την ελάχιστη μέση τιμή στην θερινή. Επίσης, δέχεται την μεγαλύτερη διάρκεια ηλιασμού στην χειμερινή περίοδο.

- Τα παράθυρα που είναι προσανατολισμένα στον Νότο (ή $\pm 30^\circ$) επειδή δέχονται περίπου το 90% της ημερήσιας ακτινοβολίας, απαιτούν ηλιοπροστασία για την αποφυγή της υπερθέρμανσης κατά την θερινή περίοδο.
- Παράθυρα σε ανατολικό, δυτικό προσανατολισμό συνεισφέρουν επίσης, αλλά σε μικρότερο βαθμό, στην θέρμανση του χώρου. Και σε αυτούς τους προσανατολισμούς απαιτείται ηλιοπροστασία για τον έλεγχο των θερμικών κερδών την θερινή περίοδο.
- Με την χρήση εξωτερικών ανακλαστήρων, η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο άνοιγμα μπορεί να αυξηθεί έως και 40%.
- Ανακλαστικές επιφάνειες ή επιστρώσεις μπορεί επίσης να τοποθετηθούν στο εσωτερικό του κτιρίου για να κατευθύνουν την ηλιακή ακτινοβολία στις θέσεις όπου υπάρχει θερμική μάζα.
- Σε σχέση με την κλίση, το κατακόρυφο νότιο υαλοστάσιο είναι προτιμότερο από το κεκλιμένο, γιατί το καλοκαίρι σκιάζεται ευκολότερα, ενώ τον χειμώνα δέχεται εξίσου με το κεκλιμένο σημαντική ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας.

Γενικά η κατανομή των παραθύρων επιλέγεται έτσι ώστε να διανέμεται το φως και η θερμότητα σε όλο τον εσωτερικό χώρο του κτιρίου.

Τέλος, τα παράθυρα διατάσσονται με τέτοιο τρόπο στην όψη ώστε η θερμική μάζα για την αποθήκευση να δέχεται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία.

3.2 Συστήματα Φυσικού Φωτισμού

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).

Σύστημα φυσικού φωτισμού νοείται το σύνολο:

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

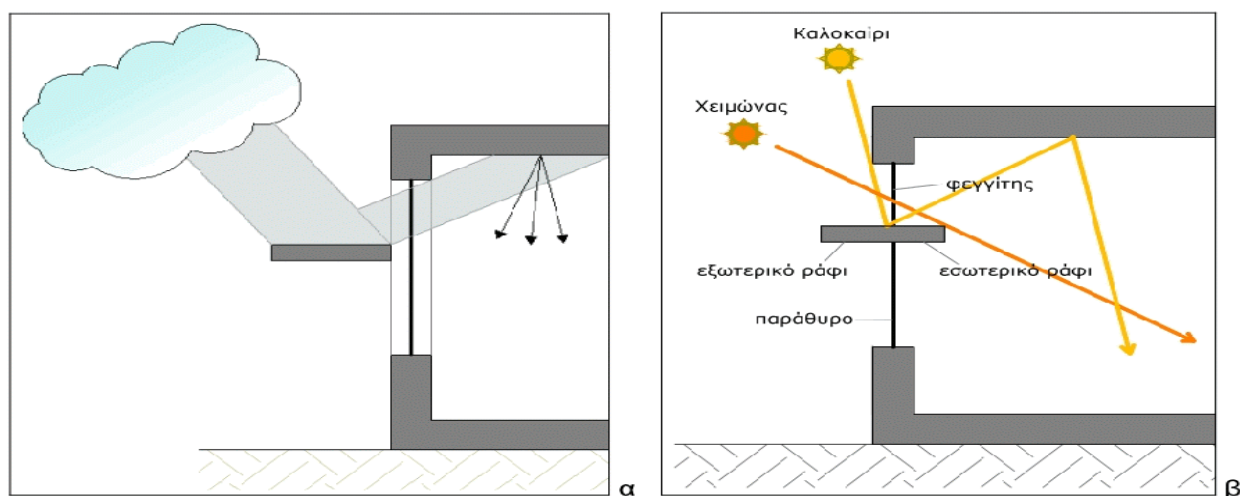
Τα συστήματα φυσικού φωτισμού διακρίνονται στις εξής τέσσερις μεγάλες κατηγορίες:

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

Αντίστοιχα, οι διάφορες τεχνικές εφαρμοζόμενες στο σύστημα ή και στον εσωτερικό χώρο αυξάνουν την απόδοση του συστήματος και βελτιώνουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης. Οι βασικότερες τεχνικές φυσικού φωτισμού αναλύονται παρακάτω.

3.2.1 Ράφι φωτισμού

Τα ράφια φωτισμού είναι επίπεδα ή καμπύλα στοιχεία που τοποθετούνται στα ανοίγματα, πάνω από τη γραμμή όρασης. Συνήθως έχουν στιλπνή την άνω επιφάνειά τους (κατοπτρική επιφάνεια ή 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. Παράλληλα 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.

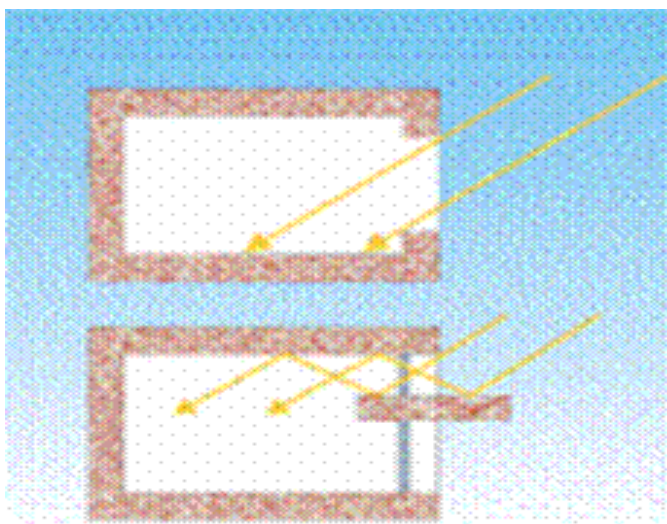


Εικ.3.3 Ανακλαστικά ράφια (α) εξωτερικά ή (β) εκατέρωθεν του ανοίγματος

Πηγή: <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/4-periballon-choros>

Η κάτω πλευρά τους ανακλά επίσης τις φωτεινές δέσμες τις προερχόμενες από το έδαφος και αυξάνει την ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στο χώρο.

Πιο συγκεκριμένα, εξασφαλίζουν ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού, αυξάνοντας τη στάθμη του φωτισμού σε απομακρυσμένες από τα παράθυρα ζώνες, μειώνοντας παράλληλα τη στάθμη φωτισμού στη ζώνη των παραθύρων. Ανακλούν το φως που προσπίπτει σε αυτό και το διαχέει προς το πίσω μέρος του δωματίου, χωρίς να αποκόπτει τη θέα η οποία εξασφαλίζεται από το χαμηλότερο μέρος του παραθύρου. Η τοποθέτησή τους πρέπει να έχει προβλεφθεί από την αρχική μελέτη του κτιρίου, καθώς προϋποθέτει μεγάλο ελεύθερο ύψος εσωτερικά στο χώρο που εφαρμόζεται. Η χρήση τους συνίσταται σε περιοχές που δέχονται επί μεγάλο διάστημα το άμεσο φως του ηλίου και σε νότιο προσανατολισμό για το βόρειο ημισφαίριο. Το ράφι φωτισμού ανάλογα με το αν τοποθετείται εσωτερικά ή εξωτερικά, μπορεί να λειτουργήσει και ως σκίαστρο, επηρεάζοντας κάθε φορά με διαφορετικό τρόπο τη σχέση ανάμεσα στις απαιτήσεις για φυσικό φωτισμό και σκίαση. Για την αποτελεσματική λειτουργία τους απαιτείται υψηλή ανακλαστικότητα της οροφής του χώρου. Η χρήση τους είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική σε εργασιακούς χώρους, όπου απαιτείται ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού.



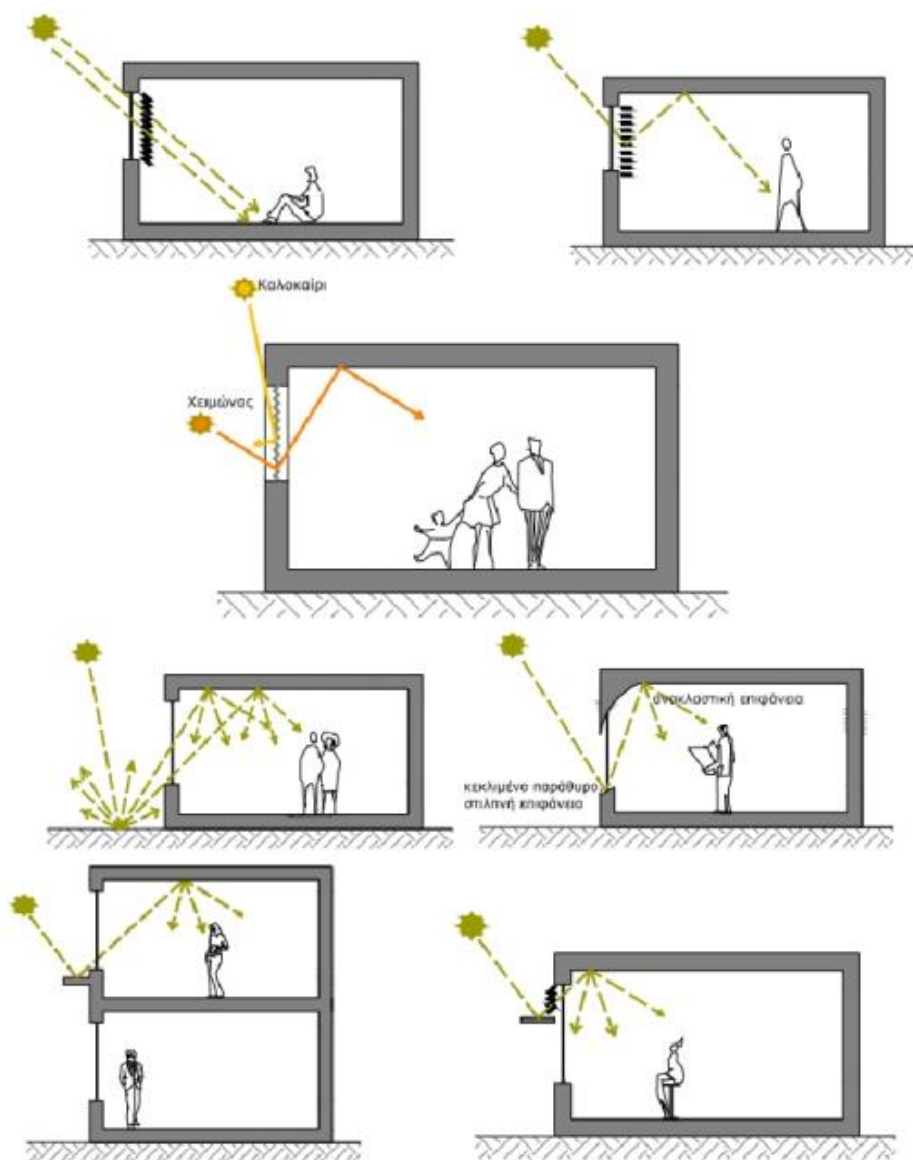
Εικ.3.4 Διάταξη για διάχυση φυσικού φωτισμού στον χώρο

Πηγή: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos_rafia_fotismou.htm

Τα ράφια φωτισμού κατασκευάζονται στην εσωτερική ή εξωτερική πλευρά ή εκατέρωθεν του υαλοστασίου (Εικ. 3.3 και 3.4) και αποτελούν συγχρόνως στοιχείο της αρχιτεκτονικής σύνθεσης.

3.2.2 Ανακλαστήρες

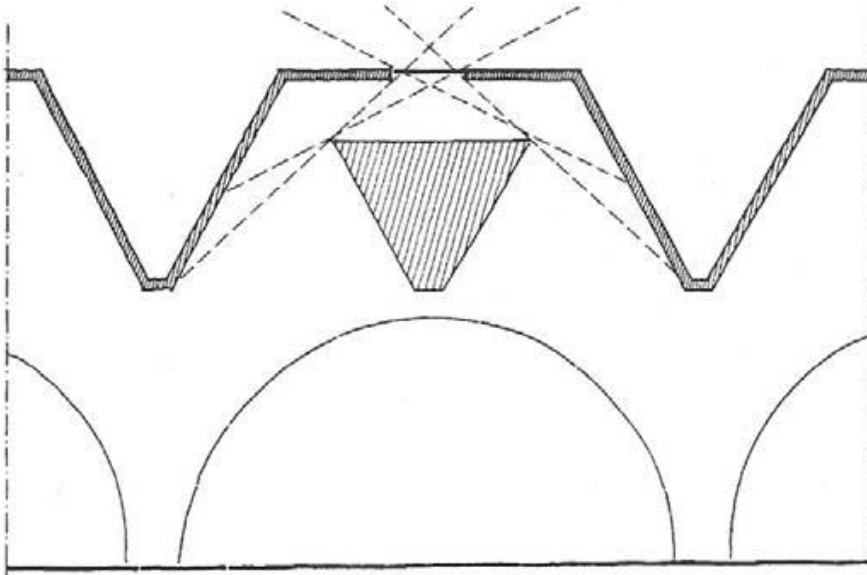
Οι ανακλαστήρες είναι εξωτερικές ή εσωτερικές περσίδες με ανακλαστική την άνω παρειά τους. Αυξάνουν την ποσότητα του φυσικού φωτός που δέχεται ο χώρος, παρέχοντας συγχρόνως σκιασμό και προστασία από τη θάμβωση (Σχήμα 6.22). Δεν πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι το καλοκαίρι ή κατά τη διάρκεια ημερών με μεγάλη ηλιοφάνεια, οι πολύ στιλπνές επιφάνειες των περσίδων μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση.



Εικ.3.5 Διάφορες διατάξεις περσίδων με ανακλαστική την άνω παρειά τους που συμβάλλουν στο να οδηγηθεί το φυσικό φώς στην οροφή του χώρου

Πηγή: <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/4-periballon-choros- -mikroklima- -photismos-periballon-choros---mikroklima#TOC-5.2.4.2.->

Επίσης, με τη χρησιμοποίηση ανακλαστήρων στην οροφή ή με τη βαφή της οροφής με υλικό με μεγάλη ανακλαστικότητα αυξάνεται η διείσδυση της απευθείας φωτεινής ακτινοβολίας βαθιά στο χώρο, ενώ με τη χρησιμοποίηση εσωτερικών ανακλαστήρων, που διαχέουν το φως, εξασφαλίζεται καλύτερη κατανομή του φωτός στο χώρο. Ο Louis Kahn, η αρχιτεκτονική του οποίου βασίζεται στο φυσικό φως, χρησιμοποίησε τέτοιους ανακλαστήρες στο Kimbell Art Museum στο Texas για να αποφύγει τη θάμβωση και να αναδείξει τα έργα τέχνης. Στο παρακάτω σκίτσο του Louis Kahn, φαίνονται οι αρχικές σκέψεις του για την εφαρμογή των ανακλαστών.



Εικ.3.6 Σκίτσο του Louis Kahn για το Kimbell Art Museum

Πηγή: <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/4-periballon-choros>

Εάν χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλες διατάξεις ακόμη και τα μικρά ανοίγματα παρέχουν ικανοποιητική ποσότητα φυσικού φωτισμού.

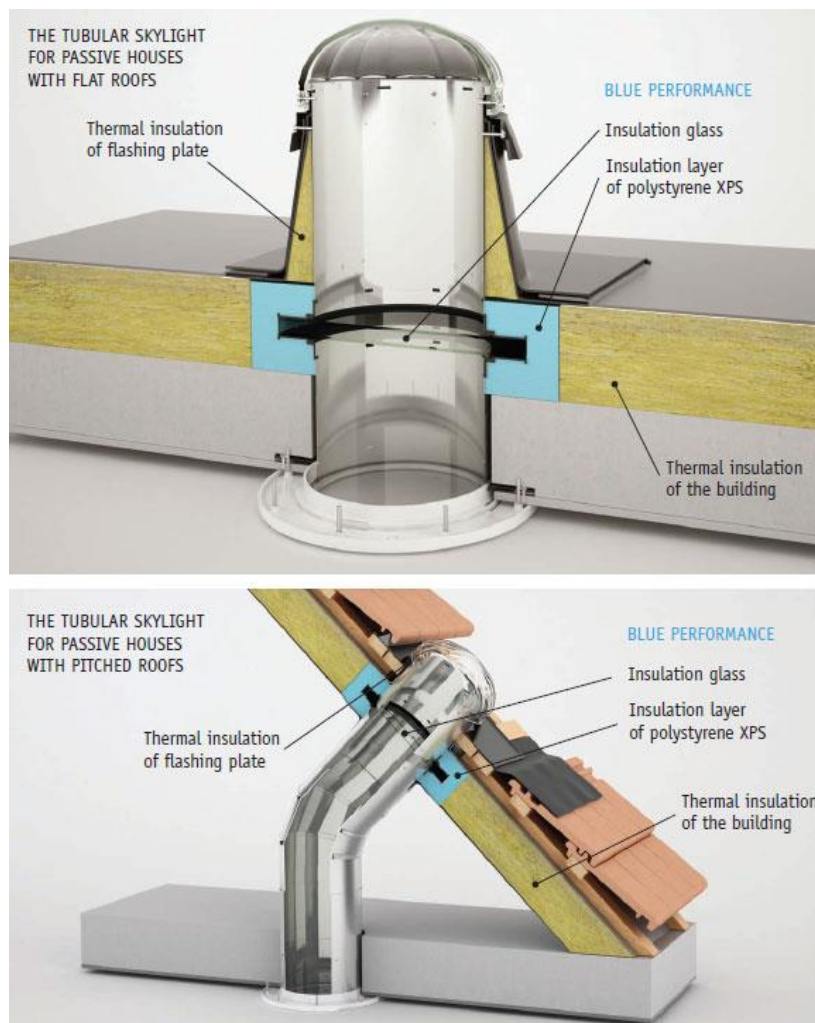


Εικ.3.7 Ανακλαστικές περσίδες οροφής

Πηγή: <http://www.nulightsolutions.com/>

3.2.3 Κανάλια φωτισμού ή φωτεινοί αγωγοί ή φωτοσωλήνες

Είναι απλή σχετικά κατασκευή, η οποία εισάγει φως από την οροφή σε σκοτεινά σημεία των κτηρίων ακόμα και σε χαμηλότερους ορόφους (light ducts ή sun ducts ή light wells ή light pipes). Πρόκειται για σωλήνα επιστρωμένο στο εσωτερικό του με υλικό μεγάλης ανακλαστικότητας - όπως καθρέφτες, ελάσματα από αλουμίνιο ή βαμμένο με πολύ στιλπνά χρώματα, που φέρει διαφανή καλύμματα στα δύο άκρα του. Συνήθως οι διαστάσεις του είναι μικρές: από 0.50×0.50μ, έως 2.0×2.0μ. Ο φωτοσωλήνας μπορεί να είναι ενιαίος κατακόρυφος ή να αποτελείται από τμήματα υπό κλίση.

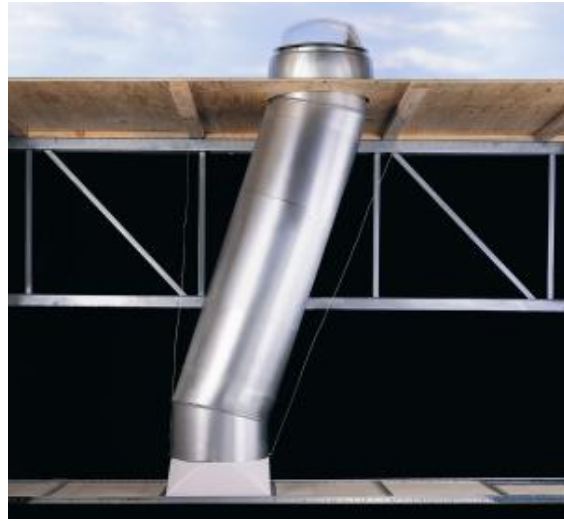


Εικ.3.8 Ηλιακός φωτοσωλήνας. Σύστημα Blue Performance U Value.

Πηγή: http://www.solarlight.gr/images/tubular_skylight_zm.jpg

Η απόδοσή του εξαρτάται από την ένταση φωτισμού στο επίπεδο του φωτοσωλήνα εξωτερικά, το ύψος του ήλιου, την ανακλαστικότητα του υλικού στο εσωτερικό του σωλήνα, την ύπαρξη ή όχι γωνιών στο φωτοσωλήνα και από το λόγο του μήκους του προς τη διάμετρό του. Για αυξημένη απόδοση το μήκος του δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 10μ. (Lechner, 1991), δεδομένου ότι όσο αυξάνει το μήκος, μειώνεται σημαντικά η ένταση του φωτισμού.

Οι αγωγοί, με κατάλληλο σχεδιασμό, μπορούν επίσης να συνεισφέρουν στον φυσικό αερισμό των χώρων.



Εικ.3.9 Πρακτικές εφαρμογές ηλιακών φωτοσωλήνων.

Πηγή: <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/4-periballon-choros>

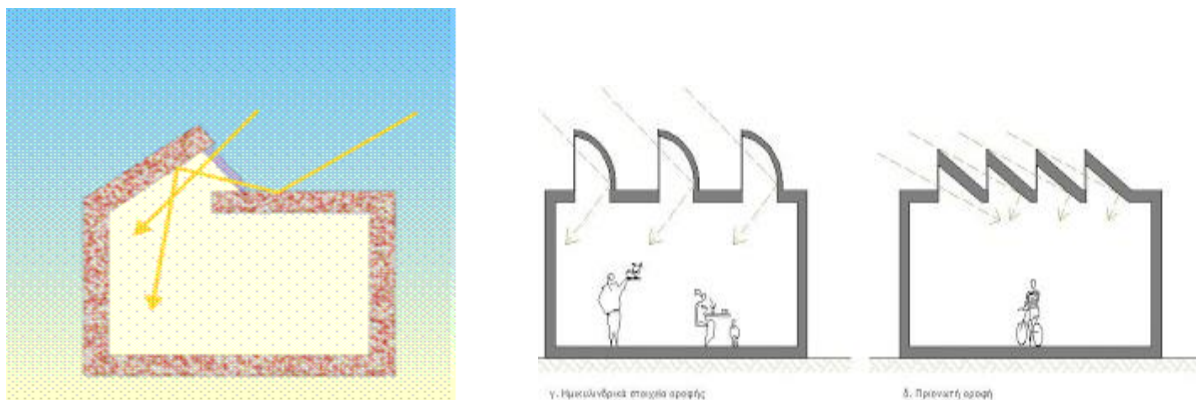
3.2.4 Συστήματα οροφής με φωτεινή και θερμική διαπερατότητα

Ανοίγματα οροφής

Τα ανοίγματα οροφής αποτελούν ειδική κατηγορία συστημάτων φυσικού φωτισμού, καθώς παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα ανοίγματα στην τοιχοποιία:

- Παρέχουν μεγάλη ποσότητα διάχυτου φως από τον ουράνιο θόλο.
- Λόγω της θέσης τους, συντελούν στην ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτός μέσα στους χώρους.

Τα ανοίγματα οροφής μπορούν να φέρουν είτε διαφανείς, είτε ημιδιαφανείς (διαχυτικούς) υαλοπίνακες.



Εικ.3.10 Διάφορες διατάξεις ανοιγμάτων οροφής

Πηγή: <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/4-periballon-choros>

Συστήματα διάχυσης φωτός/ηλιοπροστασίας

Στα ανοίγματα οροφής συνιστάται εν γένει να υπάρχει σύστημα ηλιοπροστασίας / εκτροπής του άμεσου φωτός, όπως ανακλαστήρες, περσίδες, ή κινητά πετάσματα.

Τα συστήματα αυτά, ανάλογα με τον τύπο του ανοίγματος μπορεί να είναι εξωτερικά ή εσωτερικά. Χρησιμοποιούνται στον τελευταίο όροφο για τον φωτισμό από άνω του χώρου. Τα κινούμενα τζάμια της διάταξης μπορούν επίσης να βοηθήσουν στην παροχή φυσικού αερισμού όταν ο αέρας του κλιματισμού δεν είναι σε χρήση. Είναι δυνατό να μειωθεί η αύξηση της θερμότητας το καλοκαίρι αλλά και η απώλεια θερμότητας το χειμώνα με τη χρήση φεγγιτών χαμηλής θερμοπερατότητας. Οι φεγγίτες διαθέτουν εσωτερικό ή εξωτερικό σύστημα ελέγχου της ηλιοφάνειας με διαφράγματα ή πτερύγια. Με άνοιγμα 450 μεγιστοποιείται το φως της ημέρας και ελαχιστοποιείται το θάμβωση.

Η τελική επιλογή ενός τέτοιου συστήματος γίνεται με κριτήρια που αφορούν τη συνολική ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και την οικονομικότητά τους.



Εικ.3.10 Δείγμα εφαρμογής φεγγίτη οροφής

Πηγή: http://www.pasisis.com/wp-content/uploads/pasisis_oikonomiki_seira_3.jpg

Τα οριζόντια ανοίγματα οροφής έχουν το μειονέκτημα ότι δέχονται μεγαλύτερη ηλιακή πρόπτωση το καλοκαίρι από ότι το χειμώνα και για το λόγο αυτό συχνά συνιστώνται κατακόρυφα ή κεκλιμένα ανοίγματα στην οροφή, σε συνδυασμό με διατάξεις σκιασμού.

3.2.5 Ειδικοί Υαλοπίνακες

Η χρήση βελτιωμένων ειδικών υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους.

Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι σταθερές, μεταβαλλόμενες (ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες) ή ρυθμιζόμενες.

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.

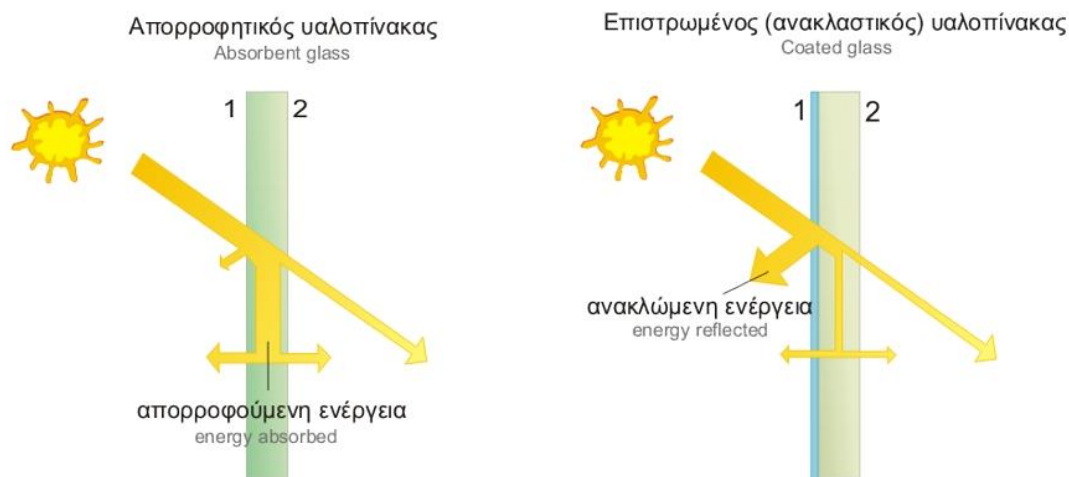
› Θερμομονωτικοί υαλοπίνακες : Εκτός από τους συνήθεις διπλούς (ή τριπλούς) υαλοπίνακες, αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα έχουν υαλοπίνακες που στο διάκενό τους περιέχουν άλλο αέριο (π.χ. αργό) αντί για αέρα. Συνιστώνται σε κτίρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους.

› 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.

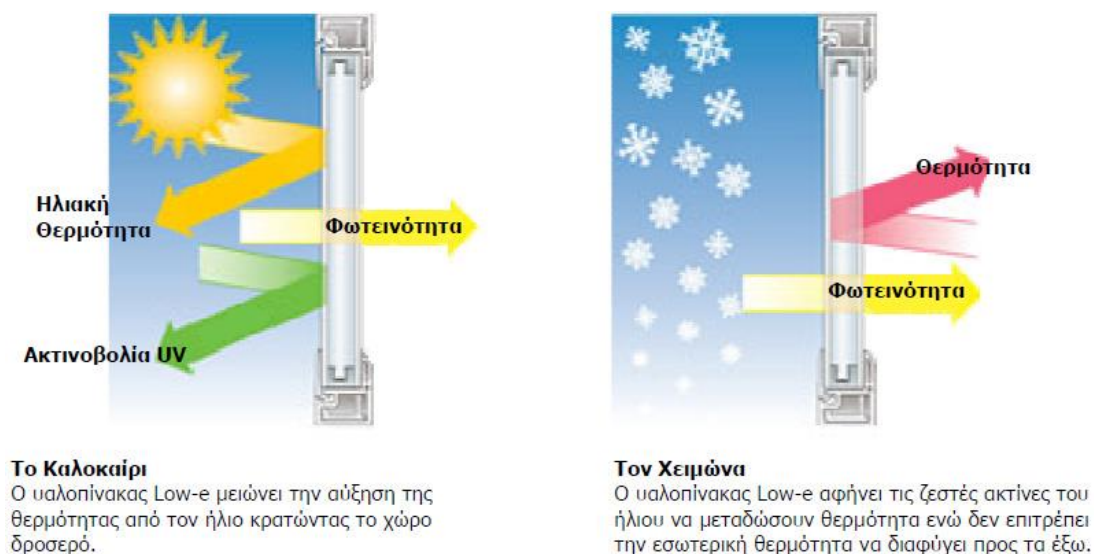
› Θερμοχρωμικοί : Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμοι.

› Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων : Με την εφαρμογή τάσης μετατρέπονται από γαλακτόχρωμοι σε διαφανείς.



Εικ.3.11 Ενεργειακοί υαλοπίνακες χαμηλής αγωγιμότητας

Πηγή: www.aluk-larissa.gr



Εικ.3.12 Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e)

Πηγή: www.aluk-larissa.gr

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.

3.3 Συστήματα Σκίασης

Η βασικότερη μέθοδος ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων των κτιριακών κατασκευών είναι η σκίαση, δηλαδή η παρεμπόδιση των ηλιακών ακτίνων να φθάνουν στα παράθυρα. 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.

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.

Συγκεντρωτικά, τα συστήματα σκίασης διαχωρίζονται σε :

- εξωτερικά και εσωτερικά
- σταθερά και κινητά
- εποχιακά
- μόνωσης
- υαλοπίνακες
- καινοτόμα συστήματα

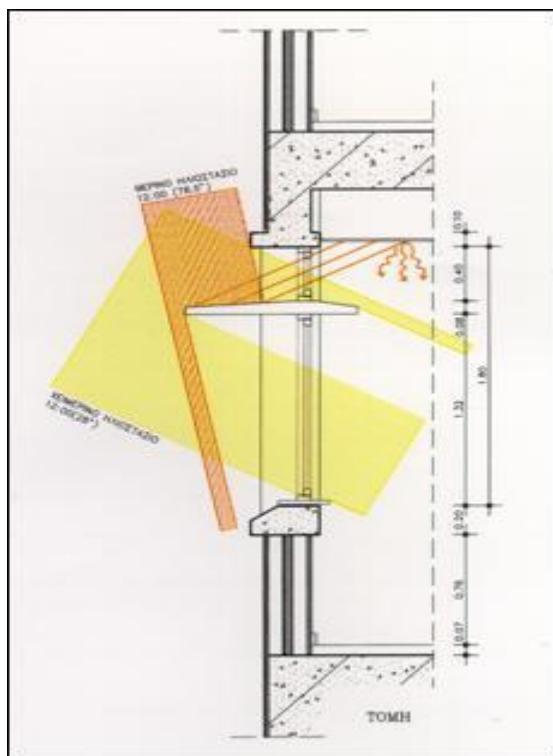
Αποδοτικότερος είναι ο εξωτερικός σκιασμός, αφού έτσι εμποδίζονται οι ηλιακές ακτίνες να εισέλθουν μέσα στο κτίριο, σε αντίθεση με τον εσωτερικό σκιασμό, κατά τον οποίο οι ηλιακές ακτίνες έχουν ήδη διέλθει από το τζάμι κι ένα τμήμα της θερμικής ακτινοβολίας εγκλωβίζεται μεταξύ τζαμιού και διατάξεων σκίασης.

3.3.1 Μόνιμα Εξωτερικά Σκιάστρα

Ένας οριζόντιος πρόβολος πάνω από ένα νότια προσανατολισμένο παράθυρο επιτρέπει στο χειμερινό ήλιο, που βρίσκεται χαμηλά στον ορίζοντα να περάσει στο εσωτερικό του κτιρίου, ενώ το καλοκαίρι τον εμποδίζει. Το μέγεθος του προβόλου αυτού εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου στον οποίο βρίσκεται το κτίριο. Για την Αθήνα, για παράδειγμα, καλές αναλογίες προβόλου είναι αυτές για τις οποίες η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της εξωτερικής πλευράς του σκιάστρου και του καταφλιού του ανοίγματος είναι 55-60°.

Οι πρόβολοι που εκτείνονται δεξιά και αριστερά των ανοιγμάτων είναι πιο αποτελεσματικοί από πρόβολους που καλύπτουν μόνο το πλάτος του παραθύρου.

Για τον ακριβή υπολογισμό της θέσης του ήλιου για κάθε μήνα του χρόνου και για κάθε ώρα της ημέρας υπάρχουν τα ηλιακά διαγράμματα ανά γεωγραφικό πλάτος καθώς και υπολογιστικά προγράμματα.



Εικ.3.13 Σχεδιασμός σκιάστρου για χειμερινό ηλιασμό / θερινή ηλιοπροστασία και ενίσχυση του φυσικού φωτισμού

Πηγή: www.cres.gr

Ένα οριζόντιο σκιάστρο δεν μπορεί να ανακόψει τις ηλιακές ακτίνες που έρχονται χαμηλά από την κατεύθυνση της ανατολής ή της δύσης κατά τη διάρκεια το καλοκαιριού. Για το λόγο αυτό, στα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα προτιμώνται τα μόνιμα κατακόρυφα σκιάστρα.

3.3.2 Κινητά σκίαστρα

Γενικά, από ενεργειακής πλευράς, είναι καλύτερο να χρησιμοποιούνται τα εξωτερικά σκίαστρα, καθώς είναι πιο αποτελεσματική η εμπόδιση της ηλιακής ακτινοβολίας πριν περάσει το περίβλημα του κτιρίου. Εξωτερικά κινητά σκίαστρα μπορεί να είναι παντζούρια, περσίδες, τέντες, ρολά, κ.ά.



Εικ.3.14 Κινητό σύστημα σκίασης με μηχανισμό (εξωτερικές οριζόντιες περσίδες)

Πηγή : www.cres.gr

Για λόγους τεχνικούς ή οικονομικούς μπορεί να είναι προτιμότερα εσωτερικά σκίαστρα, όπως βενετικά στόρια, περσίδες, εσωτερικά παντζούρια, κουρτίνες, κ.λπ., ή και συνδυασμός εξωτερικής σταθερής σκίασης με εσωτερική. Επί πλέον, υπάρχουν σκίαστρα, συνήθως περσίδες, εσωτερικά του συστήματος του παραθύρου, ενδιάμεσα από διπλούς υαλοπίνακες.



Εικ.3.15 Κινητά συστήματα σκίασης με μηχανισμό (εσωτερικές κάθετες περσίδες και rollers)

Πηγή : www.cres.gr

Κατά την επιλογή του σκιάστρου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα οπτικά χαρακτηριστικά τους, τα οποία καθορίζουν και το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλούν, απορροφούν και, τελικά, αφήνουν να περάσει, καθώς και η συμβολή τους στα θέματα του φυσικού φωτισμού, θέας και αερισμού. Ένας γενικά οικονομικός συνδυασμός σκιάστρων που εξασφαλίζει την απαιτούμενη ηλιοπροστασία σε συνήθη κτίρια είναι σταθερά δομικά στοιχεία (οριζόντια ή κατακόρυφα, ανάλογα με τον προσανατολισμό) και εσωτερικά βενετικά στόρια, τα οποία επί πλέον, μπορούν να συνεισφέρουν και στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού (περιορίζοντας τη θάμβωση που προκαλείται από τα παράθυρα, μέσω της εκτροπής των ηλιακών ακτίνων προς την οροφή).

Μια άλλη τεχνική, η οποία είναι ιδανική για μεσογειακά κλίματα είναι η χρήση των παραδοσιακών παντζουριών με κινητά τμήματα και περιστρεφόμενες περσίδες, που εξασφαλίζουν ελεγχόμενη είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας (ηλιοπροστασία, ρύθμιση φυσικού φωτισμού) και δυνατότητα αερισμού, αλλά και νυχτερινή θερμική προστασία για το χειμώνα.

Τα κινητά σκιάστρα μπορεί να ελέγχονται χειροκίνητα, μηχανικά ή αυτόματα (π.χ. ανάλογα με την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, την εξωτερική ή εσωτερική θερμοκρασία). Ο αυτόματος χειρισμός τους μπορεί να ενταχθεί σε ένα σύστημα συνολικής ενεργειακής διαχείρισης του κτιρίου.

Περσίδες σκίασης και στόρια

Οι περσίδες σκίασης και τα κινητά στόρια αποτελούν κλασσικούς τρόπους αποφυγής της διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας και της θάμβωσης. Σε αρκετές περιπτώσεις, οι διατάξεις αυτές ανακατευθύνοντας ουσιαστικά το φως, προσφέρουν ομοιομορφία στο φωτισμό. Οι περσίδες σκίασης τοποθετούνται εξωτερικά των ανοιγμάτων κατά κανόνα, σε αντίθεση με τα κινητά στόρια που μπαίνουν εσωτερικά ή και ανάμεσα στα υαλοπετάσματα. Επίσης, μπορούν να είναι οριζόντιες, κατακόρυφες,καμπύλες, ανάλογα με τον προσανατολισμό του ανοίγματος και τη λειτουργία των σκιαδίων. Τέλος, έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν και νυχτερινές συνθήκες (σκοτάδι).



Εικ.3.16 Εξωτερικές περσίδες σκίασης

Πηγή : http://www.nastis.gr/images/thumbs/7917_Untitled-8.jpg

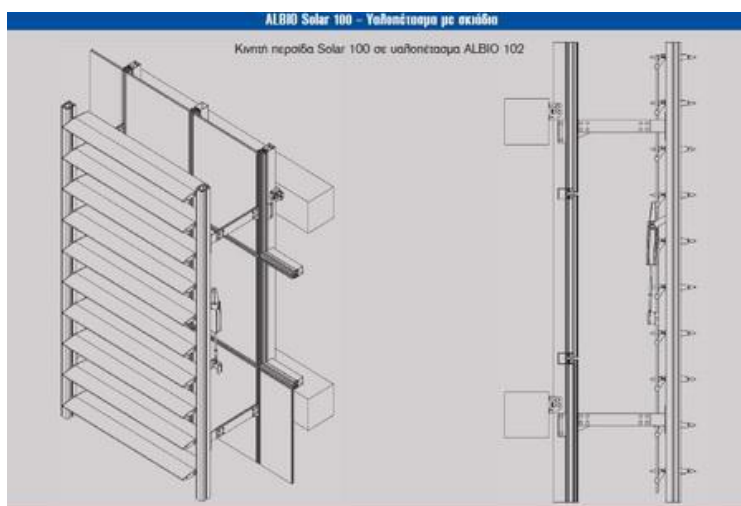


Εικ.3.17 Εσωτερική σκίαση - Στόρια

Πηγή : http://www.nastis.gr/images/thumbs/7917_Untitled-8.jpg

Σύστημα με περσίδες σε σταθερό σκελετό (Albio Shading System)

Το σύστημα εκτός από τα προφίλ των περσίδων και τα προφίλ που χρησιμοποιούνται ως οδηγοί για την στήριξη των περιλαμβάνει και ειδικό προφίλ οδηγού για εύκολη καθ' ύψος ρύθμιση της θέσης της περσίδας. Μια ολοκληρωμένη γκάμα εξαρτημάτων εξασφαλίζει στο σύστημα απόλυτη ακρίβεια και ευκολία τοποθέτησης σε κάθε κτίριο, ενώ διατίθενται και μηχανισμοί για έλεγχο της κίνησης στις περσίδες με δυνατότητα τηλεχειρισμού. Αποτελείται από προφίλ περσίδων σε σχήμα 'L' και σχήμα 'οβάλ', οδηγούς στήριξης – τοποθέτησης και τα εξαρτήματα. Προτείνεται για κατακόρυφη εξωτερική σκίαση με τις περσίδες σε οριζόντια διάταξη, καθώς και για σκίαση τύπου προβόλου. Ο βαθμός σκίασης καθορίζεται από την απόσταση μεταξύ των περσίδων.



Εικ.3.18 Εξωτερικές περσίδες σε σταθερό σκελετό

Πηγή : http://www.nastis.gr/images/thumbs/7917_Untitled-8.jpg

Πάνελ

Κάθε πάνελ μπορεί να εγκατασταθεί σε σχεδόν οποιοδήποτε προσανατολισμό. Διαθέτει οριζόντιο σύστημα άρθρωσης. Τα σύστημα είναι διαθέσιμο είτε ως στατικά, συρόμενο ή κάθετα ή οριζόντια πτυσσόμενο πάνελ, είτε με σταθερή γωνία ή γωνία με ρυθμιζόμενα πτερύγια.





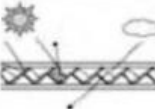

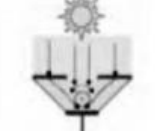
Εικ.3.19 Οριζόντιο σύστημα άρθρωσης - Πάνελ σκίασης






Οι λεπίδες αλουμινίου απαιτούν ελάχιστη συντήρηση και έχουν επίσης ως στόχο να αντισταθμίζουν τη θερμική διαστολή. Τα πλαίσια λειτουργούν είτε χειροκίνητα είτε μέσω ηλεκτρικού διακόπτη με κίνηση κατά μήκος συνεχώς συρόμενης σιδηροτροχιάς, η οποία είναι διαθέσιμη σε σχεδόν οποιοδήποτε μέγεθος.

3.3.3 Άλλα συστήματα σκίασης – ανάκλασης – ανακατανομής φωτός

Με τη σύγχρονη τεχνολογία τα συστήματα σκίασης δε χρησιμεύουν μόνο για τη σκίαση του χώρου στον οποίο χρησιμοποιούνται αλλά και για τη βελτιστοποίηση της πρόσληψης του φυσικού φωτός. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνονται τα επίπεδα φωτισμού κοντά στο άνοιγμα ενώ μεγιστοποιούνται στο βάθος του δωματίου με αποτέλεσμα την οπτική άνεση. Η τοποθέτηση τους επιπλέον, πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μην αποτρέπεται ή θέαση στον εξωτερικό χώρο.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται συνοπτικά ορισμένα από τα κυριότερα συστήματα σκίασης:

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΚΙΑΣΗΣ					
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ	ΤΥΠΟΣ	ΚΛΙΜΑ	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
Ανοίγματα οροφής που διακέουν το φυσικό φως		Πρισματικά πάνελα	Όλα	Κατακόρυφα παράθυρα, φεγγίτες	Αποκόπτουν τη θέα, αυξάνουν την ομοιομορφία στο χώρο, ίσως προκαλούν θάμβωση
		Πρίσματα, βενετικά στόρια	Ήπιο, νότιος προσανατολισμός	Κατακόρυφα παράθυρα	Ίσως αποκόπτουν τη θέα, αυξάνουν την ομοιομορφία του φωτισμού, εμποδίζουν τη θάμβωση, πρέπει να προσαρμόζονται στη θέση του ήλιου
		Πρισματικά στοιχεία που αποκόπτουν το άμεσο φως	Ήπιο	Φεγγίτες, γυάλινες οροφές	Δεν προσφέρουν θέα, προσφέρουν ομοιομορφία στο φωτισμό, δεν προκαλούν θάμβωση
		Ανειδωλικά συστήματα οροφής	Ήπιο	Ανοίγματα οροφής	Δεν προσφέρουν θέα, προσφέρουν ομοιομορφία στο φωτισμό, δεν προκαλούν θάμβωση
		Σύστημα κατεύθυνσης του φωτισμού με ολογραφικά στοιχεία HOE	Όλα	Ανοίγματα οροφής, φεγγίτες	Εξωτερική θέα, ομοιογενής φωτισμός, πρέπει να ακολουθεί την πορεία του ήλιου

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΚΙΑΣΗΣ					
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ	ΤΥΠΟΣ	ΚΛΙΜΑ	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
Συστήματα που χρησιμοποιούν άμεσο φως		Σκίατρο που ανακλά το φως	Ζεστό, καθαρός ουρανός με ήλιο	Κατακόρυφα παράθυρα πάνω από το ύψος του ματιού	Θέα, μεγαλώνουν την ομοιομορφία του φωτισμού, ανακατευθύνουν το φως βαθιά μέσα στο χώρο
		Περσίδες και στόρια	Όλα	Κατακόρυφα παράθυρα	Ελέγχουν θάμβωση, αν είναι κινητά προσφέρουν και θέα, προσφέρουν ομοιομορφία στο φωτισμό, ανακατευθύνουν το φως βαθιά μέσα στο χώρο, πρέπει να ακολουθούν την κίνηση του ήλιου
		Ράφι φωτισμού με ανακλαστήρα	Όλα	Κατακόρυφα παράθυρα	Θέα, ανακατευθύνουν το φως βαθιά στο χώρο και μεγαλώνουν την ομοιομορφία του φωτισμού
		Τζάμι με περσίδες ανακλαστικές (π.χ. Okasolar)	Ήπιο	Κατακόρυφα παράθυρα, ανοίγματα οροφής	Ανακατευθύνουν το φως στο χώρο, ομοιομορφία, συνήθως είναι πολύ φωτεινά στοιχεία και κόβουν τη θέα
		Ανειδωλικές περσίδες	Όλα	Κατακόρυφα παράθυρα	Ελέγχουν τη θάμβωση, ανακατευθύνουν το φως στο χώρο, προσφέρουν ομοιομορφία

Εικ.3.20 Διάφορα συστήματα σκίασης

3.4 Βιβλιογραφία 3^ο Κεφαλαίου

{1} Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την Έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης», Β' Έκδοση, Αθήνα, Απρίλιος 2012

{2} Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), <http://www.cres.gr/>

{3} <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/2-eliasmos-ktiriou#TOC-2.2.-http://www.cres.gr/>

{4} http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1_41/df-c-iliamos.pdf

{5} Απ.Χ.Καβάκα, «Εξοικονόμηση ενέργειας με συστήματα υαλοπετασμάτων και σκίασης», περιοδικό «Τεχνικά», Μάρτιος 2009

{6} Δράκου Αικατερίνη, «Σχεδιασμός συστήματος φυσικού και τεχνητού φωτισμού σε θάλαμο νοσηλείας νοσοκομείων», Ακαδημαϊκό έτος: 2007-2008, Βόλος .

{7} <http://www.bioxorio.com>

{8} Αναστασία Ακρίβου, «Το φυσικό φως στο μουσείο», Ερευνητικό Θέμα, Επιβλέπων: Τσαγκρασούλης Α., Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, Σεπτέμβριος 2010

{9} <http://sunandshadow.gr/>

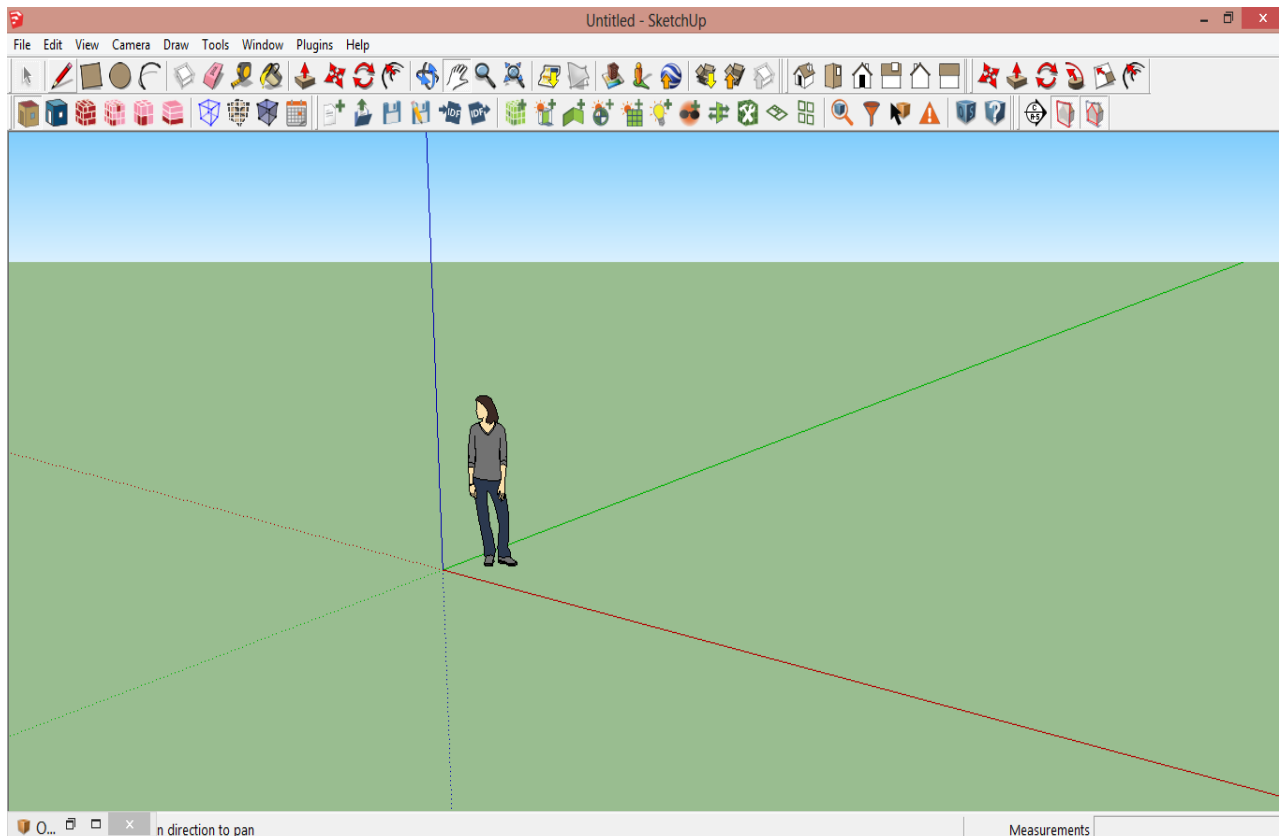
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Στην παρούσα εργασία, όσον αφορά στην αξιοποίηση του Φυσικού Φωτισμού στο δίκλινο θάλαμο νοσηλείας μεγάλου γενικού νοσοκομείου δυτικά της Αθήνας, για την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης έγιναν προσομοιώσεις με χρήση του λογισμικού OpenStudio, το οποίο είναι συνδεδεμένο με το σχεδιαστικό πρόγραμμα Google Sketch_up, καθώς και εκείνο μέτρησης επιπέδων ηλιακής ακτινοβολίας και απόδοσης φωτισμού, Radiance, μέσω αντίστοιχων επεκτάσεων (plug-in). Έπειτα, η θερμική ανάλυση και η εξαγωγή γενικότερων ενεργειακών παραμέτρων και κερδών επετεύχθη μέσω του προγράμματος EnergyPlus.

4.1 Σχεδιαστικό Περιβάλλον Google Sketch_up

Το SketchUp είναι ένα τρισδιάστατο πρόγραμμα σχεδίασης, δημοφιλές σε αρχιτέκτονες, πολιτικούς μηχανικούς, μηχανολόγους μηχανικούς, αλλά και σε κινηματογράφο ή σχεδιαστές βιντεοπαιχνιδιών. Η εταιρία που το αντιπροσωπεύει ήταν ανεξάρτητη έως το 2006, αλλά από τότε ανήκει στη Google, ενώ διατίθεται δωρεάν στο διαδίκτυο. Δίνει τη δυνατότητα εικονικής αποτύπωσης ενός κτιρίου, στο οποίο μπορούν να επιλεγούν διάφοροι τύποι με αυτόματα ενσωματωμένες λειτουργίες και προδιαγραφές (όπως εμπορικό κέντρο, κατοικία, νοσοκομείο, σούπερ μάρκετ κ.ά.). Περιλαμβάνει, δηλαδή, πέρα από την κατάρτιση της διάταξης, τις ιδιότητες της λειτουργικότητάς του, ενώ επιτρέπει την απόδοση επιφανειών με ποικίλους τρόπους. Επίσης, υποστηρίζει επεκτάσεις προγραμμάτων (plug-in), παρέχοντας διάφορες δυνατότητες, όπως αυτή που επέτασσε η παρούσα έρευνα, τη φωτο-ρεαλιστική απόδοση.

Το SketchUp, λοιπόν, με τη βοήθεια της επέκταση από το πρόγραμμα του OpenStudio-plug in είναι το μέσο για τη 3D μοντελοποίηση. Επιτρέπει στο χρήστη να δημιουργήσει γρήγορα γεωμετρία και να εκχωρήσει χαρακτηριστικά και ιδιότητες χώρου. Έτσι, τα υφιστάμενα εργαλεία σχεδίασης καθιστώνται άμεσα συνεργάσιμα με τις εφαρμογές του ενεργειακού πακέτου μοντελοποίησης του OpenStudio.



Εικ.4.1 Επιφάνεια σχεδίασης του προγράμματος Sketch_up

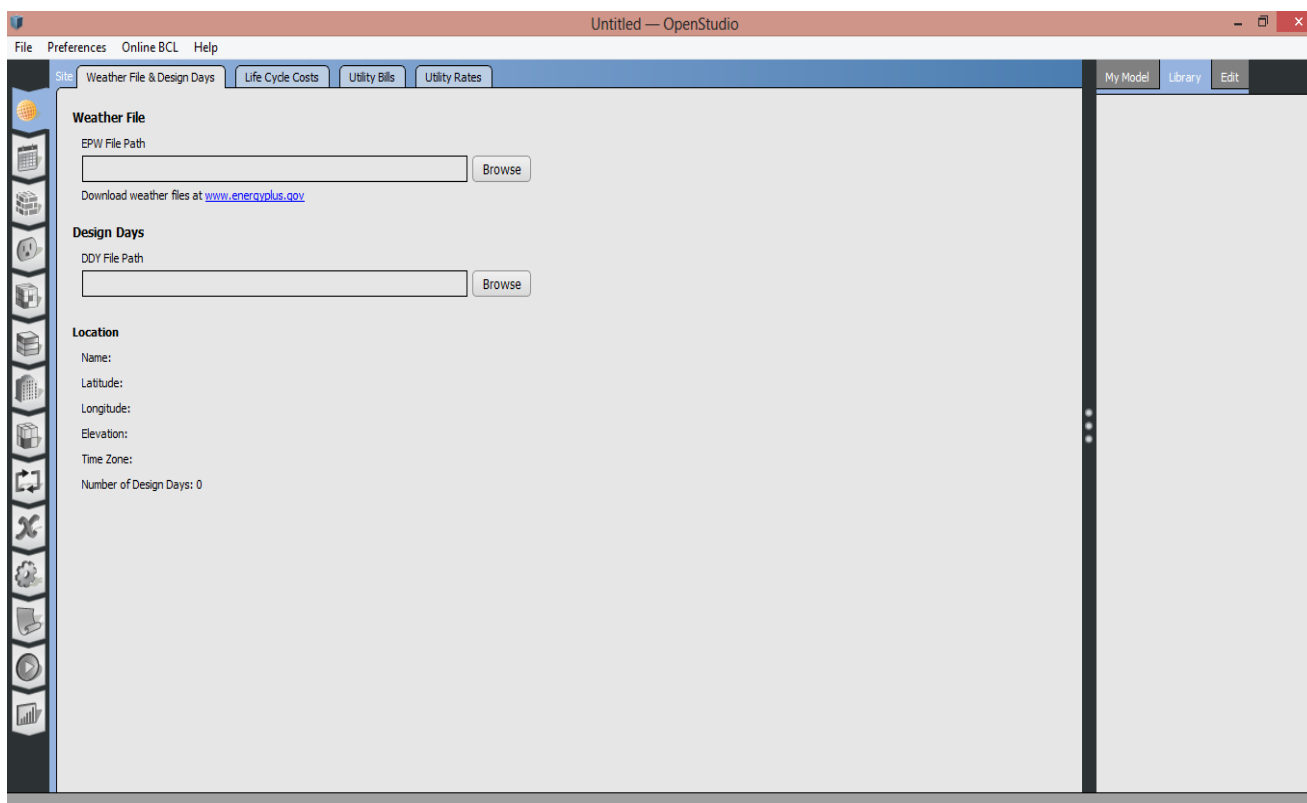
4.2 Πλατφόρμα OpenStudio

Το OpenStudio είναι μία πλατφόρμα εργαλείων λογισμικού για την υποστήριξη της ενεργειακής μοντελοποίησης ολόκληρου του κτιρίου, χρησιμοποιώντας EnergyPlus και της ανάλυσης φυσικού φωτός, χρησιμοποιώντας Radiance. Είναι ένα έργο ανοικτού πηγαίου κώδικα που όμως έχει σκοπό την εξέλιξη και επέκταση του ιδιωτικού τομέα. Ακόμα, συνεργάζεται με γραφικό λογισμικό Software Development Kit(SDK). Περιλαμβάνει, πέρα από την επέκτασή του στο Sketch_up και την αυτόνομη εφαρμογή Openstudio, το Parametric Analysis Tool, που επιτρέπει στο χρήστη να τροποποιήσει ένα πρότυπο OpenStudio παράγοντας εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού, το Results Viewer, που είναι και το μέσον εξαγωγής αποτελεσμάτων και το Run Manager, το οποίο επιτρέπει την περιήγηση, τη σχεδίαση και τη σύγκριση δεδομένων από μοντελοποιήσεις EnergyPlus και ResultsViewer ταυτόχρονα.

Αφού εκχωρηθεί στην πλατφόρμα του OpenStudio η γεωμετρία και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του χώρου, που εισήχθησαν στο πρόγραμμα Sketch_up, δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής και επεξεργασίας δεδομένων, όπως η στοιχειοθέτηση υλικών(ιδιότητες τους), η διαμόρφωση δομικών κατασκευασμάτων(π.χ. τοίχοι, παράθυρα, δάπεδα, κτλ.), η προσθήκη

ηλεκτρικών συσκευών, σκίασης, συστημάτων αερισμού, κλιματισμού, θέρμανσης και άλλες λειτουργίες του κτιρίου, σχετικά με τους χώρους ή τις θερμικές του ζώνες.

Σε όλα τα παραπάνω, συμπεριλαμβάνεται η δυνητική επιλογή αντίστοιχων χρονοδιαγραμμάτων. Επίσης, υπάρχει ενσωματωμένη βιβλιοθήκη εύρεσης διαφόρων δομικών στοιχείων, Building Component Library(BCL). Τελικώς, προστίθεται η χρήση μιας ετήσιας προσομοίωσης μέσω Radiance για τη μέτρηση φυσικού φωτισμού ή θάμβωσης σε προεπιλεγμένο σημείο του μοντέλου.



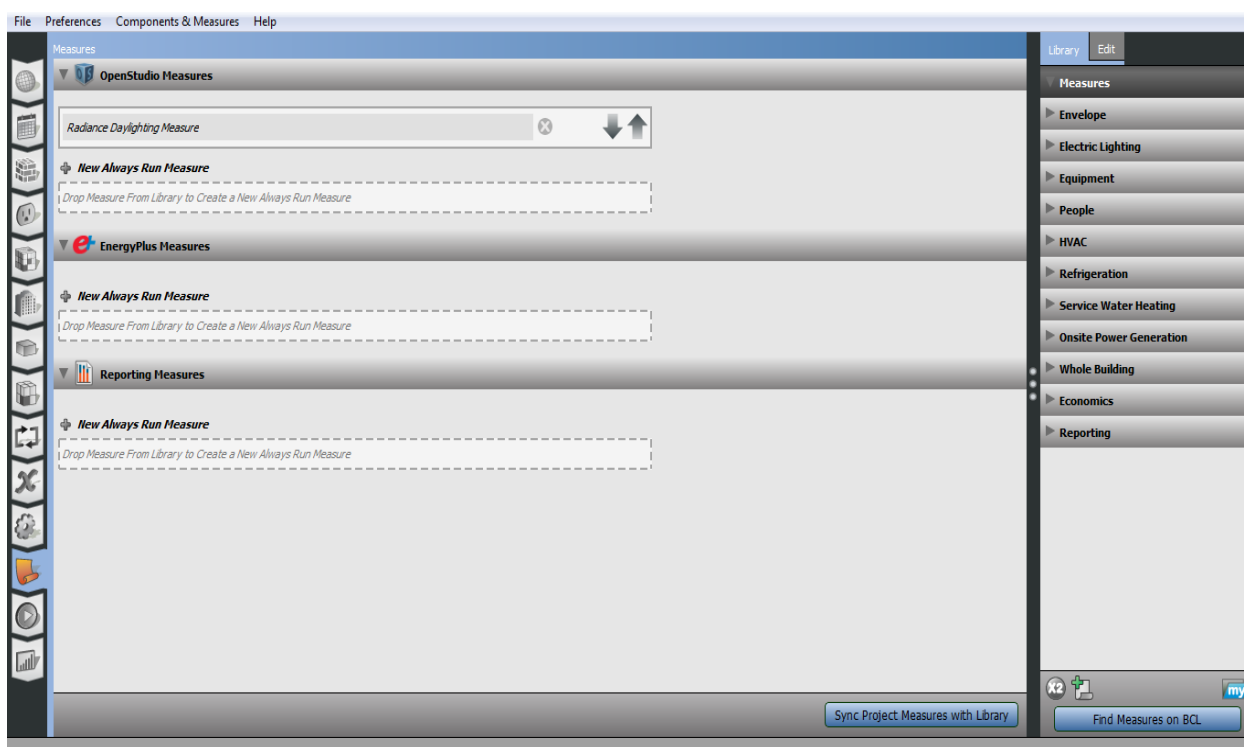
Εικ.4.2 Επιφάνεια εργασίας της πλατφόρμας OpenStudio

4.3 Απόδοση φωτισμού μέσω Radiance

Το Radiance είναι κατάλληλο για την ποσοτική και όχι μόνο, απόδοση φυσικού φωτισμού σε οποιονδήποτε χώρο. Αποτελεί έναν ανοιχτό κώδικα μικρότερων υποπρογραμμάτων για υπολογισμούς σε Η/Υ. Πρόκειται για ένα ερευνητικό εργαλείο με σκοπό τον ακριβή υπολογισμό και την πρόβλεψη της ορατής ακτινοβολίας στο χώρο. Το Radiance πλεονεκτεί έναντι άλλων προγραμμάτων φωτισμού στο ότι χρησιμοποιεί τεχνική προσομοίωσης ray-tracing, που συνεπάγεται τον υπολογισμό των ανακλάσεων σε όλες τις επιφάνειες του χώρου στο τελικό αποτέλεσμα.

Το πρόγραμμα χρησιμοποιεί γεωμετρικά μοντέλα τριών διαστάσεων σαν δεδομένα για να παράγει φασματικές τιμές ακτινοβολίας στη μορφή φωτορεαλιστικών εικόνων. Ο κώδικας αυτός ωστόσο είναι κάτι παραπάνω από μία φωτορεαλιστική αναπαράσταση.

Το Radiance παρουσιάζεται ιδιαίτερα χρήσιμο στην περίπτωση που κάποιος έχει να ανταπεξέλθει σε καινοτόμες και πειραματικές μελέτες. Προσομοιώνοντας τη συμπεριφορά του φωτός, υπολογίζει τιμές ηλιακής ακτινοβολίας και προβλέπει την αναπαράσταση οποιασδήποτε σκηνης που έχει γεωμετρικά περιγραφεί και συγκεκριμένα, ενός αρχιτεκτονικού χώρου. Ακόμα, εκπληρώνει τον “παραδοσιακό” ρόλο προγραμμάτων αυτού του είδους, αλλά προσφέρει επιπλέον προσομοιώσεις φωτισμού με ακρίβεια και προχωρημένα μοντέλα σχετικά με αντανάκλαση πάνω σε επιφάνειες και με αυτόν τον τρόπο, καλύπτει επιτυχώς θέματα σχετιζόμενα με αλληπάλληλες ανακλάσεις (diffuse and specular interreflection) σε περίπλοκους χώρους.



Εικ.4.3 Επιλογή «τρεξιμάτος» με το πρόγραμμα Radiance

4.4 Λογισμικό προσομοίωσης ενέργειας Energy Plus

Το EnergyPlus είναι ένα εργαλείο προσομοίωσης ενέργειας ολόκληρου του κτιρίου, που οι αρχιτέκτονες, οι μηχανικοί και οποιοδήποτε ερευνητές χρησιμοποιούν για να μοντελοποιήσουν την ενεργειακή του απόδοση και κατ' επέκταση, να βελτιστοποιήσουν το σχεδιασμό του με γνώμονα τη λιγότερη δυνατή κατανάλωση(σε ρεύμα, νερό, πετρέλαιο, κτλ.).

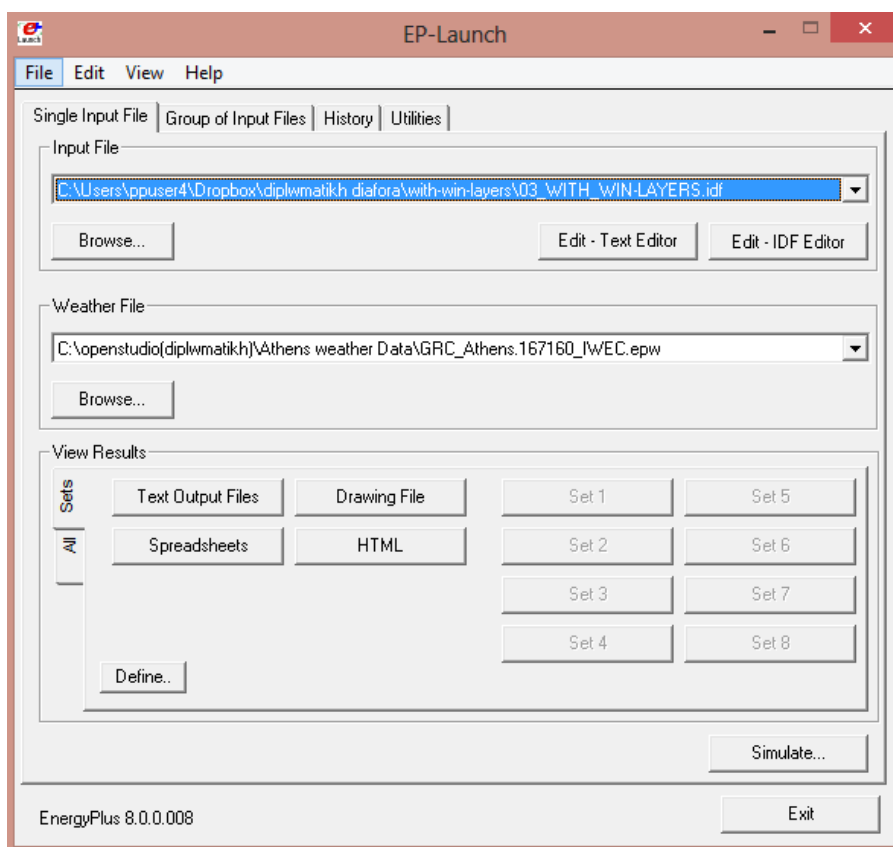
Κάθε έκδοση του συγκεκριμένου προγράμματος έχει δοκιμαστεί εκτενώς, πριν διατεθεί - δωρεάν- στο χρήστη, με αποτέλεσμα να αντιπροσωπεύει σε υπέρτατο βαθμό την πραγματικότητα. Συγχρονίζεται άμεσα με το εκάστοτε μοντελοποιημένο αρχείο του OpenStudio και του SketchUp, ενώ δίνει τη δυνατότητα απόδοσης, πέρα των μεταβλητών και των ιδιοτήτων των προαναφερθέντων προγραμμάτων, επιπλέον συστημάτων, όπως ψύξης, θέρμανσης, μηχανολογικού εξοπλισμού, άλλων ροών ενέργειας, χρήσης νερού κ.ά. Επίσης, περιλαμβάνει προσομοιώσεις, τα αποτελέσματα των οποίων μπορεί να έχουν χρονικά βήματα λιγότερο από μία ώρα, αρθρωτά συστήματα και εγκαταστάσεις, ενσωματωμένη θερμική ισορροπία προσομοίωσης βασισμένη στις οριοθετημένες ζώνες του εξεταζόμενου κτιρίου, ροή του αέρα, θερμική άνεση, χρήση του νερού, του φυσικού αερισμού και των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Έτσι, το EnergyPlus είναι ουσιαστικά μία ενεργειακή-θερμική ανάλυση, η οποία με βάση την κτιριακή περιγραφή του χρήστη από δομικής και μηχανολογικής άποψης, υπολογίζει τα απαιτούμενα φορτία θέρμανσης και ψύξης, υπό το θερμικό έλεγχο τηρουμένων ορίων, τις συνθήκες εν μέσω ενός δευτερεύοντος συστήματος HVAC, αλλά και την κατανάλωση ενέργειας του πρωτογενούς εξοπλισμού της μονάδας. Κατά συνέπεια, με την ένταξη όλων αυτών των στοιχείων η προσομοίωση γίνεται όσο το δυνατόν πιο προσκείμενη στην πραγματική κατάσταση του κτιρίου.

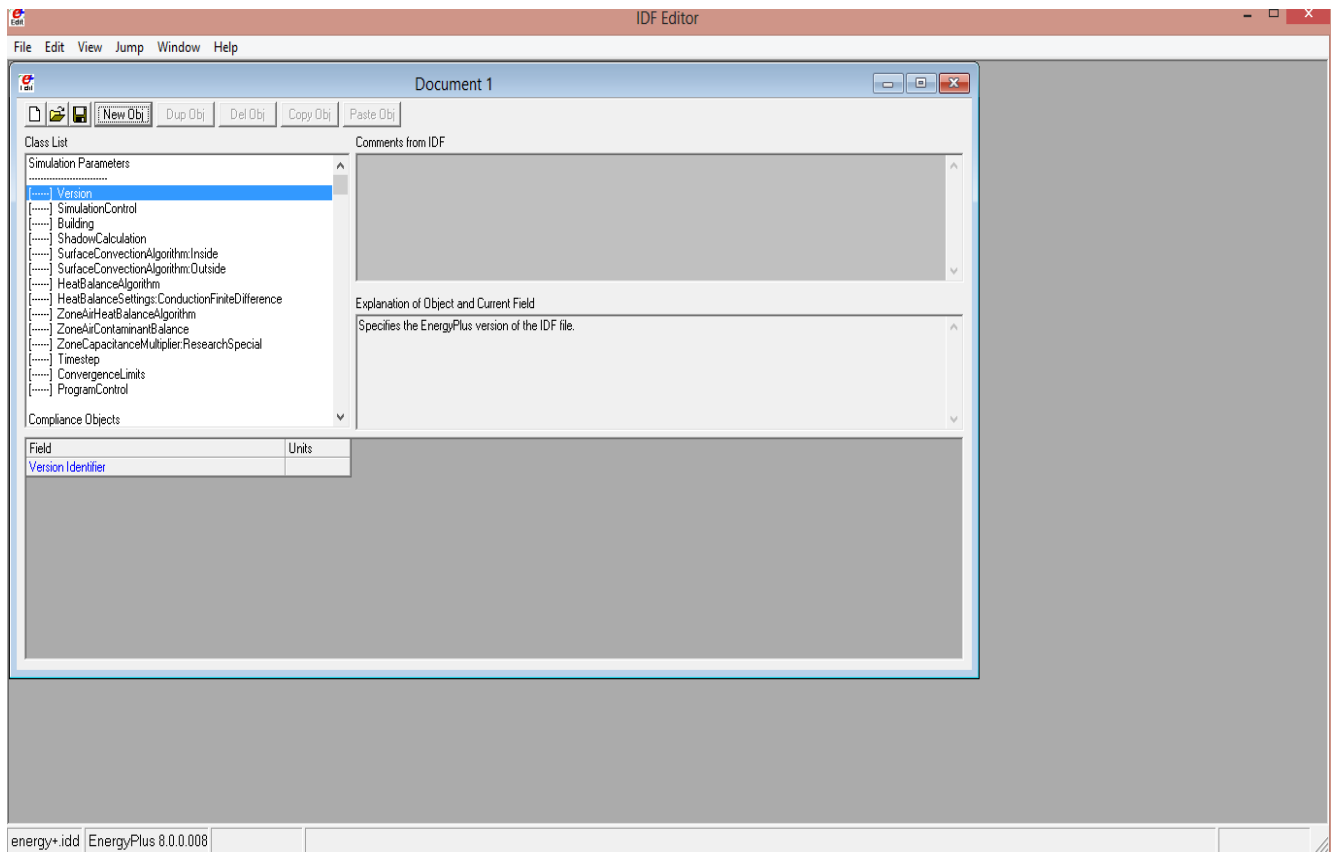
Παρακάτω παρατίθεται ένας αντιπροσωπευτικός κατάλογος των δυνατοτήτων του EnergyPlus (στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η έκδοση 8-3-0):

- › Ολοκληρωμένη και ταυτόχρονη λύση, όπου η συμπεριφορά του κτιρίου και τα πρωτεύοντα και τα δευτερεύοντα συστήματα είναι στενά συνδεδεμένα(εκτελείται επανάληψη, αν απαιτηθεί).
- › Υπο-ωριαία, ρυθμιζόμενα από το χρήστη, βήματα για την αλληλεπίδραση μεταξύ των θερμικών ζωνών και του περιβάλλοντος ή των συστημάτων HVAC(αυτόματη μεταβολή για εξασφάλιση σταθερότητας).
- › Προσθήκη αρχείων κειμένου ASCII, βασιζόμενα σε καιρικές συνθήκες, εισαγωγή δεδομένων και εξαγωγή αποτελεσμάτων που περιλαμβάνουν ωριαίες ή υπο-ωριαίες περιβαλλοντικές συνθήκες καθώς και δυνατότητα εκθέσεων απ' το χρήστη.
- › Θερμική ισορροπία, με βάση την τεχνική λύση για την οικοδόμηση θερμικών φορτίων, που επιτρέπει τον ταυτόχρονο υπολογισμό της ακτινοβολίας και των επιπτώσεών της στις εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες κατά τη διάρκεια κάθε χρονικού βήματος.
- › Παροδική θερμική αγωγιμότητα μέσω δομικών στοιχείων, όπως τοίχοι, οροφές, δάπεδα κλπ., χρησιμοποιώντας τις λειτουργίες μεταφοράς αγωγιμότητας.
- › Βελτιωμένα μοντέλα εδάφους μεταφοράς θερμότητας, μέσω συνδέσεων με τρισδιάστατα μοντέλα εδάφους πεπερασμένων στοιχείων και απλοποίηση αναλυτικών τεχνικών.
- › Μοντέλο συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και μεταφοράς μάζας, που συνυπολογίζει την προσρόφηση/ εκρόφηση υγρασίας.
- › Μοντέλα θερμικής άνεσης με βάση την ανθρώπινη δραστηριότητα, μέσα σε ξηρό θερμομέτρο, υγρασία, κτλ.

- › Ανισοτροπικό μοντέλο ουρανού για βελτιωμένο υπολογισμό της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας, ακόμα και σε κεκλιμένη επιφάνεια.
- › Σύνθετοι υπολογισμοί υαλοπινάκων, συμπεριλαμβανομένων κινούμενων περσίδων, ηλεκτροχρωμικών υαλοπινάκων, ειδικών υαλοπινάκων που επιτρέπουν τη σωστή ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας να απορροφηθεί από τα τζάμια και μιας πλήρους βιβλιοθήκης για πολλά εμπορικά διαθέσιμα παράθυρα.
- › Έλεγχος Φυσικού Φωτισμού συμπεριλαμβανομένων των εσωτερικής επιφάνειας υπολογισμών φωτισμού, θάμβωσης, έλεγχου φωτιστικών και επίδραση της μείωσης του τεχνητού φωτισμού στη θέρμανση και την ψύξη.
- › Υπολογισμοί ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προβλέπουν CO₂, SO_x, NO_x, CO, σωματίδια και την παραγωγή υδρογονανθράκων.



Εικ.4.4 Αρχική επιφάνεια του προγράμματος EnergyPlus, εισαγωγής αρχείου προς επεξεργασία και κλιματικών δεδομένων (EP- Launch)



Εικ.4.5 Επιφάνεια εργασίας και επεξεργασίας αρχείου του προγράμματος EnergyPlus (IDF Editor)

4.4 Βιβλιογραφία 4^ο Κεφαλαίου

{1} <http://en.wikipedia.org/wiki/SketchUp>

{2} <http://openstudio.nrel.gov/>

{3} Simon Crone, 1992. Radiance Users Manual (Volume 2)
<http://radsite.lbl.gov/radiance/refer/usman2.pdf>

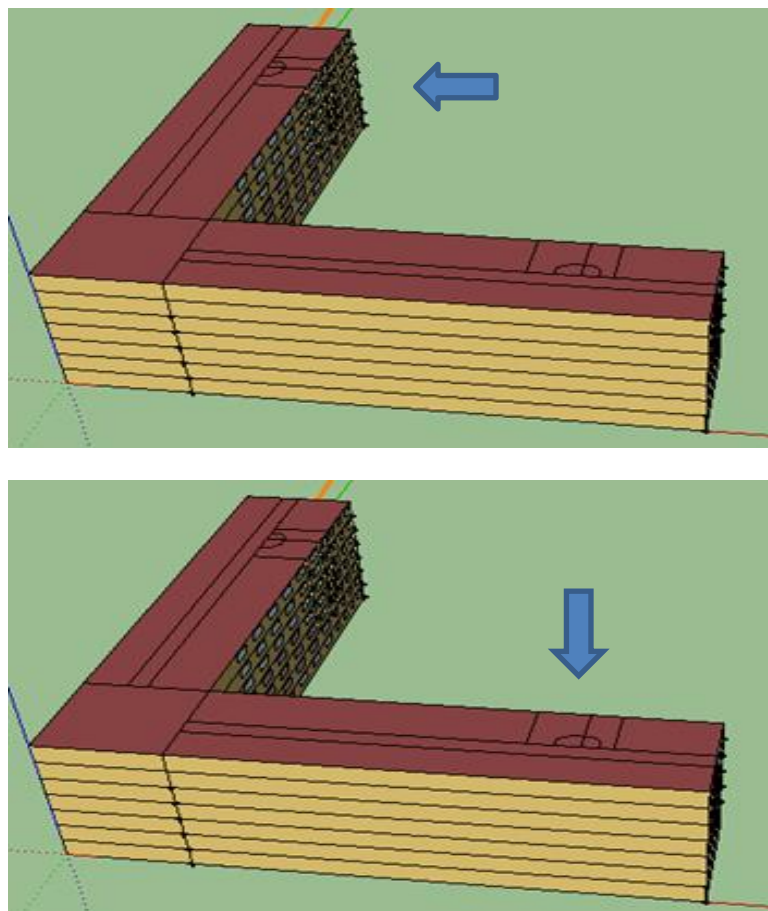
{4} <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>

{5} http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/energyplus_about.cfm

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ ΝΟΣΗΛΕΙΑΣ, ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΝΟΝΤΑΣ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ RADIANCE (ΜΕΣΩ ΤΟΥ OPENSTUDIO)

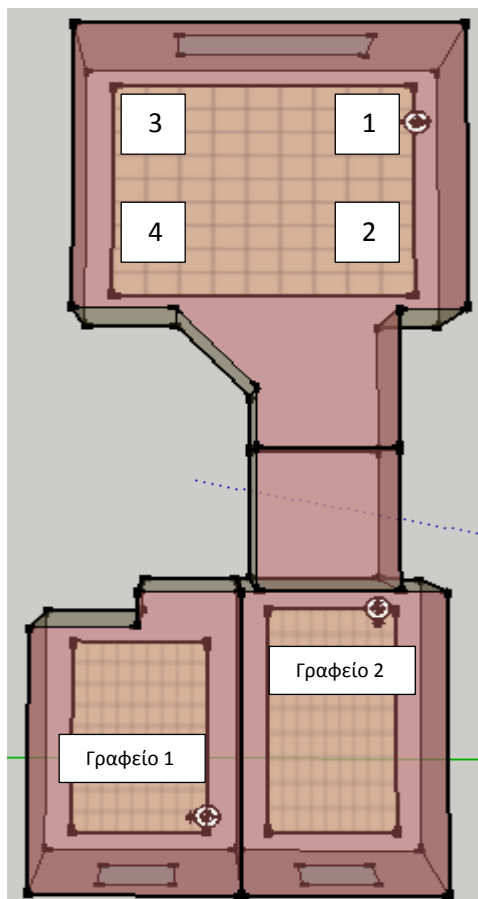
Η μελέτη, η προσομοίωση με το λογισμικό που αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, η καταγραφή των αποτελεσμάτων, καθώς και η μεταξύ τους σύγκριση, αφορούν σε τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας και σε γραφεία ιατρών σύγχρονου γενικού νοσοκομείου στην δυτική Αττική. Απαιτήθηκε να είναι ένας «αντιπροσωπευτικός» θάλαμος και δύο «αντιπροσωπευτικά γραφεία» ιατρών του εν λόγω νοσοκομείου, ώστε τα αποτελέσματα να είναι δυνατό να αναχθούν σε ολόκληρο το κτίριο. Έτσι, επιλέχθησαν στον τρίτο όροφο του νοσοκομείου, δηλαδή σε ύψος 10,60μ περίπου από το έδαφος, θάλαμος διαστάσεων 6.08μ x 7.46μ, εσωτερικού ύψους 3.40μ με μικρό WC (που δε λαμβάνεται υπόψη στη μελέτη φωτισμού, για ευνόητους λόγους) και με παράθυρο 3.13μ x 1.42μ (1.18μ ύψος ποδιάς και 2.60μ ύψος πρεκιού) και γραφεία διαστάσεων 6,37 x 5,18μ, εσωτερικού ύψους 3.40μ και με παράθυρα 1,46 x 1,20μ (1.18μ ύψος ποδιάς και 2.64μ ύψος πρεκιού) , όπως θα φανεί και σε παρακάτω εικόνες.

Το παρόν κτίριο είναι μορφής «Γ», άρα χρειάστηκε να μελετηθεί ο θάλαμος σε προσανατολισμούς ανατολής και βορρά και, αντίστοιχα, τα γραφεία ιατρών σε δύση και νότο.



Εικ.5.1 Μορφολογία πτέρυγας θαλάμων νοσηλείας για κάθε προσανατολισμό

Για τους δύο αυτούς τύπους προσανατολισμών μελετήθηκαν δύο τύποι κατόψεων: μία που οι ασθενείς κείτονται στην αριστερή πλευρά του θαλάμου και μία στη δεξιά. Ο έλεγχος φυσικού φωτισμού και θάμβωσης έγινε, δηλαδή, για τέσσερις συνολικά θέσεις του θαλάμου νοσηλείας και, φυσικά, για δύο θέσεις των γραφείων (μία κοντά στο παράθυρο και μία μακριά από αυτό), όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικ.5.2 Θέσεις προς μελέτη

- › Οι δύο θέσεις των ασθενών σε ανάκλιση, σε ύψος ματιών 1.15μ από το έδαφος, σε απόσταση 0.50μ από τον τοίχο που ακουμπά το κρεβάτι και συνολική (κάθετη) απόσταση από το παράθυρο 1.50μ και 3.50μ, αντίστοιχα.
- › Οι δύο θέσεις των ασθενών σε περίπτωση που τα κρεβάτια εφάπτονται στον απέναντι τοίχο (συμμετρικά του θαλάμου), με ακριβώς ίδιες αποστάσεις.
- › Οι δύο θέσεις γραφείων ιατρών σε ύψος ματιών 0.80μ από το έδαφος, σε απόσταση 0.70μ από τον τοίχο.

Στην παραπάνω εικόνα φαίνονται καθαρά οι τέσσερις θέσεις του νοσηλευτικού θαλάμου που μελετώνται:

- Θέση 1: Ασθενής κοντά στο παράθυρο
- Θέση 3: Έναντι αυτού
- Θέση 2: Ασθενής εσωτερικά
- Θέση 4: Έναντι αυτού, κοντά στο WC



Εικ.5.3 Τυπικός τετράκλιнос θάλαμος νοσηλείας νοσοκομείου

Πηγή : <https://www.bumrungrad.com/patient-services/hospital-services-facilities>

Αφού προσομοιώθηκε ο νοσηλευτικός θάλαμος γεωμετρικά, με τη βοήθεια του σχεδιαστικού προγράμματος Google SketchUp, εισήχθησαν τα στοιχεία που το αφορούν (είδος χρήσης χώρου, θερμική ζώνη, υλικά, δομικά στοιχεία, κλπ.) παράλληλα με την πλατφόρμα του OpenStudio τα βασικότερα από τα οποία παρατίθενται στις εικόνες που ακολουθούν. Κλιματικά/καιρικά δεδομένα (Design Days Files) λήφθηκαν υπόψη αυτά της Αθήνας, τα οποία διατίθενται από τη σελίδα του προγράμματος EnergyPlus. Για τα αποτελέσματα φωτισμού τοποθετήθηκαν εντός του θαλάμου δύο σένσορες, ένας για την ένταση φυσικού φωτισμού (daylight control) και ένας για τα επίπεδα θάμβωσης (glare sensor), στην εκάστοτε θέση ενδιαφέροντος. Ακόμη, τοποθετήθηκε ειδικός χάρτης ένδειξης φωτισμού (illuminance map) σε ύψος 0.80m από το δάπεδο που μετρά το φως που προσπίπτει σε κάθε σημείο του χώρου σε κάτοψη.

Οι χαρακτηριστικές ημερομηνίες του έτους που τέθηκαν προς μελέτη είναι οι εξής τέσσερις:

- › 15 Ιανουαρίου (τοπική ψυχρή ημέρα)
- › 21 Ιουνίου (Θερινό Ηλιοστάσιο)
- › 15 Ιουλίου (τοπική θερμή ημέρα)
- › 21 Δεκεμβρίου (Χειμερινό Ηλιοστάσιο)

Παρακάτω φαίνονται τα υλικά καθώς και τα δομικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν κατά τις προσομοιώσεις.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj7
Name		DAPEDO OPOFWN	ESWTERIKOS TOIKOS	EXOTERIKOS 1	EXOTERIKOS(PTERYGA)	PARATHIRA	ROOF OPOFWN 1
Outside Layer		SKIRODEMA	gipsosanida	EPIXRISMA ASVES	EPIXRISMA ASVESTOKOQI	00_WIN	LINOLEUM
Layer 2		Gampilodema	PETROVAMVAKAS	OPTOPLINHODO			FELLOS
Layer 3		FELLOS	gipsosanida	PLAKES EKSILAS			Gampilodema
Layer 4		LINOLEUM		OPTOPLINHODO			SKIRODEMA
Layer 5				000 F04 Wall air sp			EPIXRISMA ASVES
Layer 6				gipsosanida			
Layer 7							
Layer 8							
Layer 9							
Layer 10							

Field	Units	Obj6	Obj7	Obj8	Obj9	Obj10	Obj11	Obj12	Obj13	Obj14
Name		FELLOS	Gampilodema	gipsosanida	LINOLEUM	OPTOPLINHODO	PETROVAMVAKAS	PLAKES EKSILAS	SKIRODEMA	OS:MaterialAirWall
Roughness		MediumSmooth	Rough	Smooth	Smooth	Rough	Smooth	Smooth	Rough	MediumSmooth
Thickness	m	0,004	0,07	0,025	0,003	0,09	0,07	0,05	0,2	0,01
Conductivity	W/m-K	0,041	0,8	0,25	0,19	0,49	0,038	0,03	2,5	0,6
Density	kg/m3	130	1600	900	1200	1200	100	25	2400	800
Specific Heat	J/kg-K	1500	1000	1000	1400	1000	840	1300	1000	1000
Thermal Absorptance		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,95
Solar Absorptance		0,7	0,7	0,15	0,7	0,7	0,15	0,7	0,7	0,7
Visible Absorptance		0,7	0,7	0,4	0,8	0,7	0,15	0,7	0,7	0,7

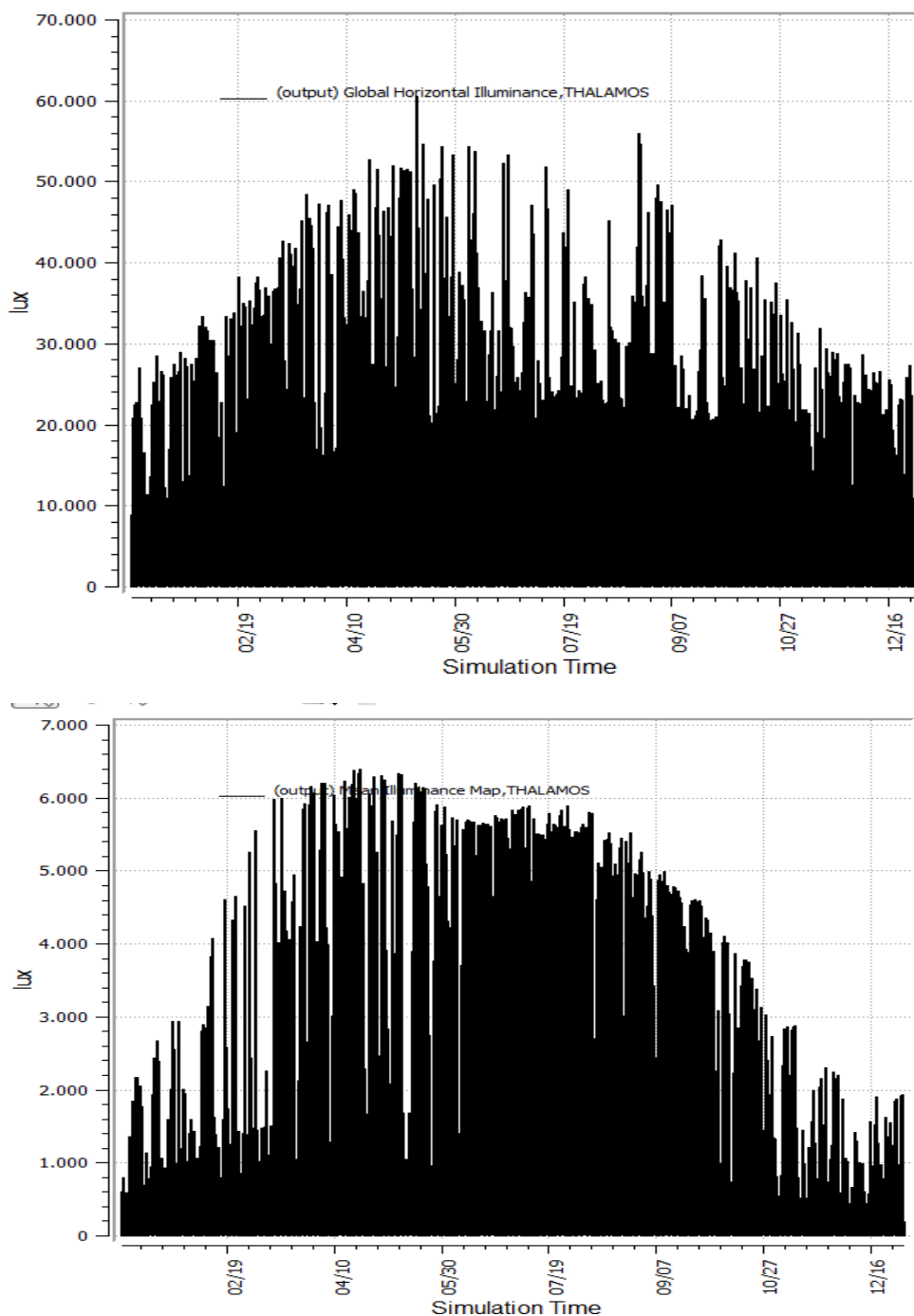
Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj5	Obj6
Name		EPIXRISMA ASVESTOKONIAMAJEXT_V	EPIXRISMA ASVESTOKONIAMAJINT_CEI	EPIXRISMA ASVESTOKONIAMAJINT_V	EPIXRISMA ASVESTOKONIAMAJPTERYGA	FELLOS
Roughness		Smooth	Smooth	Smooth	Smooth	MediumSmooth
Thickness	m	0,025	0,025	0,025	0,025	0,004
Conductivity	W/m-K	0,87	0,87	0,87	0,87	0,041
Density	kg/m3	1800	1800	1800	1800	130
Specific Heat	J/kg-K	1000	1000	1000	1000	1500
Thermal Absorptance		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Solar Absorptance		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Visible Absorptance		0,6	0,2	0,4	0,7	0,7

Εικ.5.4 Δομικά στοιχεία, στρώσεις υλικών τους (από έξω προς τα μέσα) και υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στις προσομοιώσεις.

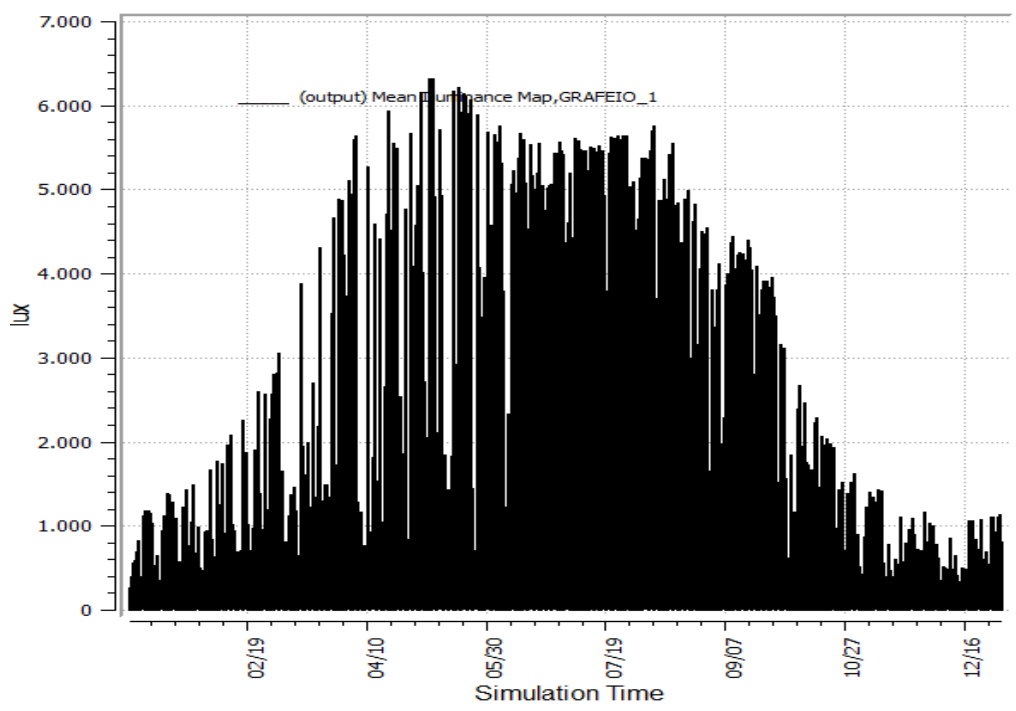
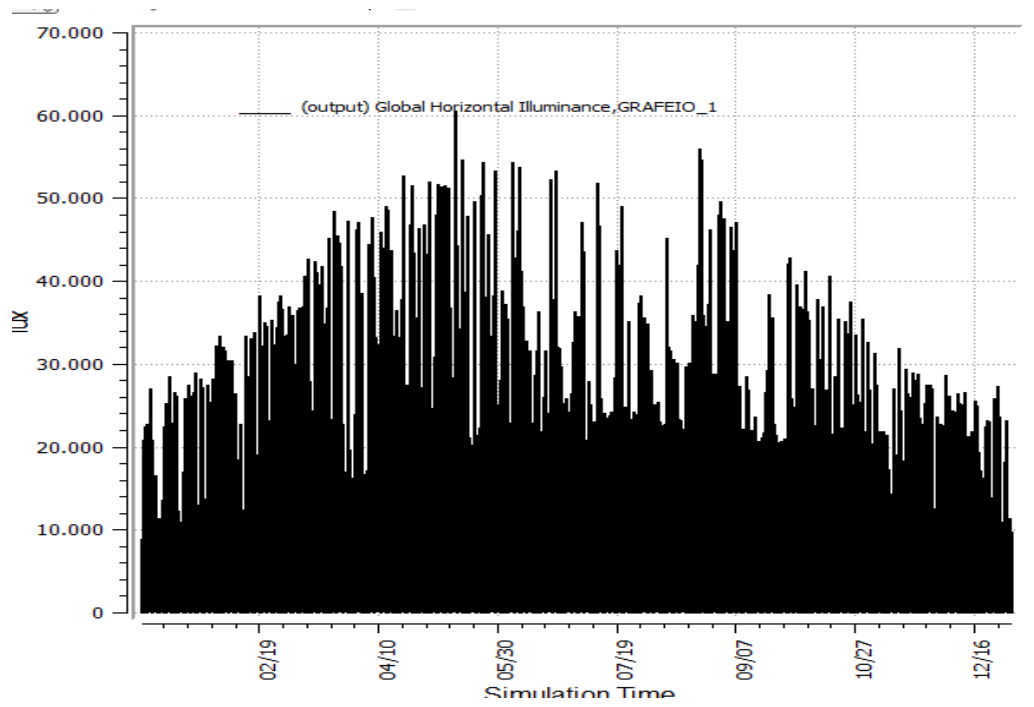
5.1 Θάλαμος ανατολικής όψης και γραφεία ιατρών δυτικής όψης

5.1.1 Υπάρχουσα κατάσταση τετράκλινου θαλάμου νοσηλείας

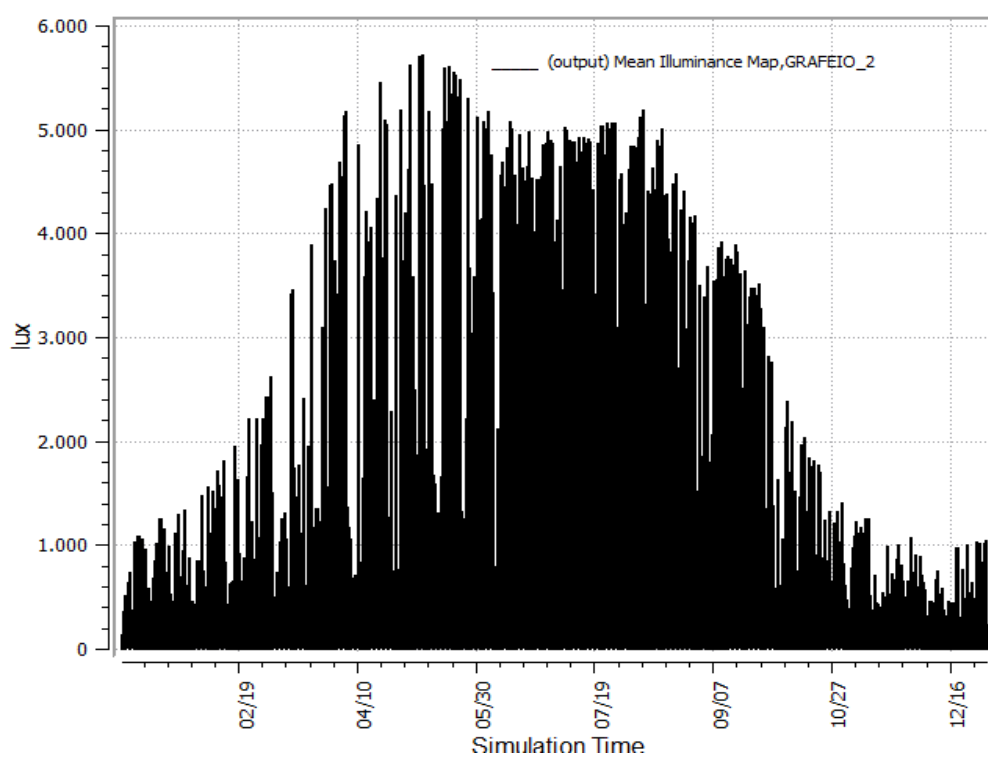
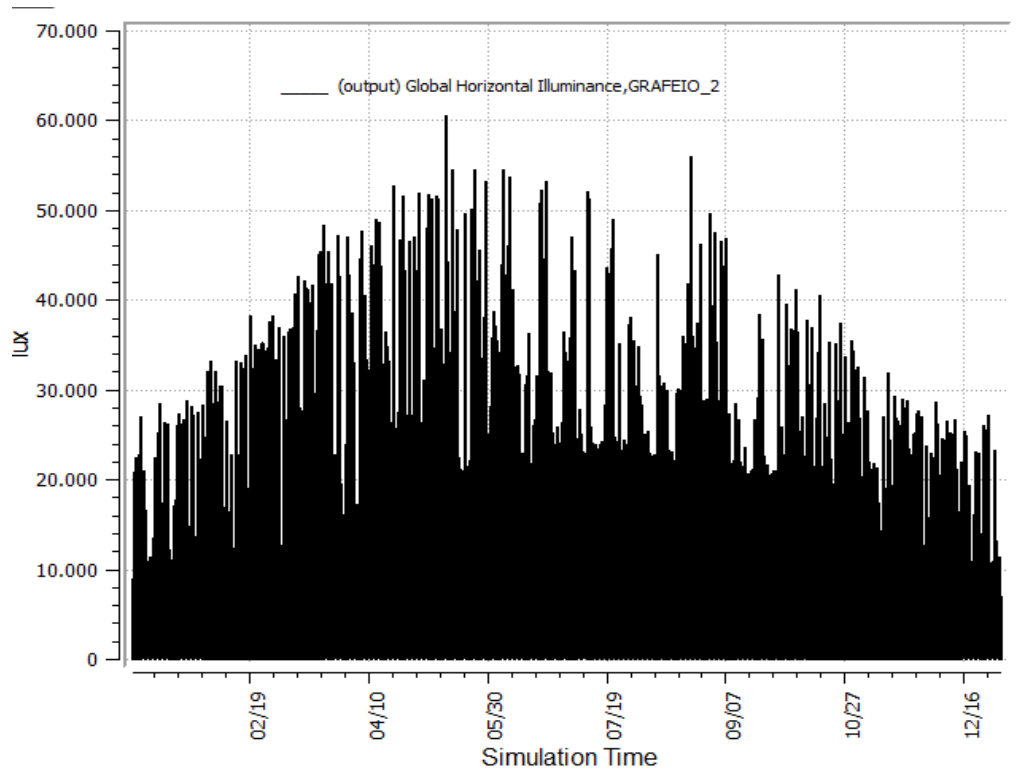
Αρχικά, παρατίθενται τα αποτελέσματα των Global Horizontal Illuminance και Mean Illuminance Map όλου του έτους σε μορφή γραφήματος. Το πρώτο αφορά στην ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται η περιοχή που έχουμε εισάγει (περιβάλλοντας χώρος), δηλαδή πάνω σε ένα ιδεατό επίπεδο έξω από το θάλαμο και τα γραφεία ιατρών, ενώ το δεύτερο αυτήν που προσπίπτει μέσα στους χώρους αυτούς (μέση τιμή εντάσεως).



Εικ.5.5. Global Horizontal Illuminance(πάνω) και Mean Illuminance Map(κάτω) του θαλάμου νοσηλείας, για όλο το έτος



Εικ.5.6.α Global Horizontal Illuminance(πάνω) και Mean Illuminance Map(κάτω) του γραφείου 1, για όλο το έτος

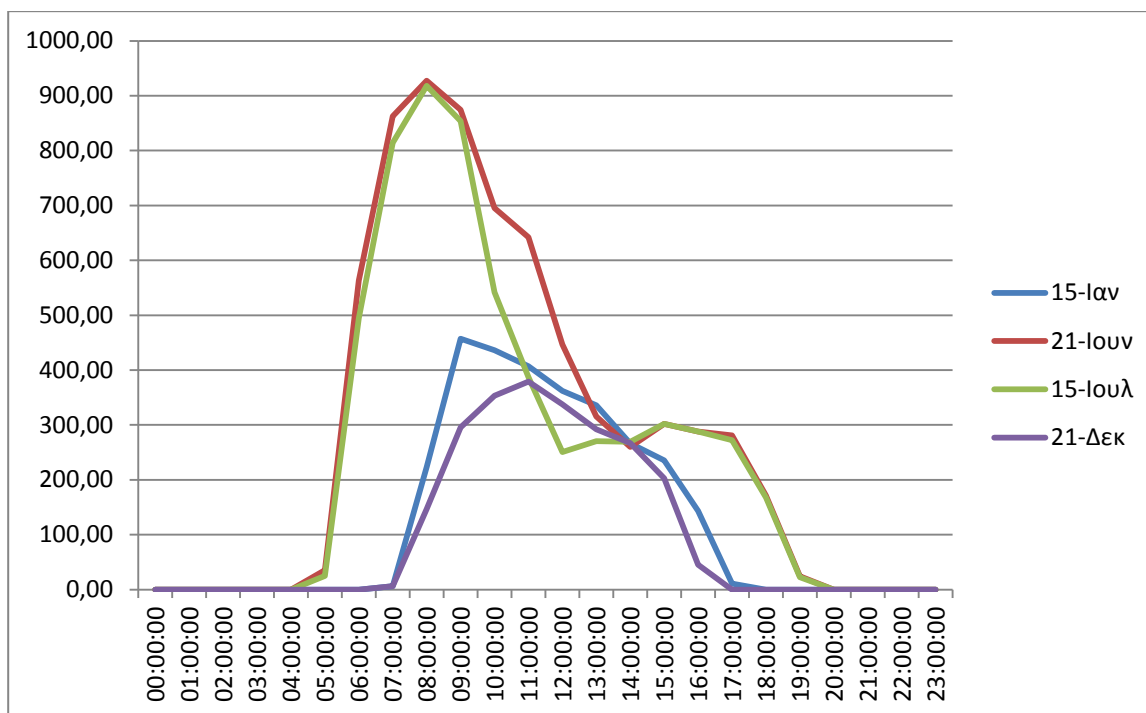


Εικ.5.6.β Global Horizontal Illuminance(πάνω) και Mean Illuminance Map(κάτω) του γραφείου 2, για όλο το έτος

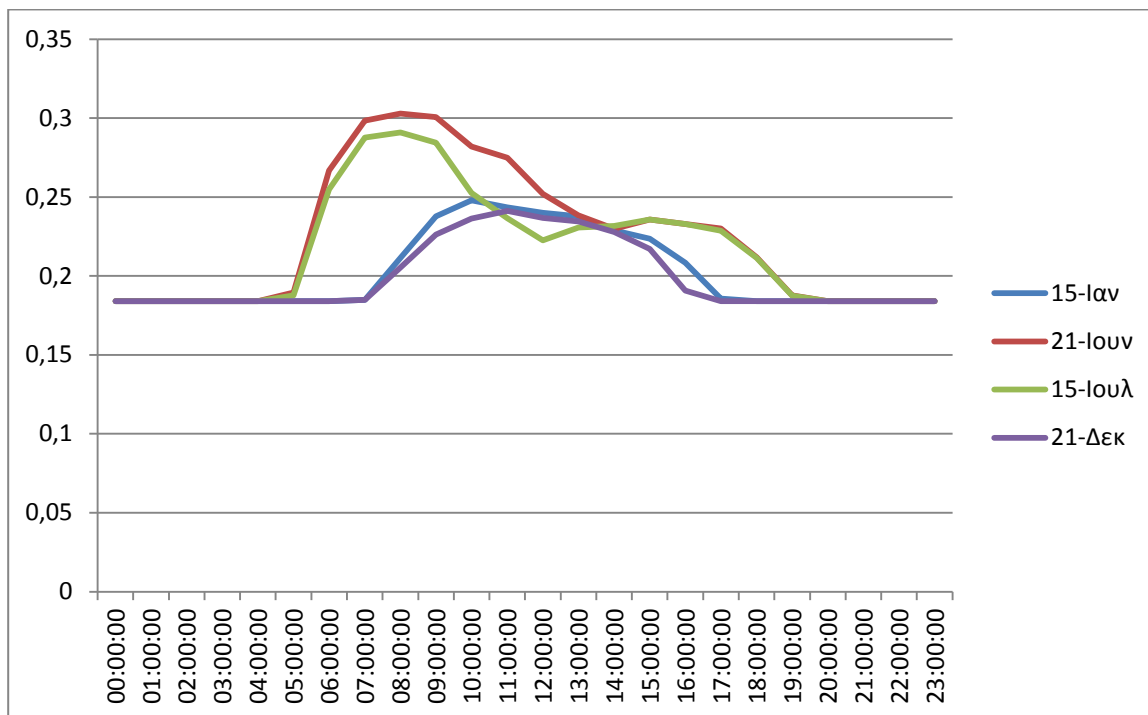
Από τα διαγράμματα του Global Horizontal Illuminance φαίνεται καθαρά η ένταση φωτισμού της περιοχής κατά τη διάρκεια του έτους, η αύξησή της σε αρκετά υψηλά επίπεδα τους εαρινούς μήνες αλλά και η δραματική της μείωση τους χειμωνιάτικους. Αντίστοιχα, από εκείνα του Mean Illuminance Map, καταγράφεται με σαφήνεια πόσο από το ηλιακό φως «περνά» μέσα στους χώρους του θαλάμου και των γραφείων ιατρών και με ποιες αναλογίες την εκάστοτε εποχή. Γίνεται αντιληπτή, δηλαδή η μεγάλη ένταση στο φωτισμό το καλοκαίρι, αλλά και τους τελευταίους μήνες της άνοιξης.

Στη συνέχεια, παρατίθενται τα αποτελέσματα φωτισμού που προέκυψαν, αρχικά, για τον θάλαμο νοσηλείας που «βλέπει» στην ανατολή (για τις θέσεις ενδιαφέροντος που αναφέρθηκαν παραπάνω) και, έπειτα, για τα γραφεία ιατρών που βλέπουν δύση, για τις χαρακτηριστικές ημερομηνίες, καθώς επίσης και μεταξύ τους συγκρίσεις. Τα επιθυμητά όρια που διέπονται από τις προδιαγραφές είναι αυτά που αναφέρθηκαν στις Ενότητες 2.1 & 2.2 (ελάχιστο έντασης φωτισμού 300 lux και μέγιστο θάμβωσης 0.35).

Θέση 1 θαλάμου νοσηλείας



Εικ.5.7 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 1»

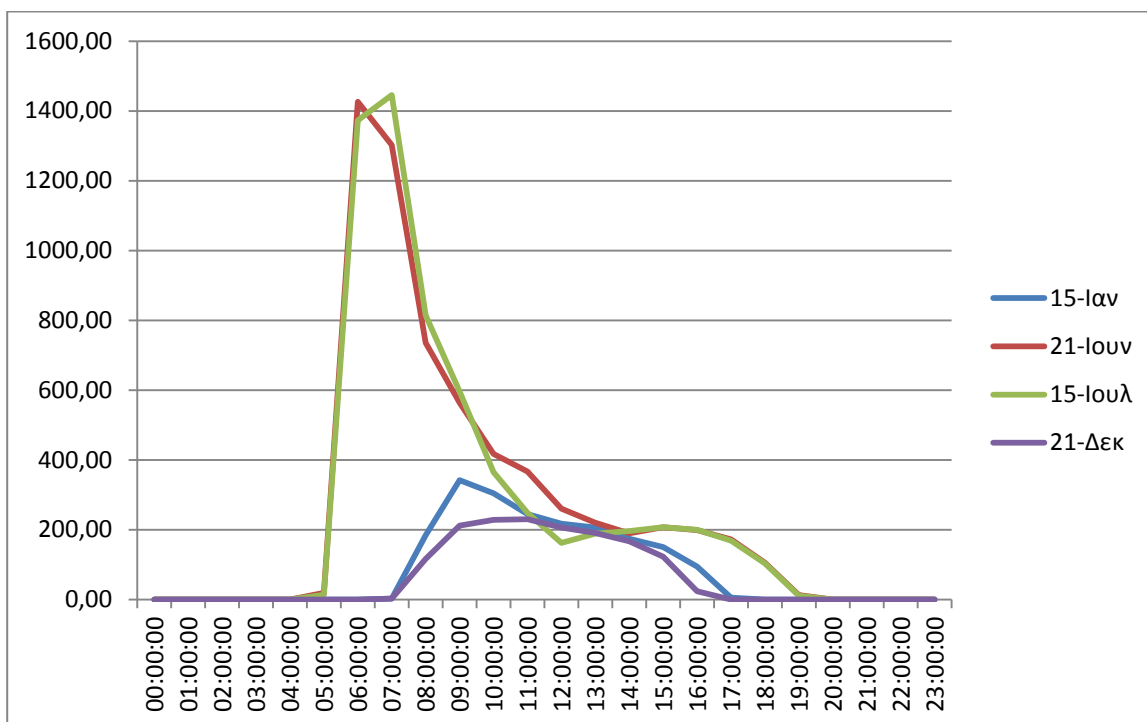


Εικ.5.8 Τιμές Θάμβωσης στη «Θέση 1»

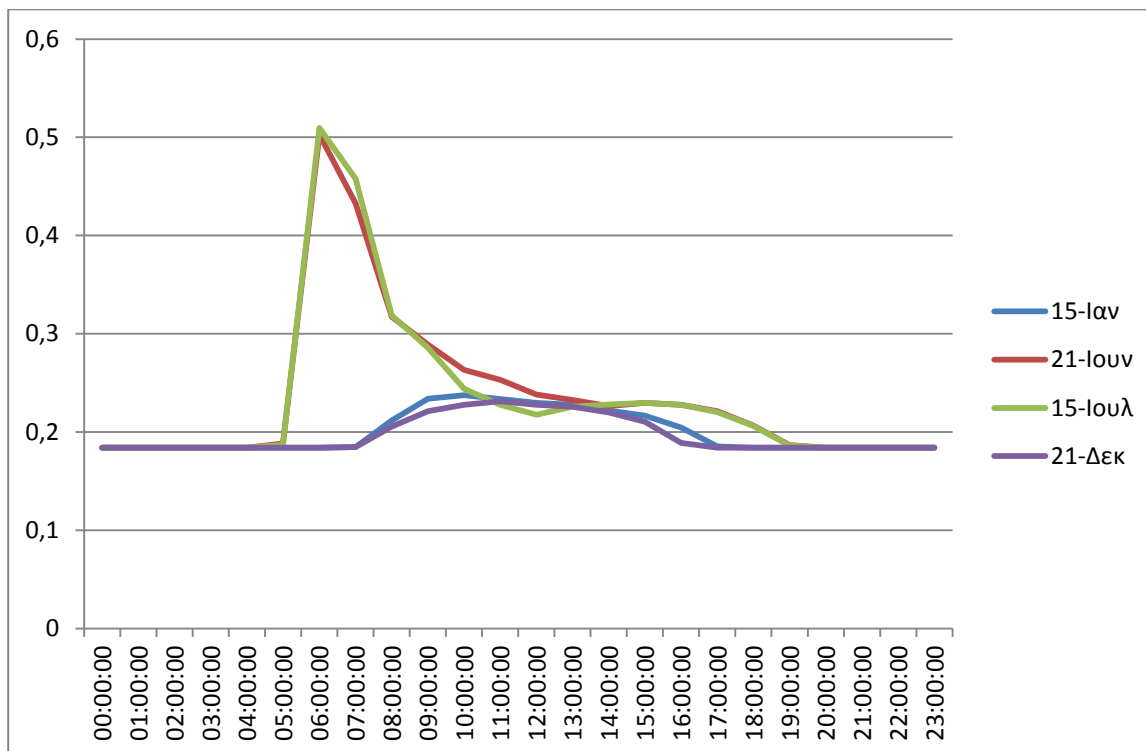
Παρατηρείται αυξημένο επίπεδο φωτισμού τις πρωινές ώρες (με αιχμή τις ώρες 06:00-11:00), εφόσον η όψη είναι στη μεριά που ανατέλλει ο ήλιος και αντίστοιχα, στους μήνες που το ηλιακό αζιμούθιο και το ηλιακό ύψος είναι τέτοια που επιτρέπουν περισσότερες ηλιακές ακτίνες να εισχωρήσουν στη συγκεκριμένη θέση ενδιαφέροντος (Ιούνιος-Ιούλιος).

Αναλογία στα αποτελέσματα παρατηρείται και στην πιθανότητα εμφάνισης θάμβωσης, χωρίς όμως να υπερβαίνει τα μη ανεκτά όρια θάμβωσης (0,35).

Θέση 2 θαλάμου νοσηλείας



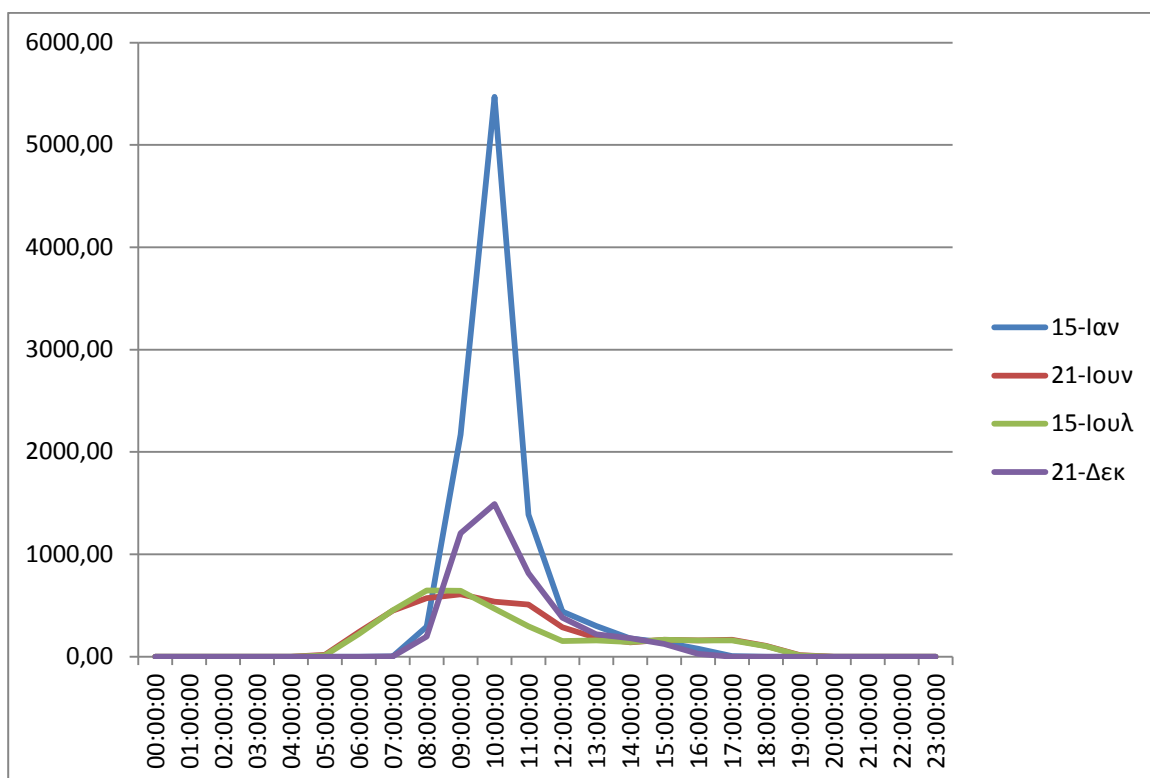
Εικ.5.9 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 2»



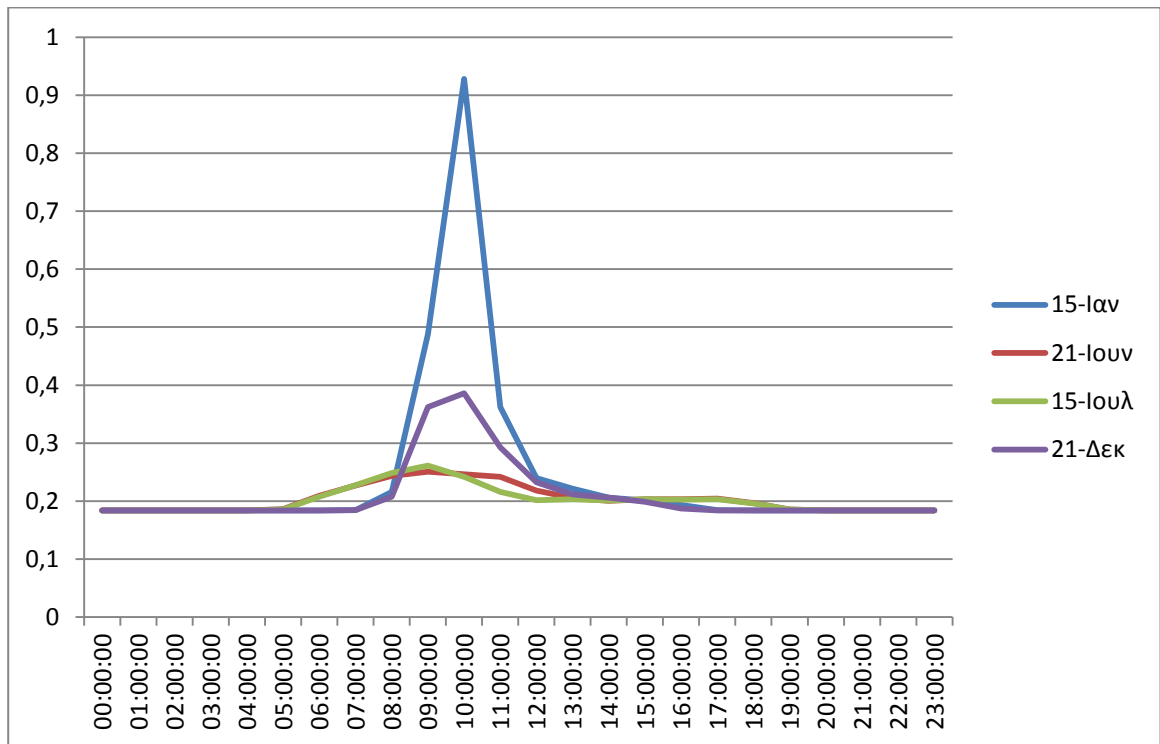
Εικ.5.10 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 2»

Παρατηρείται αυξημένο επίπεδο φωτισμού τις πρώτες πρωινές ώρες (με αιχμή 06:00-08:00) ανατολής του ηλίου κατά τους θερινούς μήνες Ιουνίου και Ιουλίου, πράγμα που έχει ως αποτέλεσμα την εκτόξευση του δείκτη της θάμβωσης αρκετά πιο ψηλά από το επιτρεπτό όριο του 0,35, για τους ίδιους μήνες. Αυτό δικαιολογείται από την θέση του ήλιου σύμφωνα με τις γωνίες ηλίου και αζιμουθίου τις συγκεκριμένες ώρες και ημερομηνίες.

Θέση 3 θαλάμου νοσηλείας



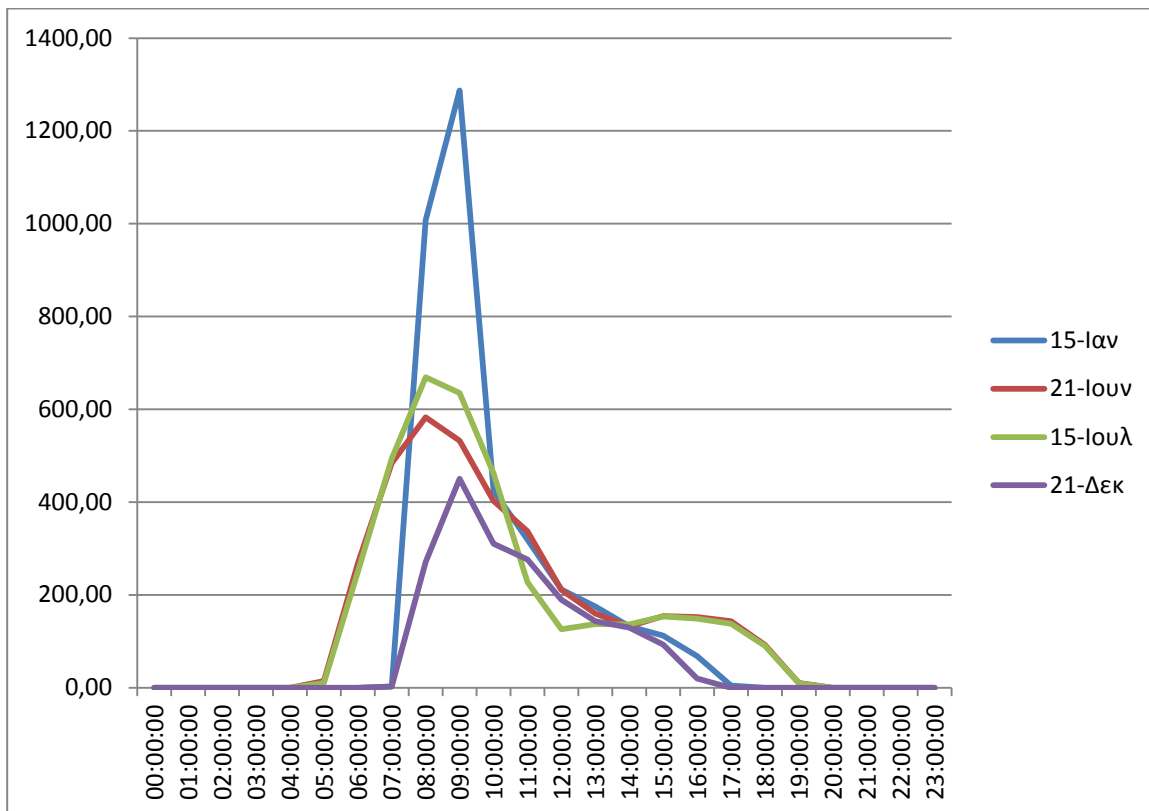
Εικ.5.11 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 3»



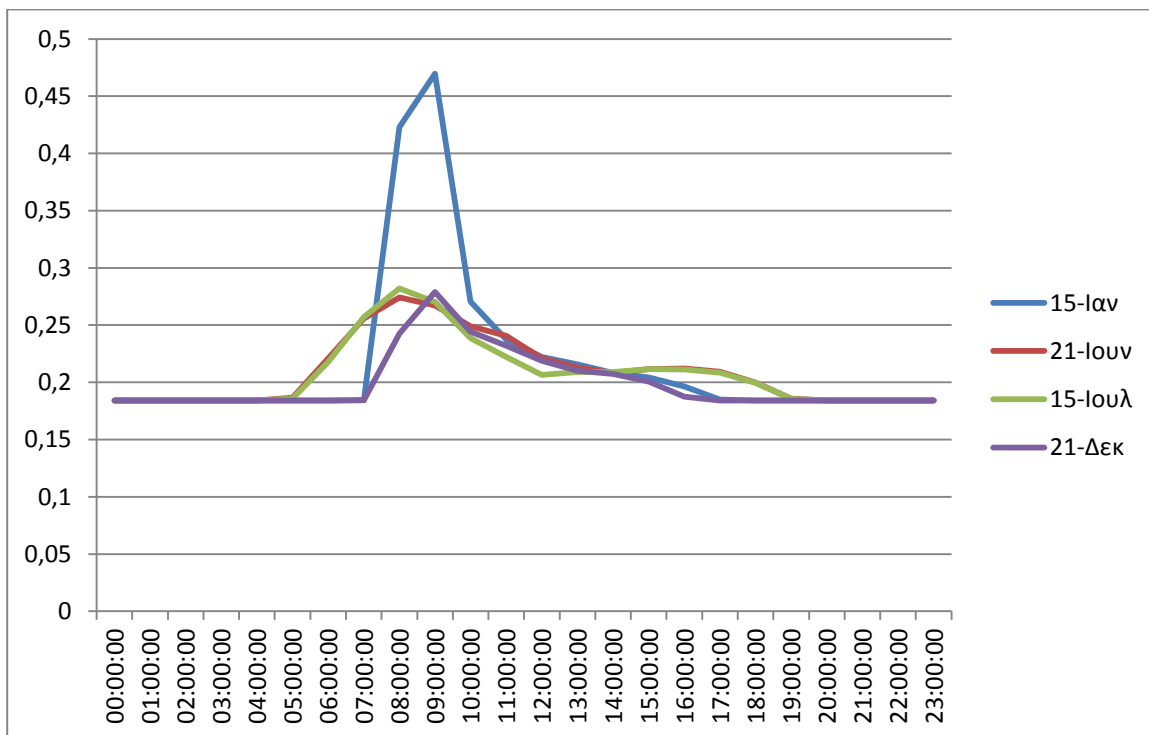
Εικ.5.12 Τιμές Θάμβωσης στη «Θέση 3»

Παρατηρείται αυξημένο επίπεδο φωτισμού τις πρωινές ώρες (αιχμή 09:00-12:00) κατά τους μήνες Ιανουάριος-Δεκέμβριος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εκτόξευση του δείκτη της θάμβωσης αρκετά πιο ψηλά από το επιτρεπτό όριο του 0,35, για τους ίδιους μήνες, κάτι που δικαιολογείται από την θέση του ήλιου σύμφωνα με τις γωνίες ηλίου και αζιμουθίου τις συγκεκριμένες ώρες και ημερομηνίες.

Θέση 4 θαλάμου νοσηλείας



Εικ.5.13 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 4»



Εικ.5.14 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 4»

Παρατηρείται ιδιαίτερα αυξημένο επίπεδο φωτισμού κατά τον μήνα Ιανουάριο τις πρωινές ώρες 08:00-11:00, κάτι που δικαιολογείται από την θέση του ήλιου ο οποίος τους χειμερινούς μήνες εισχωρεί βαθύτερα στον χώρο. Κατ' αντιστοιχία βλέπουμε τους ίδιους μήνες και ώρες εκτόξευση του δείκτη θάμβωσης σε μη ανεκτά όρια (>0.35).

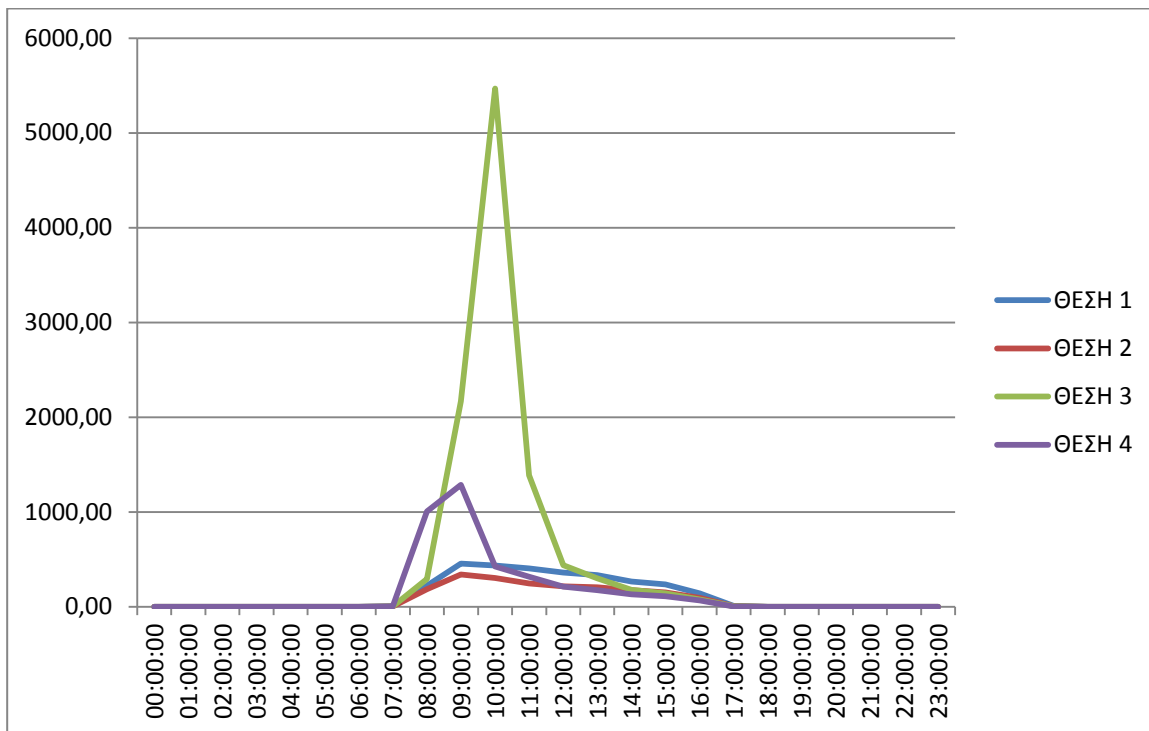
Γενικά συμπεράσματα :

Στις θέσεις κοντά στο παράθυρο, τα επίπεδα έντασης φωτισμού και θάμβωσης είναι μεγαλύτερα τους εαρινούς μήνες, που σύμφωνα με τη γεωμετρία του ο Ήλιος βρίσκεται σε θέσεις με υψηλότερη γωνία.

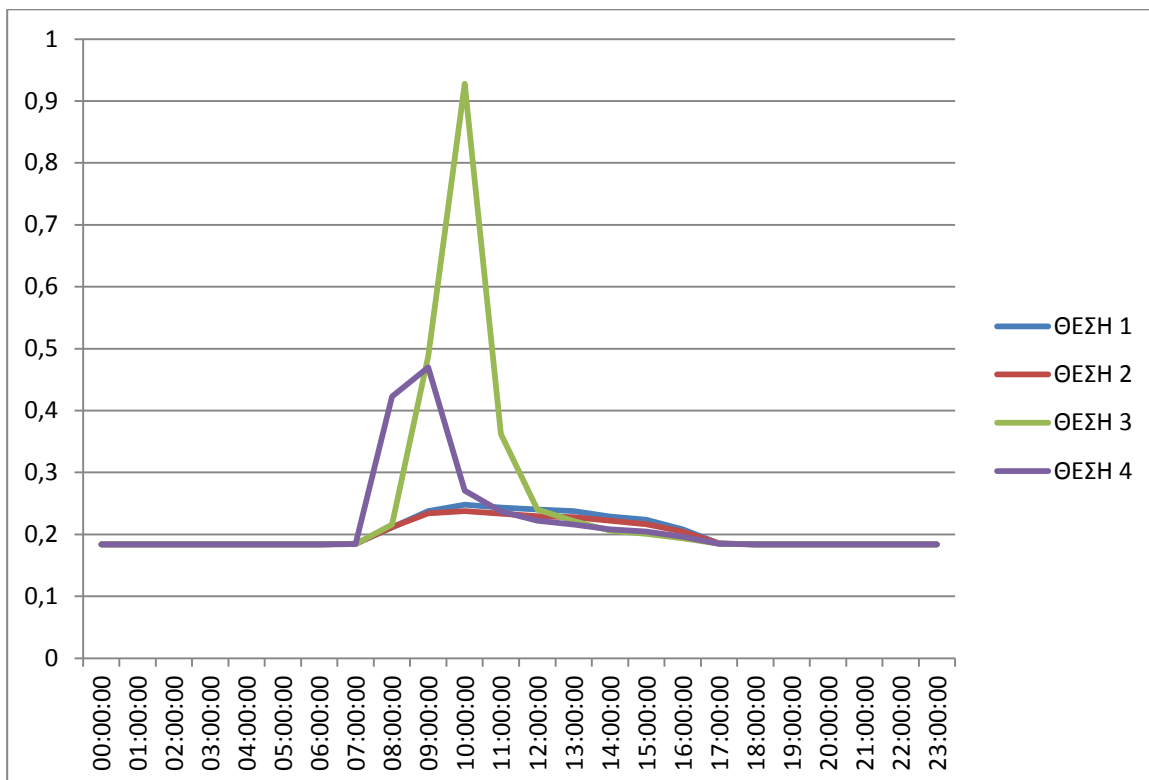
Στη θέση 3, όμως, η οποία είναι στη δεξιά μεριά του θαλάμου δεν παρατηρείται αντιστοίχως το ίδιο, αφού η ανατολική όψη κτιρίου σε βόρειο ημισφαίριο, σε συνδυασμό με τη θέση της Γης ως προς την απόκλιση του άξονα Β-Ν, «ευνοεί» την αντίθετη μεριά του δωματίου.

Παρακάτω παρατίθενται ορισμένες αναλύσεις συγκεκριμένων - χαρακτηριστικών - ημερομηνιών:

15 Ιανουαρίου

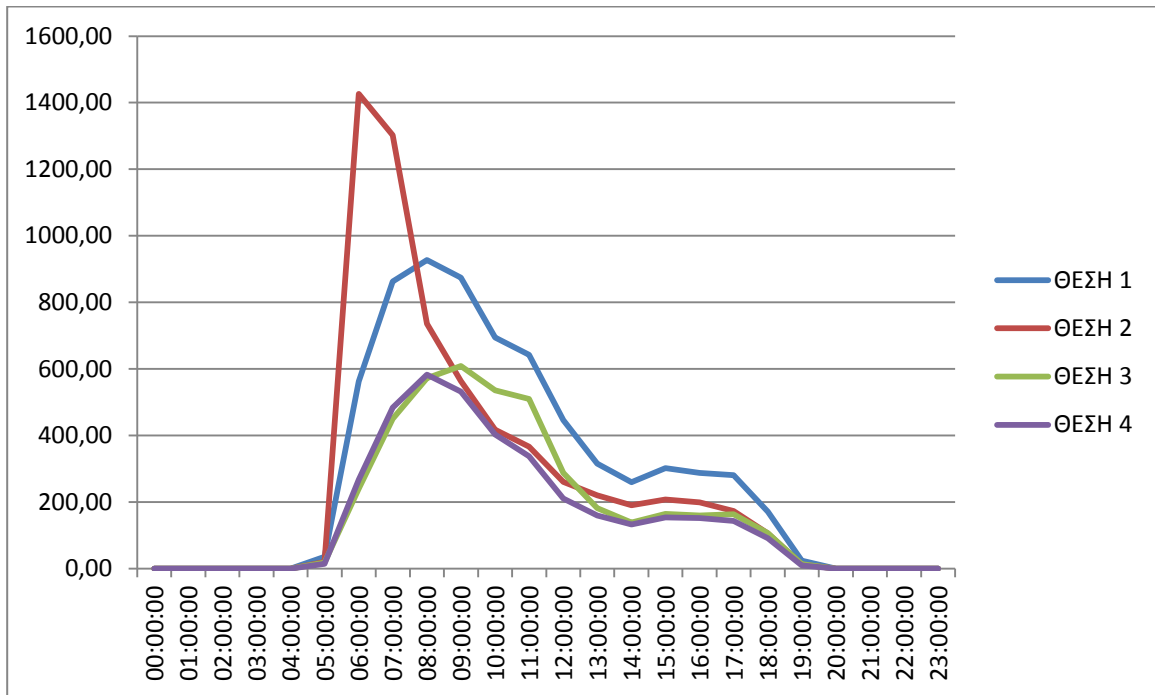


Εικ.5.15 Ένταση Φωτισμού για κάθε θέση ενδιαφέροντος για στις 15 Ιανουαρίου (Τυπική ψυχρή ημέρα)

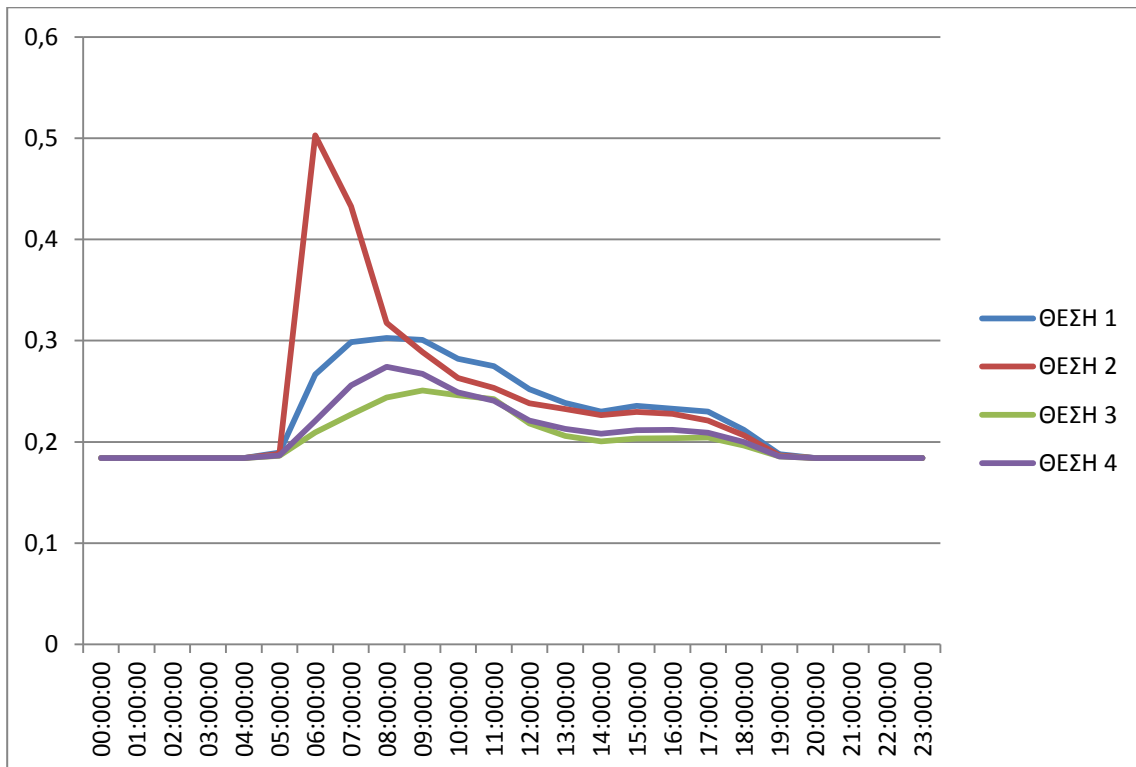


Εικ.5.16 Τιμές Θάμβωσης για κάθε θέση ενδιαφέροντος για στις 15 Ιανουαρίου (Τυπική ψυχρή ημέρα)

21 Ιουνίου

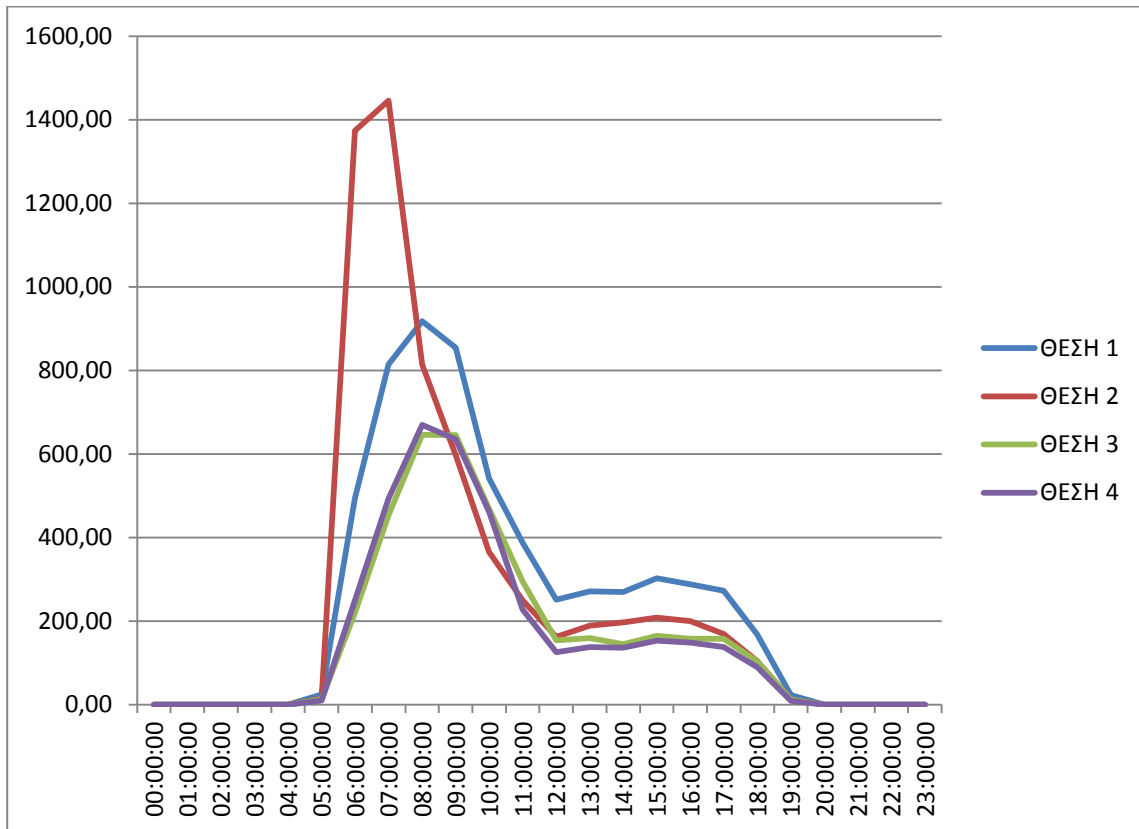


Εικ.5.17 Ένταση Φωτισμού για κάθε θέση ενδιαφέροντος το θερινό Ηλιοστάσιο (21 Ιουνίου)

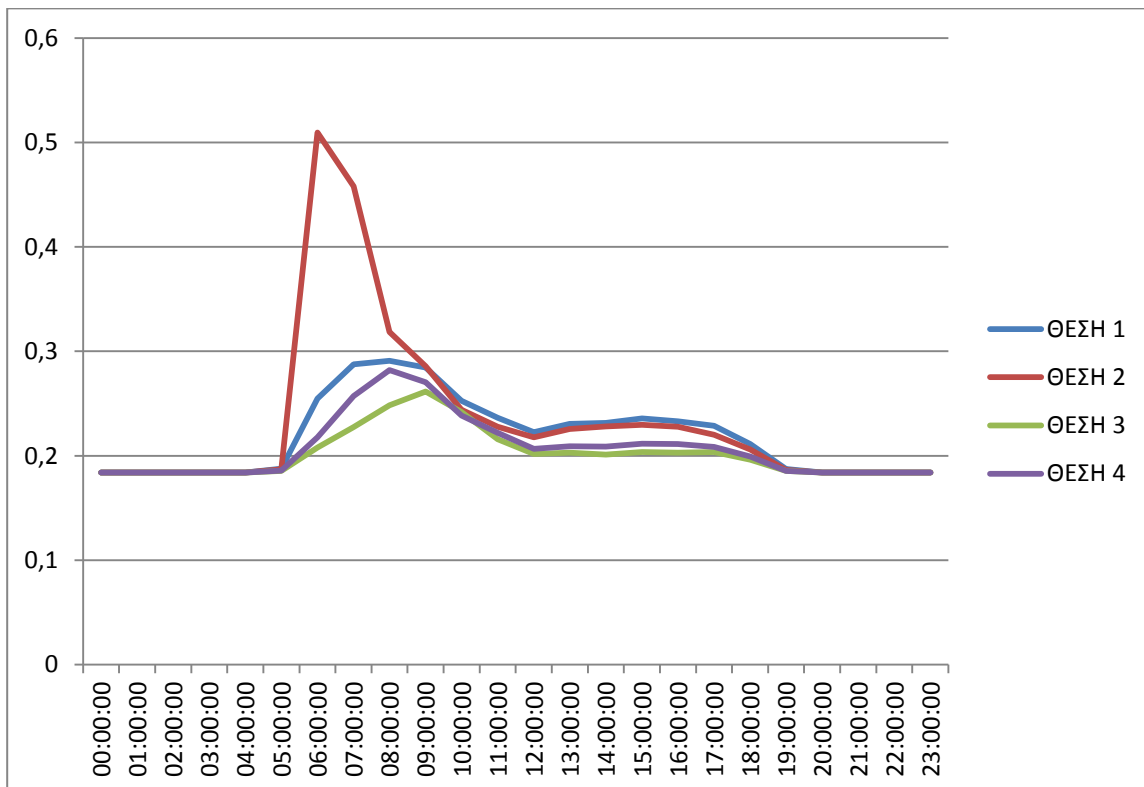


Εικ.5.18 Τιμές Θάμβωσης για κάθε θέση ενδιαφέροντος το θερινό Ηλιοστάσιο (21 Ιουνίου)

15 Ιουλίου

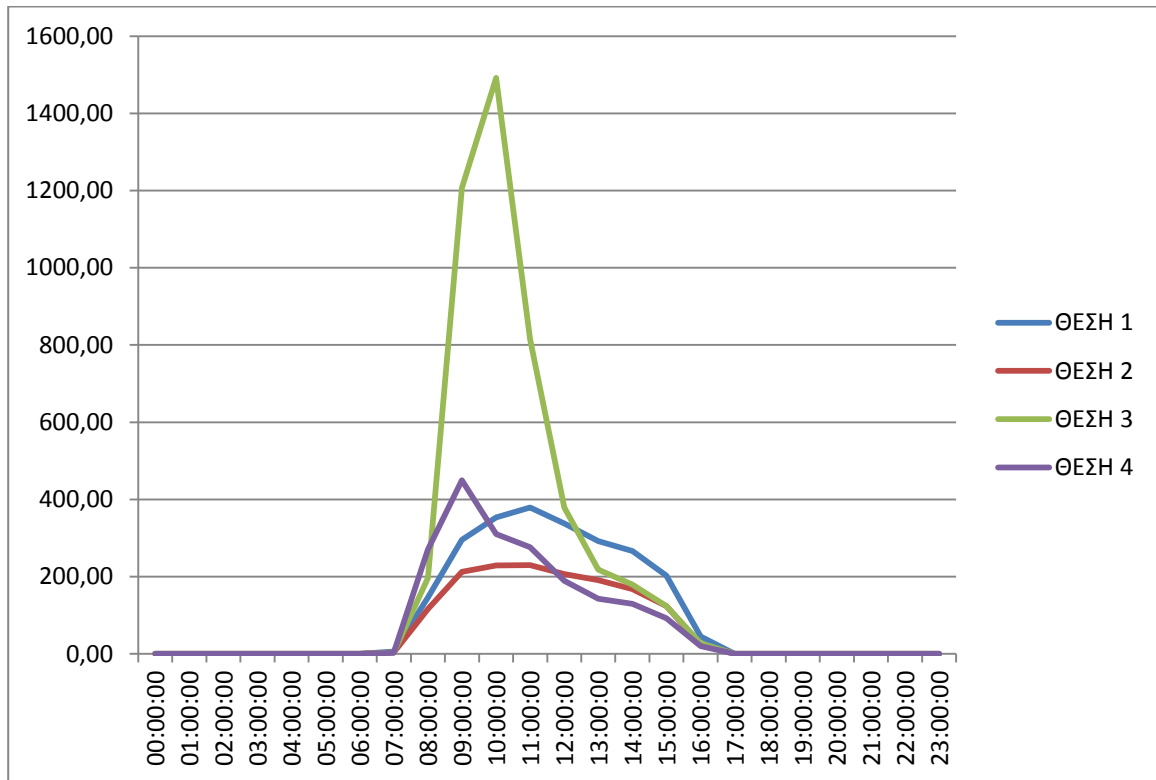


Εικ.5.19 Ένταση Φωτισμού για κάθε θέση ενδιαφέροντος στις 15 Ιουλίου (Τυπική θερμή ημέρα)

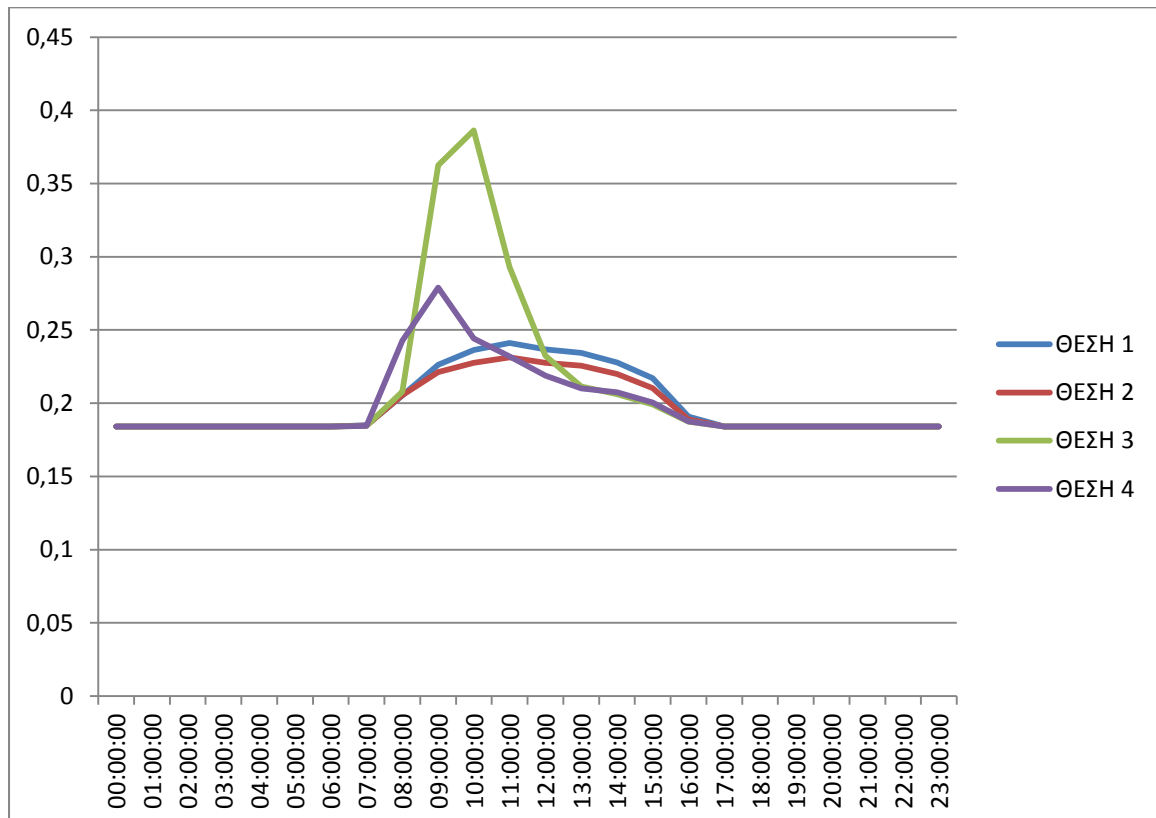


Εικ.5.20 Τιμές Θάμβωσης για κάθε θέση ενδιαφέροντος στις 15 Ιουλίου (Τυπική θερμή ημέρα)

21 Δεκεμβρίου



Εικ.5.21 Ένταση Φωτισμού για κάθε θέση ενδιαφέροντος το χειμερινό Ηλιοστάσιο (21 Δεκεμβρίου)



Εικ.5.22 Τιμές Θάμβωσης για κάθε θέση ενδιαφέροντος το χειμερινό Ηλιοστάσιο (21 Δεκεμβρίου)

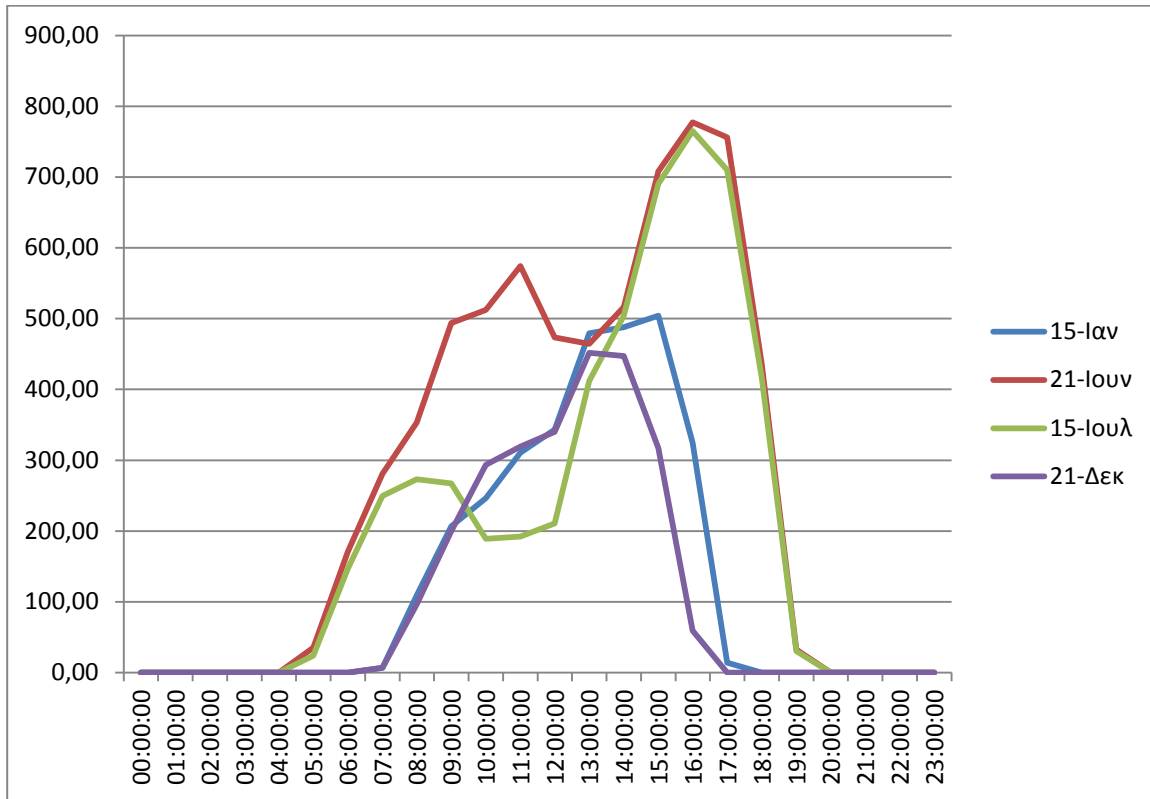
Στα παραπάνω διαγράμματα βλέπουμε ότι κατά τους χειμερινούς μήνες πλήττονται περισσότερο οι θέσεις 3 και 4 (δεξιά πλευρά του θαλάμου) τις πρωινές έως μεσημβρινές ώρες , ενώ κατά τους θερινούς μήνες ιδιαίτερα μεγάλη αιχμή και στον φωτισμό και στην θάμβωση παρουσιάζουν οι θέσεις 1 και 2 (αριστερή πλευρά του θαλάμου). Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι ο Ήλιος φτάνει στην υψηλότερή του θέση (ηλιακή γωνία) τους θερινούς μήνες με τα σημεία της αριστερής πλευράς του θαλάμου να παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα επίπεδα θάμβωσης, αφού ο άξονας Β-Ν της Γης «γέρνει» πλέον προς αυτόν και η όψη του θαλάμου «βλέπει» στην ανατολή.

Στην ίδια λογική, κατά τους χειμερινούς μήνες πλήττεται η δεξιά πλευρά περισσότερο, αφού ο Ήλιος βρίσκεται χαμηλά στον ορίζοντα και η κλίση της Γης ως προς αυτόν επιβαρύνει την δεξιά πλευρά του ανατολικού θαλάμου που εξετάζεται.

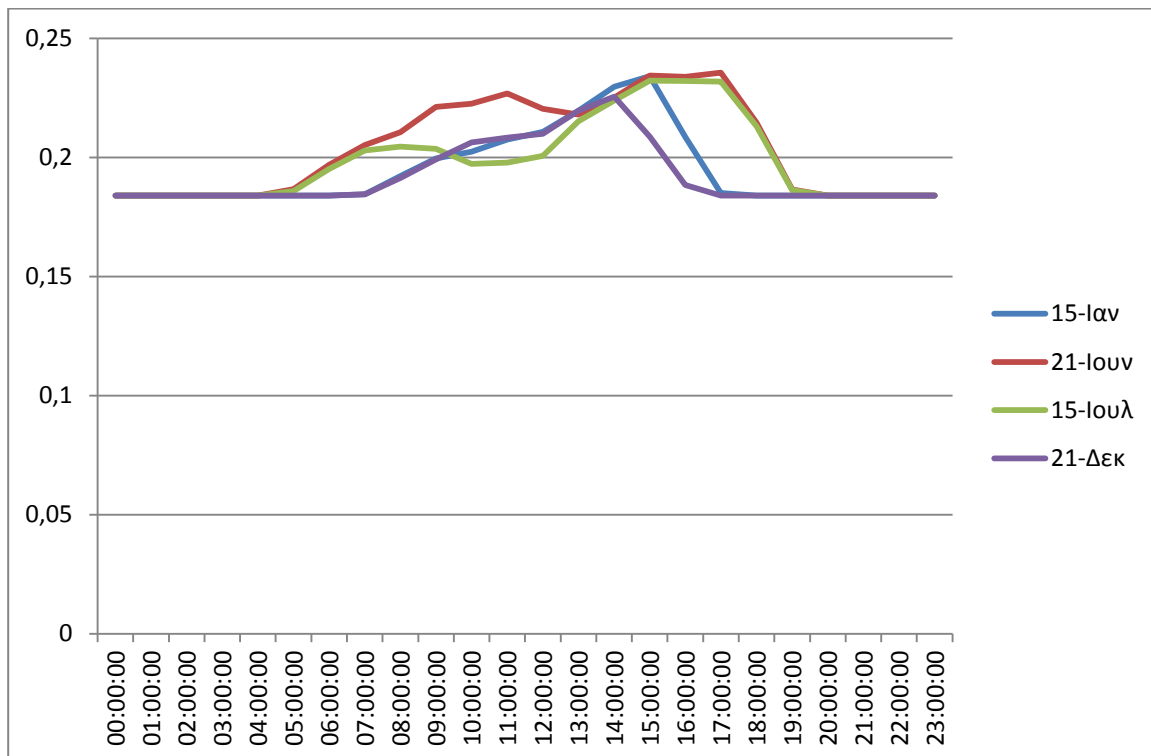
Αυτά είναι και τα κριτήρια που υποδηλώνουν την ανάγκη σκίασης, της οποίας κάθε σενάριο έπεται αναλυτικά στη συνέχεια.

5.1.2 Υπάρχουσα κατάσταση γραφείων ιατρών

Γραφείο 1 (κοντά στο παράθυρο)

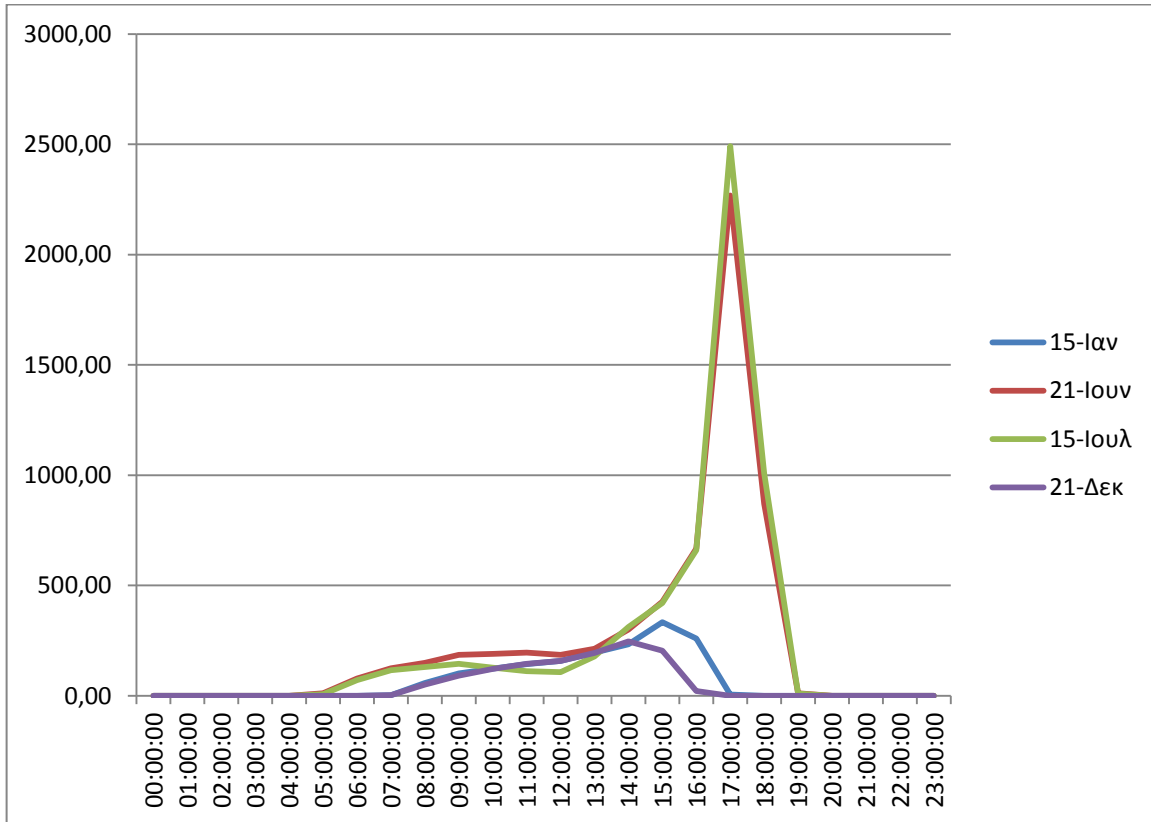


Εικ.5.23 Τιμές ένταξης φωτισμού για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

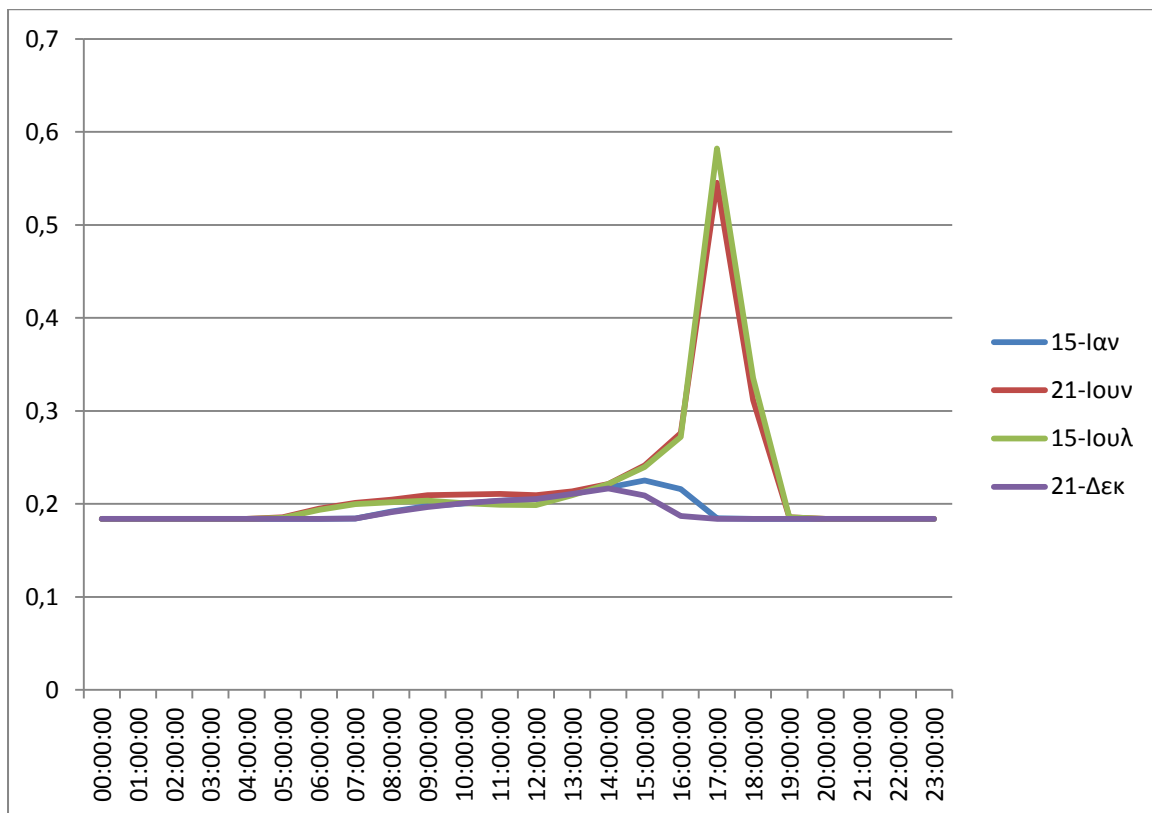


Εικ.5.24 Τιμές θάμβωσης για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

Γραφείο 2 (μακριά από το παράθυρο)



Εικ.5.25 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο



Εικ.5.26 Τιμές θάμβωσης για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο

Στα παραπάνω διαγράμματα παρατηρούμε φυσιολογικές τιμές έντασης φωτισμού και θάμβωσης (ανεκτά όρια) για το γραφείο που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο, παρουσιάζοντας τις μεγαλύτερες τιμές κατά τις μεσημβρινές ώρες, ενώ ιδιαίτερα μεγάλη αιχμή βλέπουμε στην ένταση του φωτισμού αλλά και στην θάμβωση (μη ανεκτά όρια) για το γραφείο δύο που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο κατά τις απογευματινές ώρες. Αυτό συμβαίνει διότι τα γραφεία βρίσκονται στην δυτική όψη του νοσοκομείου, οπότε προφανώς ο φωτισμός και η ένταση αυξάνονται τις μεσημβρινές-απογευματινές ώρες, χωρίς όμως να περιμένουμε ιδιαίτερα αυξημένες καταστάσεις δυσφορίας, παρά μονάχα για μία μόνο ώρα (17:00).

Ο λόγος που παρουσιάζεται αυτή η μεγάλη αιχμή στο γραφείο μακριά από το παράθυρο τις απογευματινές ώρες είναι η χαμηλή θέση του Ήλιου στον ορίζοντα και ο δυτικός προσανατολισμός του γραφείου. Ουσιαστικά, ο Ήλιος εισχωρεί βαθιά στον χώρο καθώς δύνει και σε συνδυασμό με την ανακλαστικότητα του πατώματος του χώρου δημιουργεί κατάλληλες προϋποθέσεις για αυτήν την αιχμή δυσφορίας τις συγκεκριμένες ώρες που παρουσιάζονται στα διαγράμματα.

Προφανώς, αυτό είναι και εδώ το κριτήριο που υποδηλώνει την ανάγκη σκίασης.

5.1.3 Δυναμικοί Δείκτες Φυσικού Φωτός για την υπάρχουσα κατάσταση θαλάμου νοσηλείας και γραφείων ιατρών

Παρακάτω γίνεται παράθεση των Δυναμικών δεικτών Φυσικού Φωτισμού της υφιστάμενης κατάστασης και συγκεκριμένα:

- › του δείκτη Αυτονομίας Φυσικού Φωτισμού (Daylight Autonomy, DA),
- › του δείκτη Συνεχούς Αυτονομίας Φυσικού Φωτισμού (Continuous Daylight Autonomy, conDA) και
- › του δείκτη Χρήσιμων Τιμών Φυσικού Φωτισμού (Useful Daylight Illuminance, UDI).

ΔΕΙΚΤΕΣ	ΤΕΤΡΑΚΛΙΝΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ			ΓΡΑΦΕΙΟ 1(κοντά στο παράθυρο)			ΓΡΑΦΕΙΟ 2(μακριά από το παράθυρο)		
	ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,59	2753	4685	0,52	2346	4485	0,48	2173
ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,77	3591	4685	0,74	3327	4485	0,71	3197	4485
ΧΡΗΣΙΜΩΝ ΤΙΜΩΝ ΦΦ	0,75	3591	4685	0,77	3327	4485	0,76	3197	4485

Εικ.5.27 Πίνακας των δεικτών απόδοσης ΦΦ της υφιστάμενης κατάστασης θαλάμου και γραφείων ιατρών

Στον παραπάνω πίνακα, για κάθε θέση υπάρχουν τρεις στήλες:

- η δεύτερη είναι οι τιμές των Δεικτών
- η τρίτη οι συνολικές τιμές των Δεικτών στην εξεταζόμενη θερμική ζώνη (δηλαδή, στο θάλαμο νοσηλείας και στα γραφεία ιατρών) και
- η πρώτη (η κυριότερη προς έλεγχο) ο λόγος των δύο προηγούμενων, δηλαδή το ποσοστό εκπλήρωσης του καθενός.

Παρατηρούνται γενικά αρκετά υψηλές τιμές αυτονομίας φυσικού φωτός που ελαχιστοποιούν την ανάγκη χρήσης τεχνητών μέσων φωτισμού. Όμως οι τιμές αυτές δεν μπορούν να θεωρηθούν εφαρμόσιμες λόγω των ιδιαίτερα υψηλών τιμών έντασης φυσικού φωτισμού αλλά και θάμβωσης για όλες τις θέσεις, που προκαλούν δυσφορία.

Για όλους τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω, παρουσιάζονται και αναλύονται παρακάτω τα εξής σενάρια σκίασης:

- 1^ο Σενάριο: Τοποθέτηση τριών κατακόρυφων περσίδων, στο ύψος του ορόφου, εξωτερικά των παραθύρων του θαλάμου νοσηλείας και των γραφείων ιατρών.
- 2^ο Σενάριο: Τοποθέτηση, ταυτοχρόνως, τριών κατακόρυφων περσίδων, στο ύψος του ορόφου (όπως πριν), και ράφι φωτισμού, εξωτερικά του παραθύρου του θαλάμου νοσηλείας.

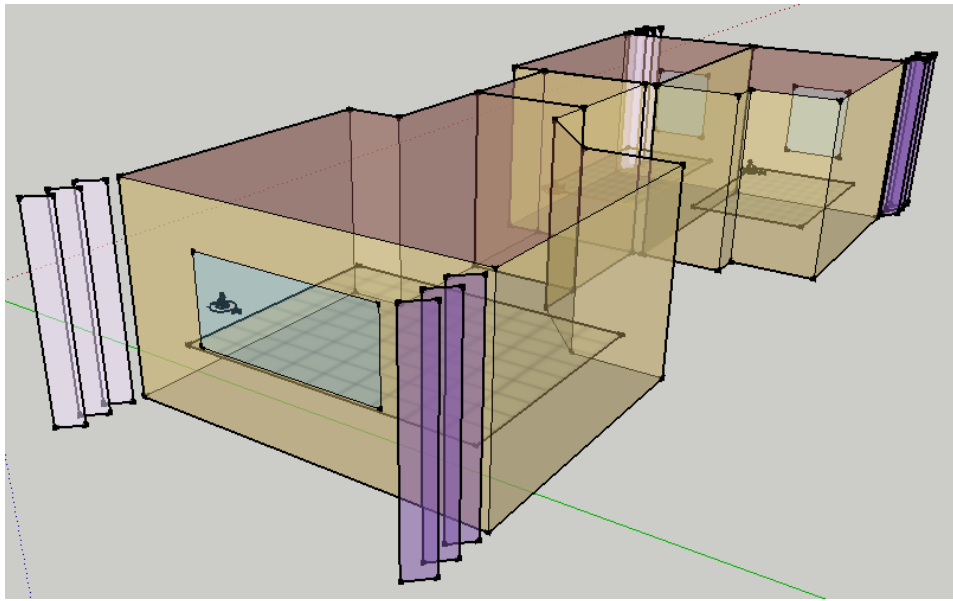
5.1.4 1^ο Σενάριο Σκίασης

Για το πρώτο σενάριο σκίασης εξετάστηκε η περίπτωση τοποθέτησης τριών εξωτερικών, κατακόρυφων περσίδων για κάθε μια από τις δύο μπροστινές ακμές της όψης του θαλάμου και, αντίστοιχα των γραφείων ιατρών. Έχουν ύψος 3,40μ (όσο το ύψος του ορόφου), πλάτος 0,433μ η καθεμία και κλίση 45° , όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.

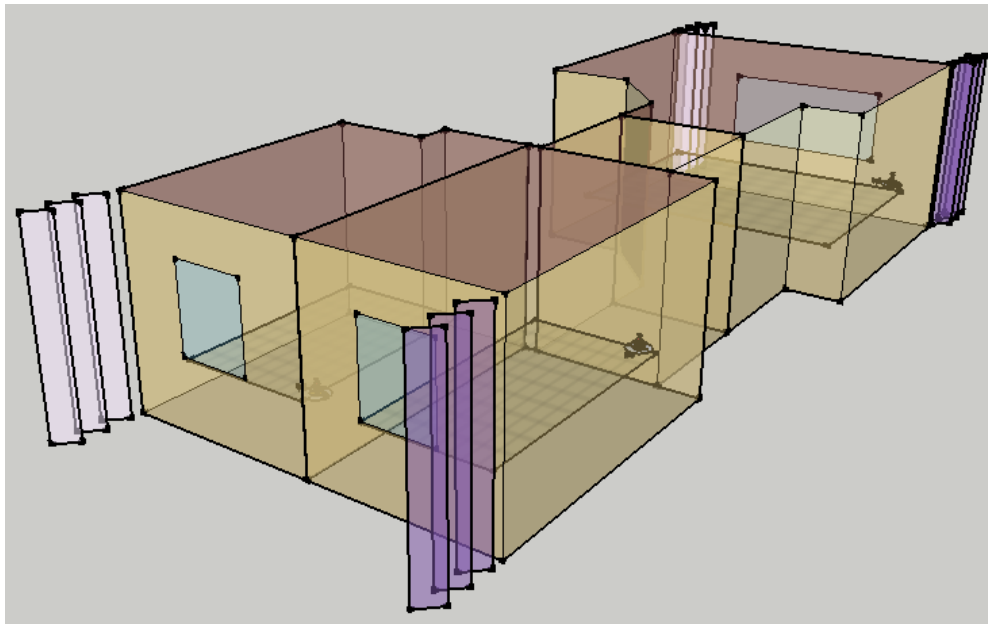
Η κλίση των περσίδων επιλέχθηκε για τον θάλαμο νοσηλείας, καθώς και για τα γραφεία ιατρών με βάση να ευνοείται η σκίαση, ανάλογα με την γωνία πρόσπτωσης του ήλιου (ηλιακή γεωμετρία).

Το σύστημα σκίασης τοποθετήθηκε σε απόσταση 0,20μ από την όψη του θαλάμου και των γραφείων.

Μελετήθηκαν οι ίδιες τέσσερις θέσεις και για τις ίδιες τέσσερις ημερομηνίες, όπως και στην υφιστάμενη κατάσταση.

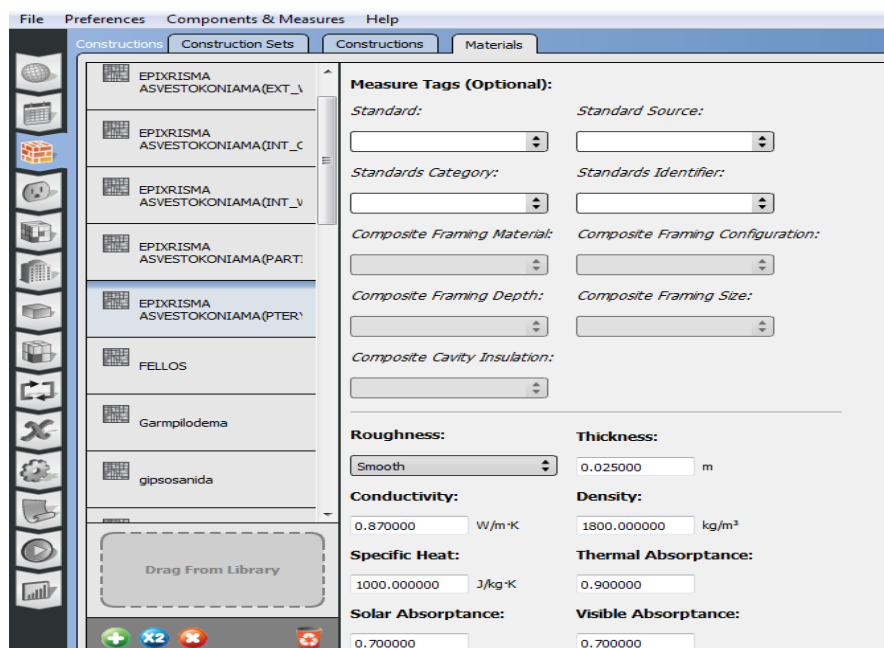
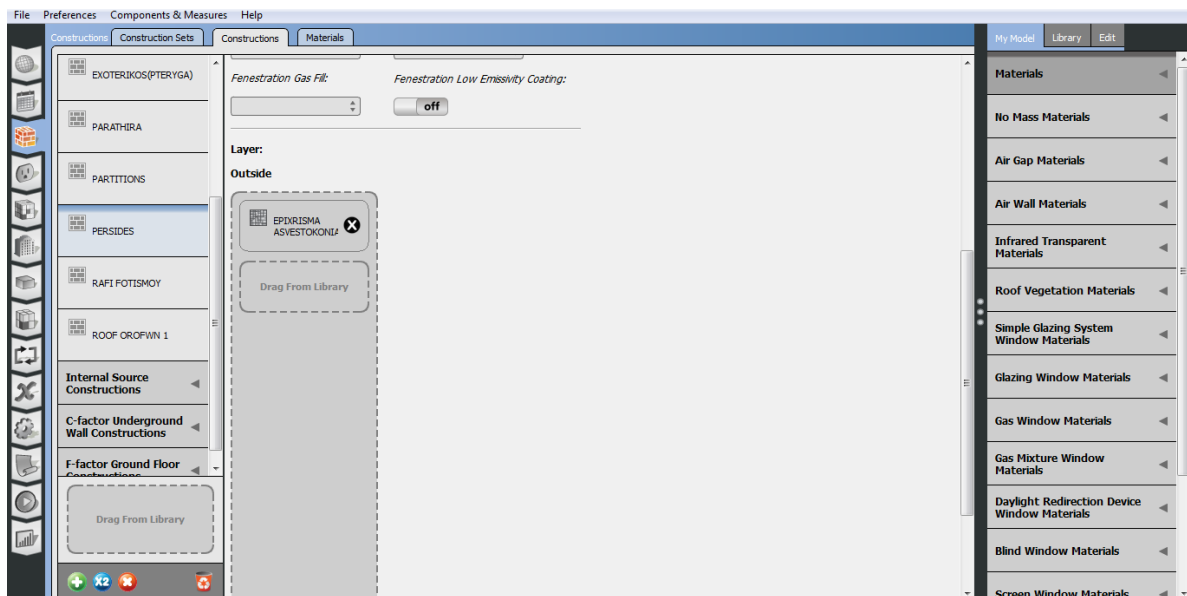
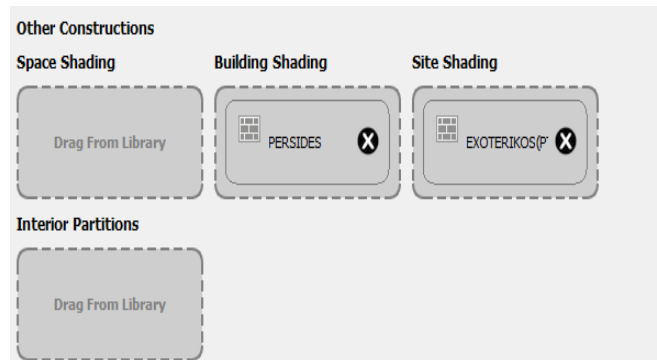


Εικ.5.28 Θάλαμος νοσηλείας με εξωτερικές, κατακόρυφες περσίδες σκίασης στο σχεδιαστικό πρόγραμμα Sketch_up.



Εικ.5.29 Γραφεία ιατρών με εξωτερικές, κατακόρυφες περσίδες σκίασης στο σχεδιαστικό πρόγραμμα Sketch_up.

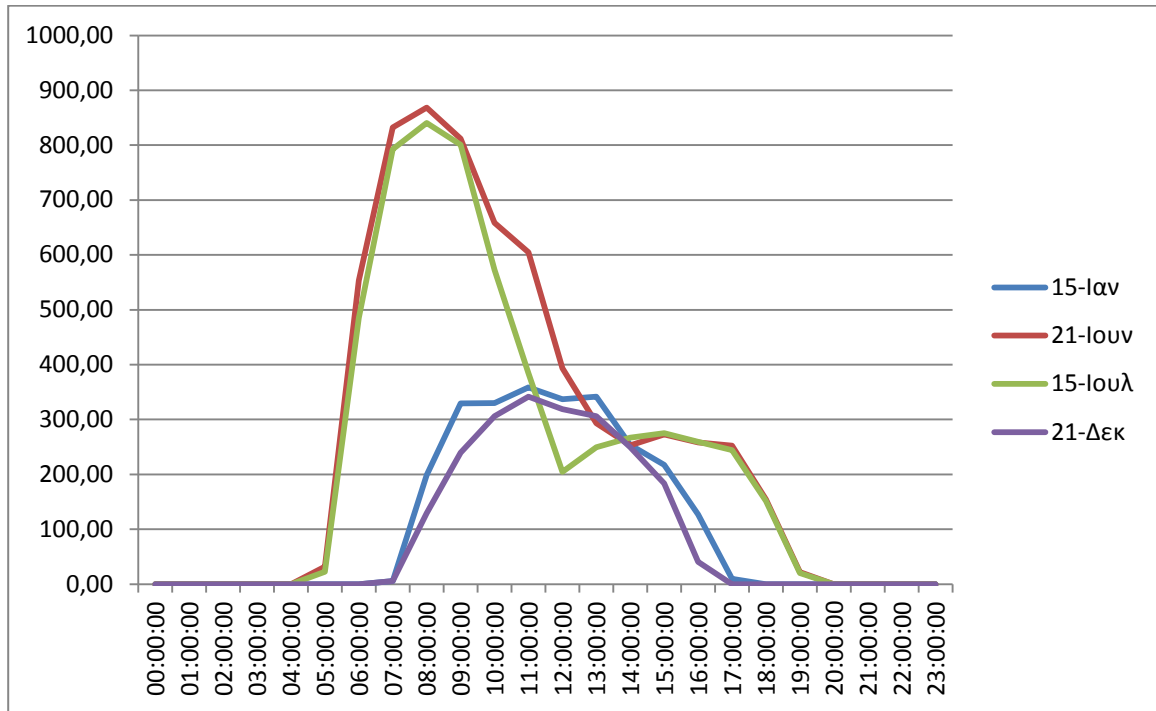
Επί πρόσθετα, εισήχθηκε στην πλατφόρμα του OpenStudio το δομικό στοιχείο που αντιπροσωπεύει τις περσίδες, καθώς και το υλικό με τις ιδιότητές του, που τις απαρτίζουν, όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



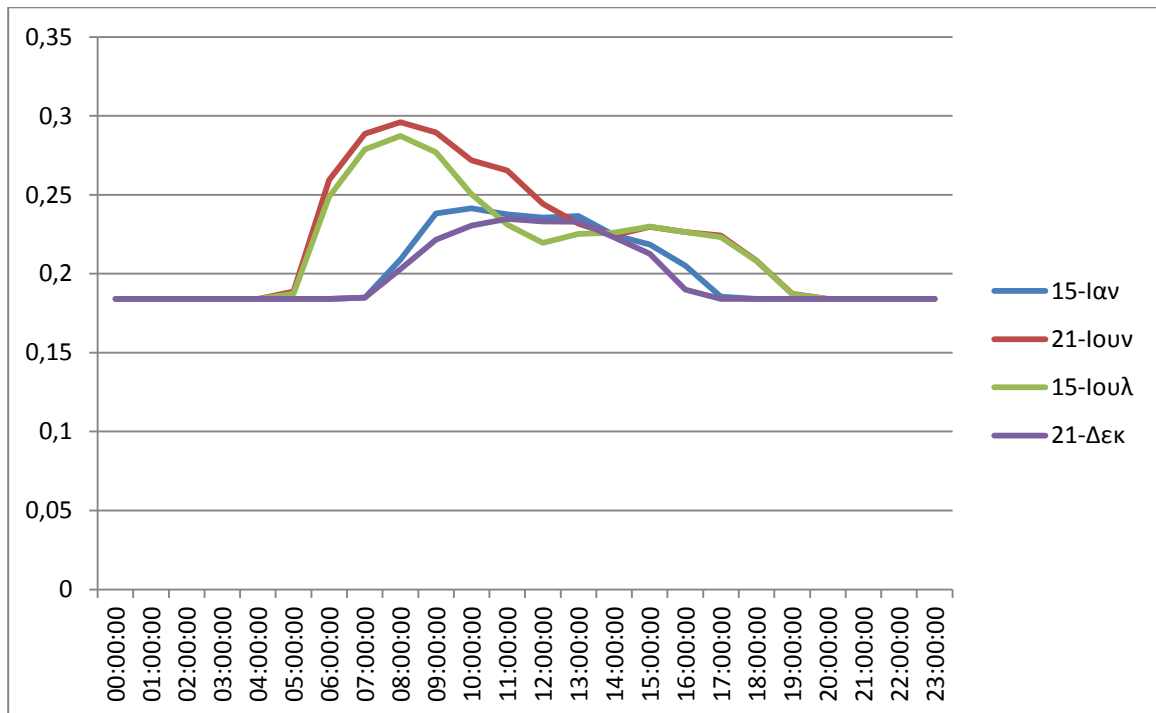
Εικ.5.30 Εισαγωγή του δομικού στοιχείου των περσίδων στην πλατφόρμα του OpenStudio.

5.1.4.1 Αποτελέσματα 1^ο Σεναρίου Σκίασης για τον τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας

Θέση 1 θαλάμου νοσηλείας

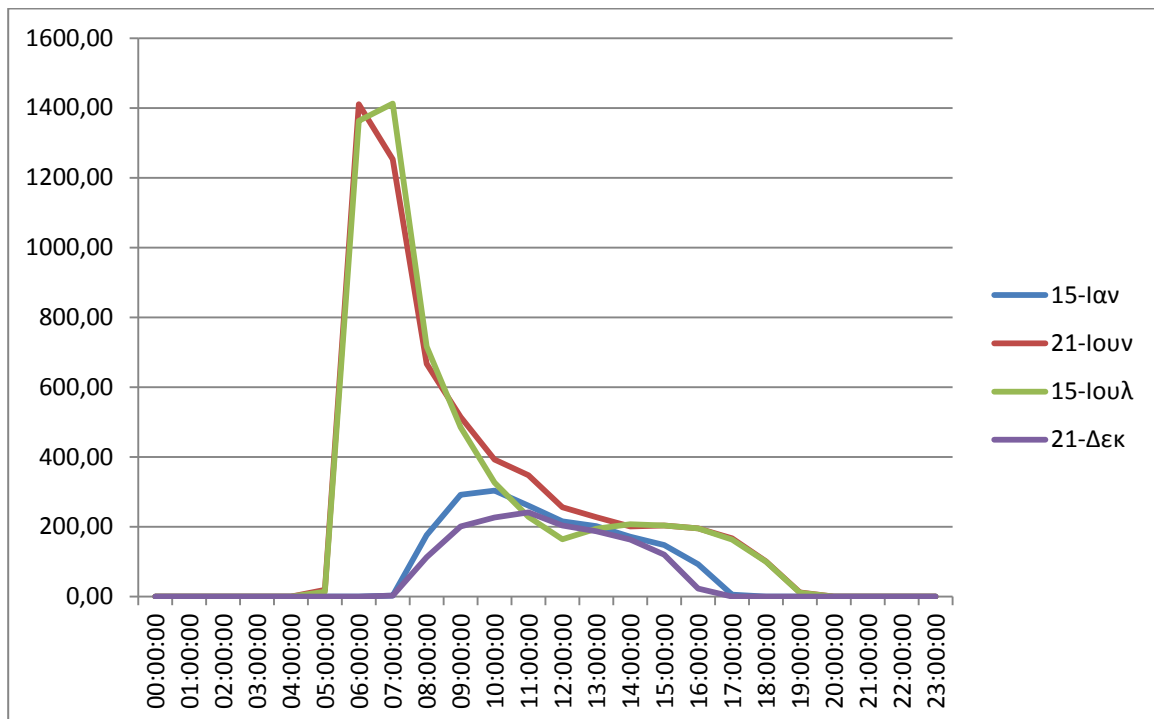


Εικ.5.31 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 1»

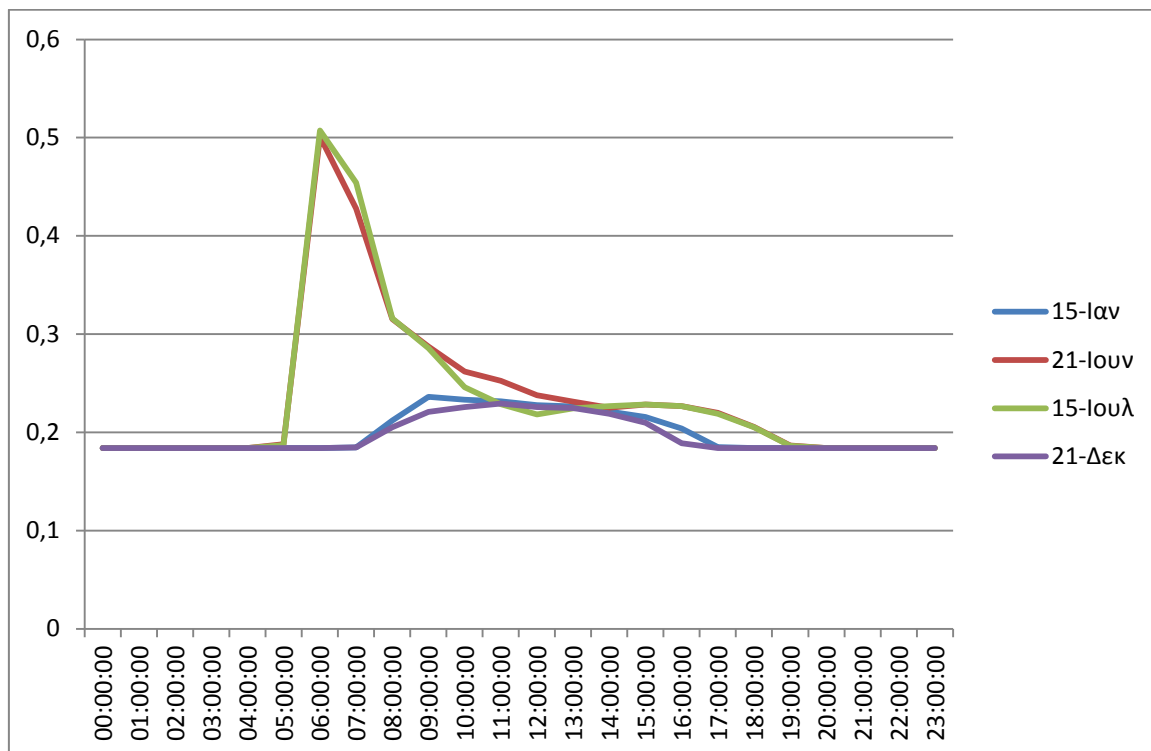


Εικ.5.32 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 1»

Θέση 2 θαλάμου νοσηλείας

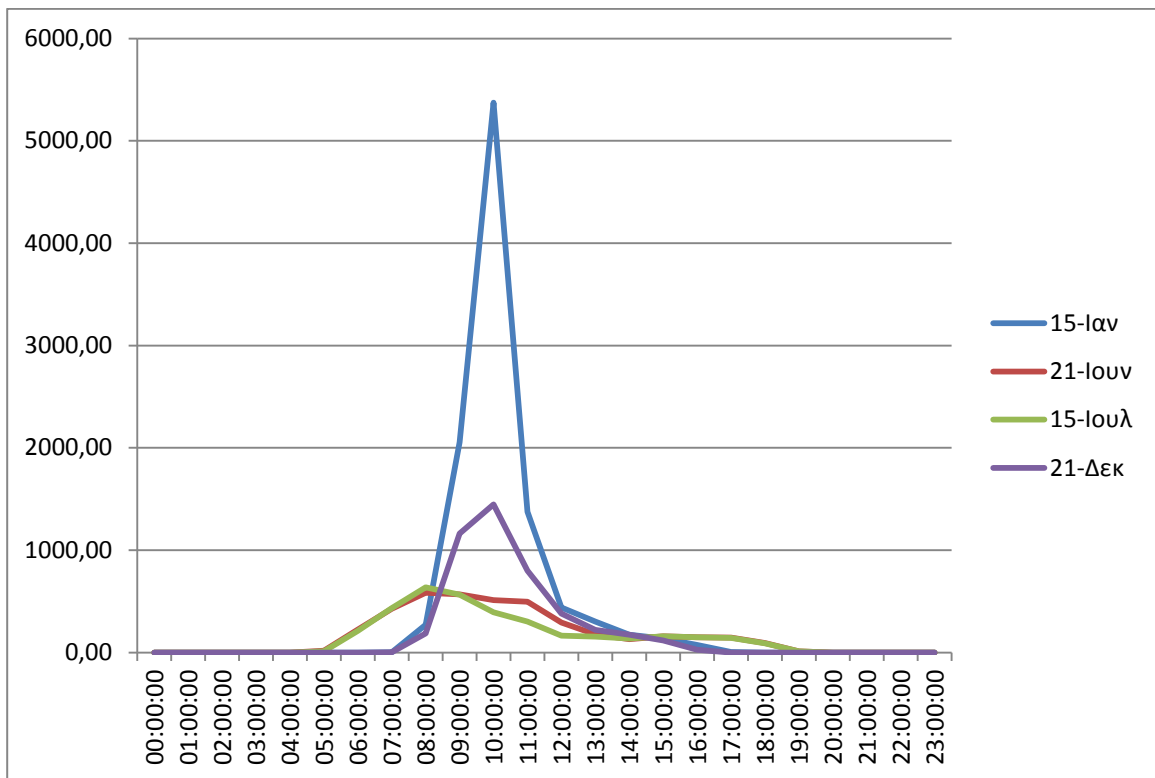


Εικ.5.33 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 2»

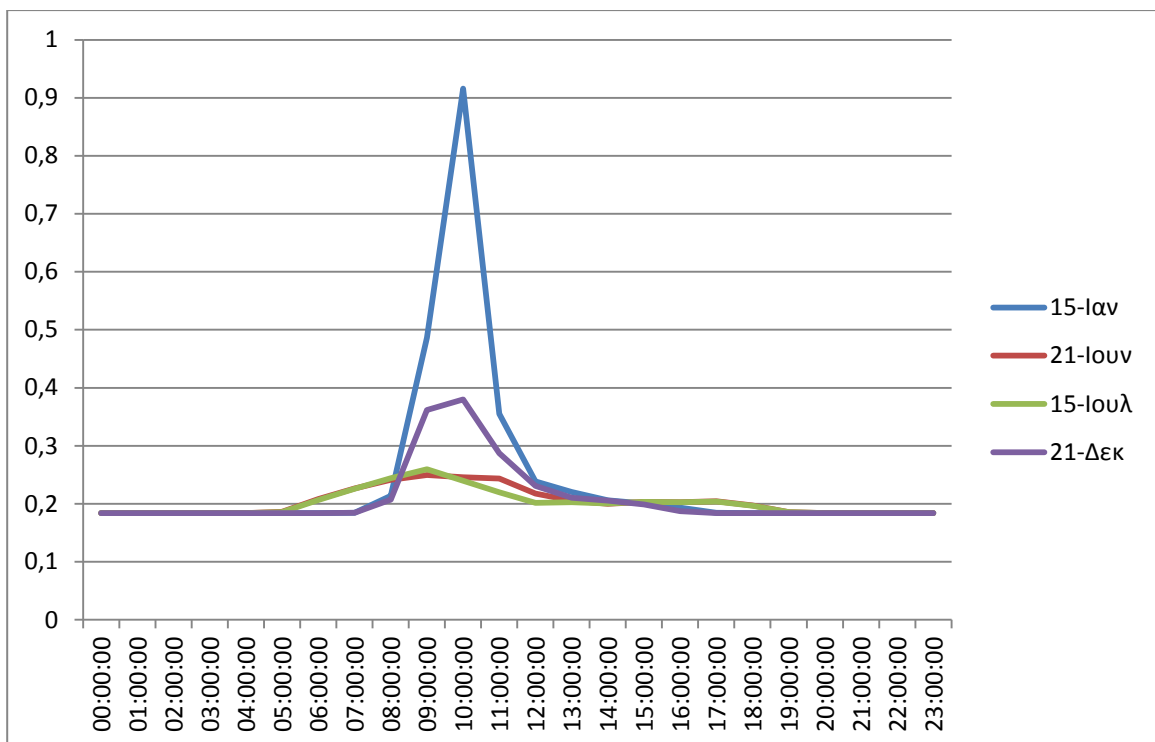


Εικ.5.34 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 2»

Θέση 3 θαλάμου νοσηλείας

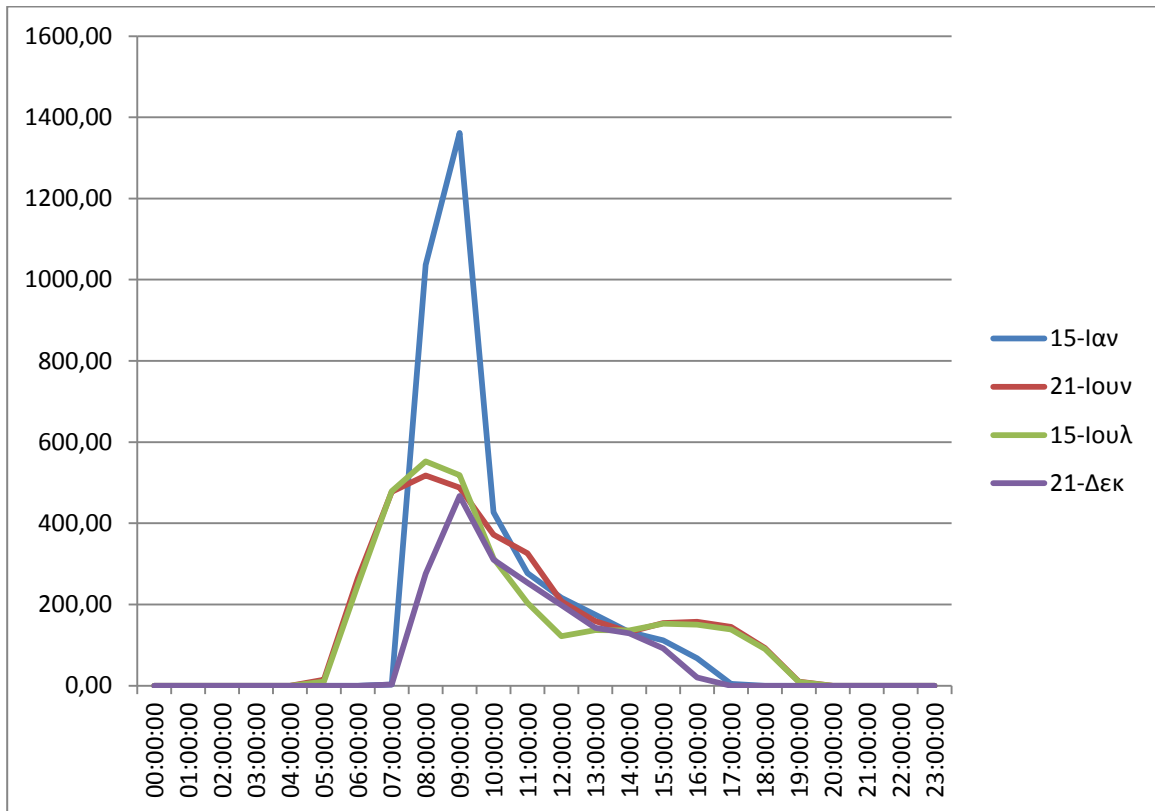


Εικ.5.35 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 3»

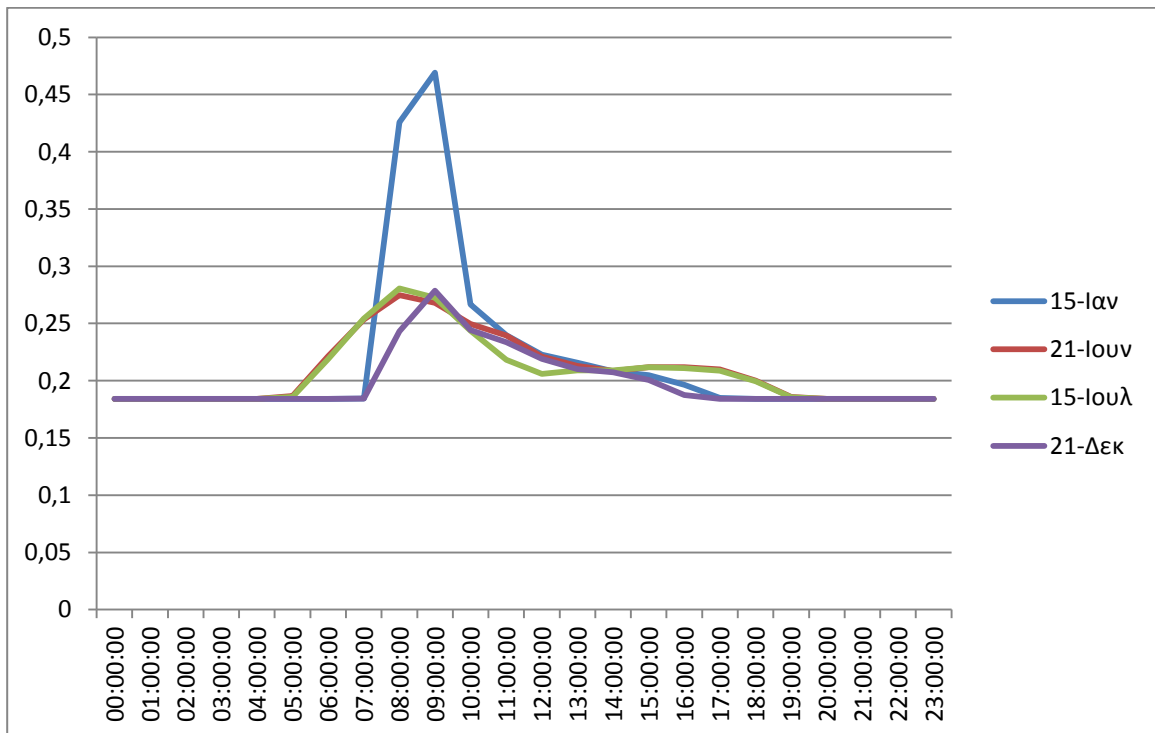


Εικ.5.36 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 3»

Θέση 4 θαλάμου νοσηλείας



Εικ.5.37 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 4»



Εικ.5.38 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 4»

Γενικά συμπεράσματα :

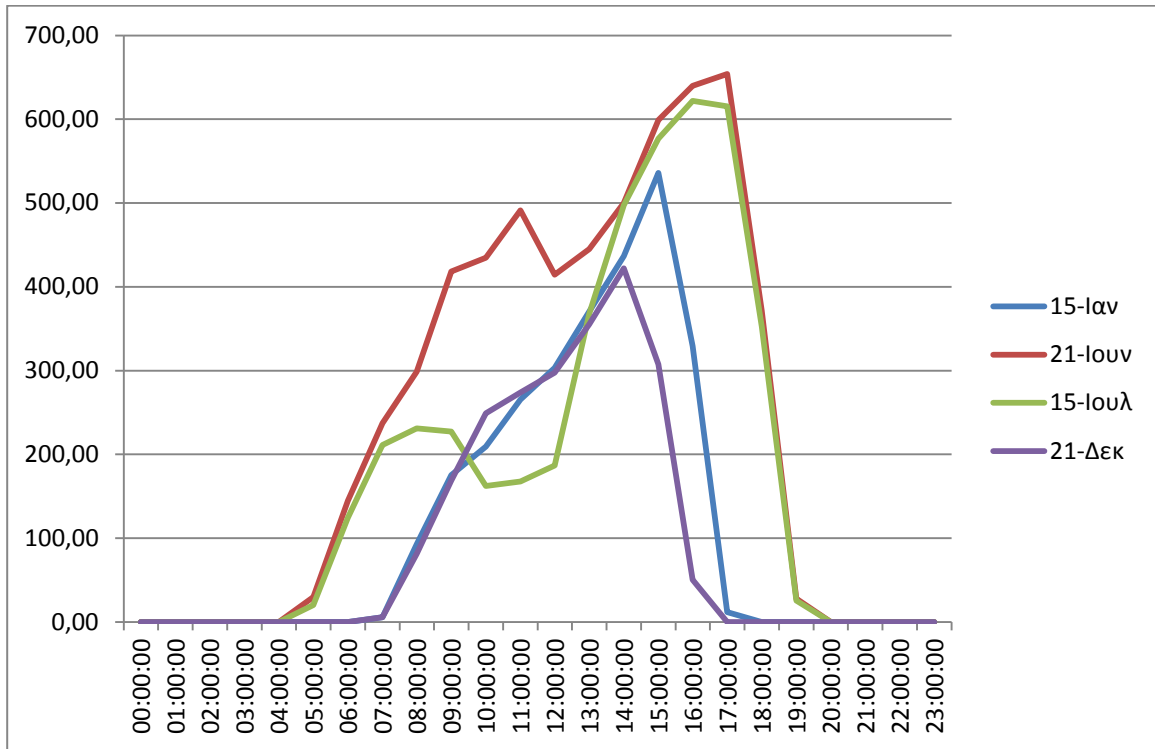
Όπως παρατηρείται στα παραπάνω διαγράμματα, οι αιχμές έντασης φωτισμού και θάμβωσης συνεχίζουν να υπάρχουν για τις συγκεκριμένες ώρες που είδαμε και στην υφιστάμενη κατάσταση, παρουσιάζοντας μια μικρή βελτίωση στις τιμές τους.

Βλέπουμε ότι :

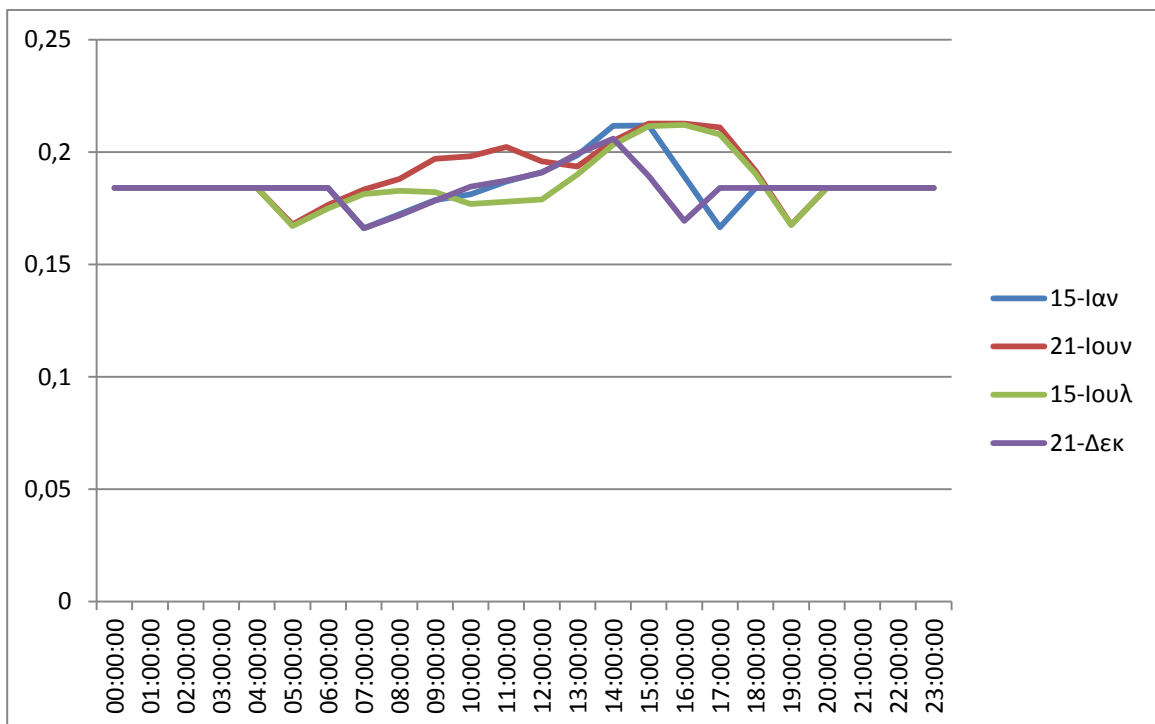
- για την θέση 2 κατά τις πρωινές ώρες 06:00-08:00 τους καλοκαιρινούς μήνες Ιουνίου και Ιουλίου, εξακολουθεί η θάμβωση να υπερβαίνει τα ανεκτά όρια παρά την τοποθέτηση περσίδων σκίασης, με μια μικρή φυσικά βελτίωση.
- για την θέση 3 κατά τις πρωινές ώρες 09:00-11:00 τους χειμερινούς μήνες Ιανουαρίου και Δεκεμβρίου, η θάμβωση παραμένει σε υψηλά επίπεδα, με μια μικρή επίδραση προς όφελος της σκίασης, λόγω του συστήματος σκίασης που χρησιμοποιήθηκε
- για την θέση 4 για το χρονικό διάστημα 08:00-09:00 κατά τον μήνα Ιανουάριο μόνο παραμένει η τιμή της θάμβωσης σε επίπεδο λίγο υψηλότερο από το ανεκτό όριο, και σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση παρουσιάζεται κι εδώ μια αρκετά μικρή μείωση των τιμών έντασης φωτισμού και θάμβωσης, λόγω του συστήματος σκίασης.

5.1.4.2 Αποτελέσματα 1^ο Σεναρίου Σκίασης για τα γραφεία ιατρών

Γραφείο 1 (κοντά στο παράθυρο)

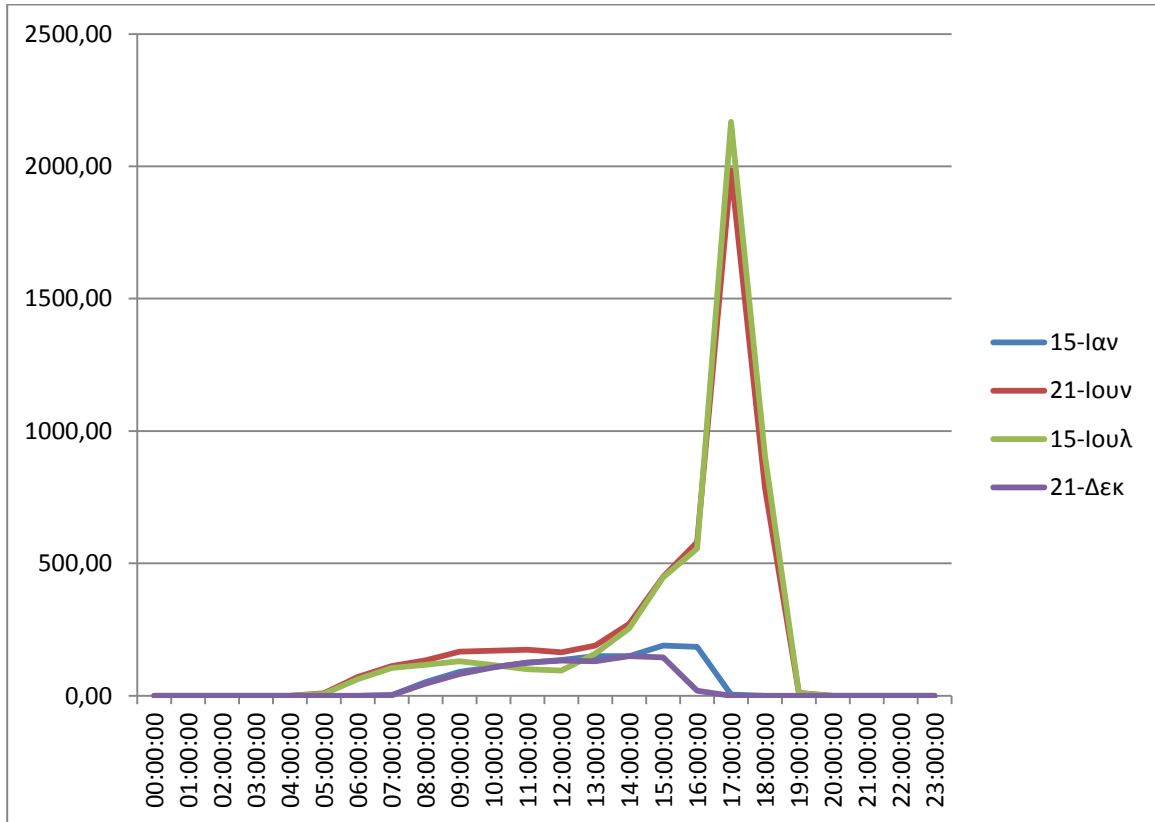


Εικ.5.39 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

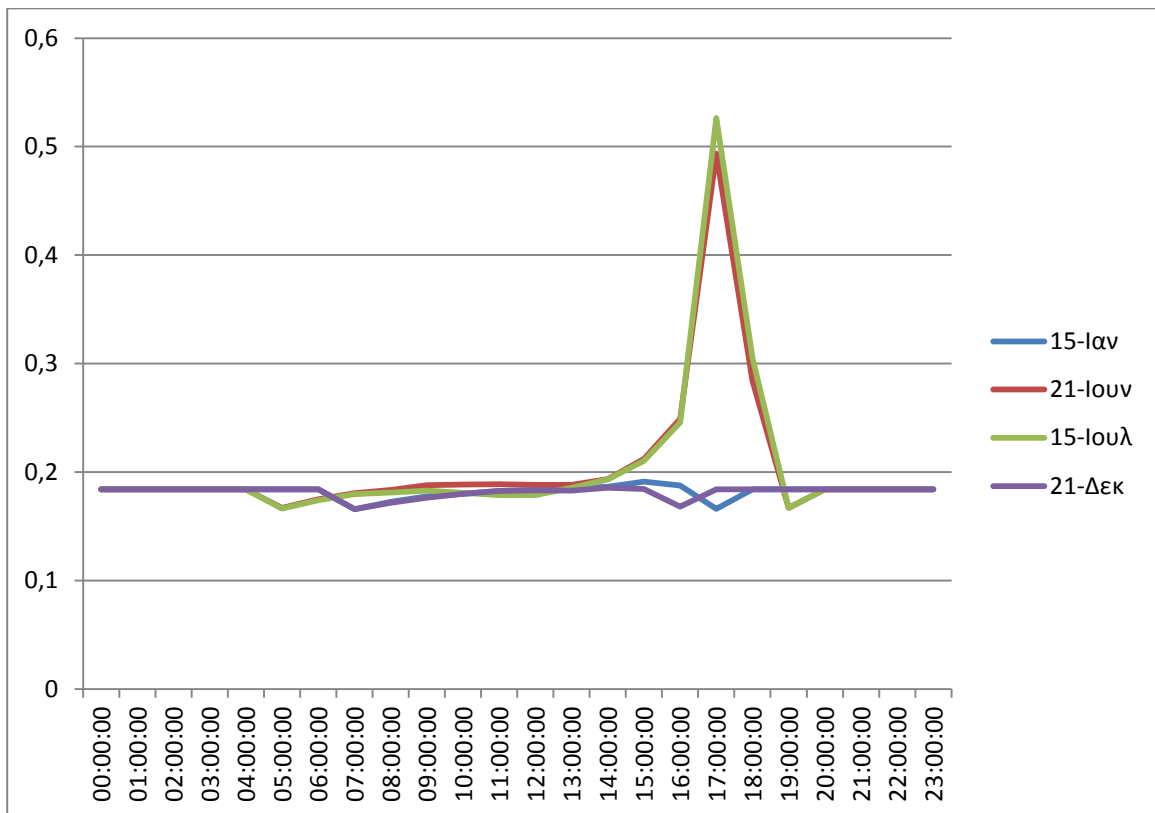


Εικ.5.40 Τιμές θάμβωσης για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

Γραφείο 2 (μακριά από το παράθυρο)



Εικ.5.41 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο



Εικ.5.42 Τιμές θάμβωσης για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο

Ιδιαίτερα μεγάλη αιχμή συνεχίζουμε να βλέπουμε στην ένταση του φωτισμού αλλά και στην θάμβωση (μη ανεκτά όρια) για το γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο κατά τις απογευματινές ώρες 17:00-18:00, τους θερινούς μήνες Ιουνίου και Ιουλίου, με μια ανεπαίσθητη βελτίωση λόγω του συστήματος σκίασης των κατακόρυφων περσίδων.

Για το γραφείο που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο, όλες οι τιμές έντασης φωτισμού και θάμβωσης βρίσκονται σε ικανοποιητικά-φυσιολογικά επίπεδα.

5.1.4.3 Δυναμικοί Δείκτες Φυσικού Φωτός θαλάμου νοσηλείας και γραφείων ιατρών για το 1^ο Σενάριο Σκίασης

	ΤΕΤΡΑΚΛΙΝΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ			ΓΡΑΦΕΙΟ 1(κοντά στο παράθυρο)			ΓΡΑΦΕΙΟ 2(μακριά από το παράθυρο)		
ΔΕΙΚΤΕΣ									
ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,58	2729	4685	0,52	2342	4485	0,45	2019	4485
ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,76	3578	4685	0,74	3321	4485	0,7	3119	4485
ΩΦΕΛΙΜΟΥ ΦΦ	0,75	3578	4685	0,77	3321	4485	0,76	3119	4485

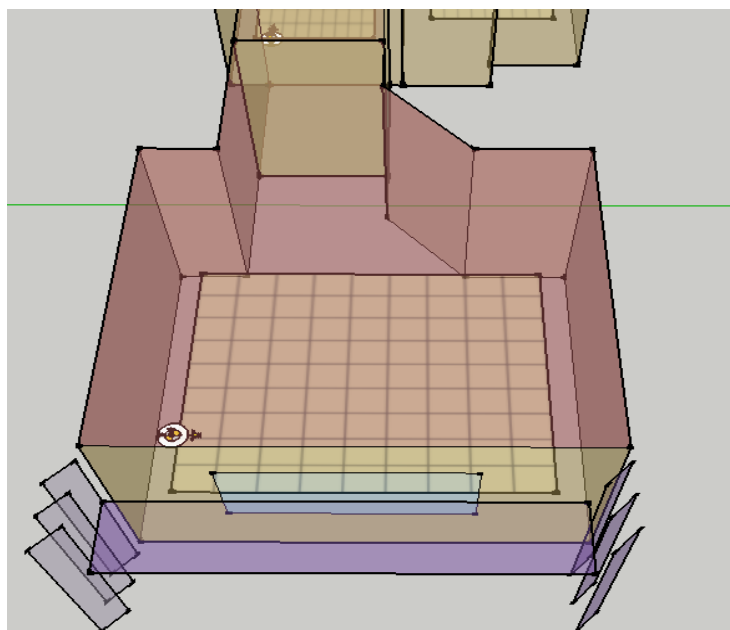
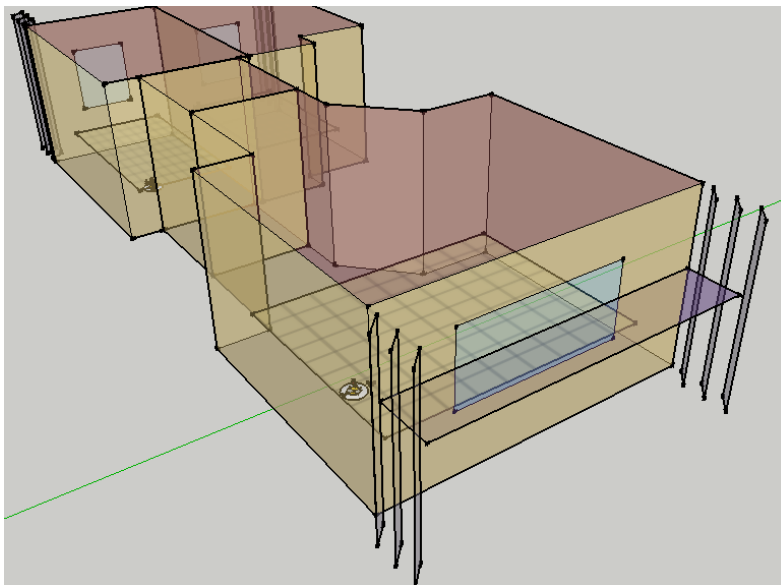
Εικ.5.43 Πίνακας των δεικτών απόδοσης ΦΦ θαλάμου και γραφείων ιατρών για το 1^ο σενάριο σκίασης

Όπως ήταν αναμενόμενο οι δυναμικοί δείκτες φυσικού φωτισμού για τον θάλαμο νοσηλείας αλλά και για τα γραφεία ιατρών παρουσιάζουν μικρότερες τιμές απ ότι στην υφιστάμενη κατάσταση. Αυτό οφείλεται στην μείωση των επιπέδων έντασης φυσικού φωτισμού λόγω του συστήματος σκίασης των κατακόρυφων περσίδων που χρησιμοποιήθηκαν.

5.1.5 2^ο Σενάριο Σκίασης

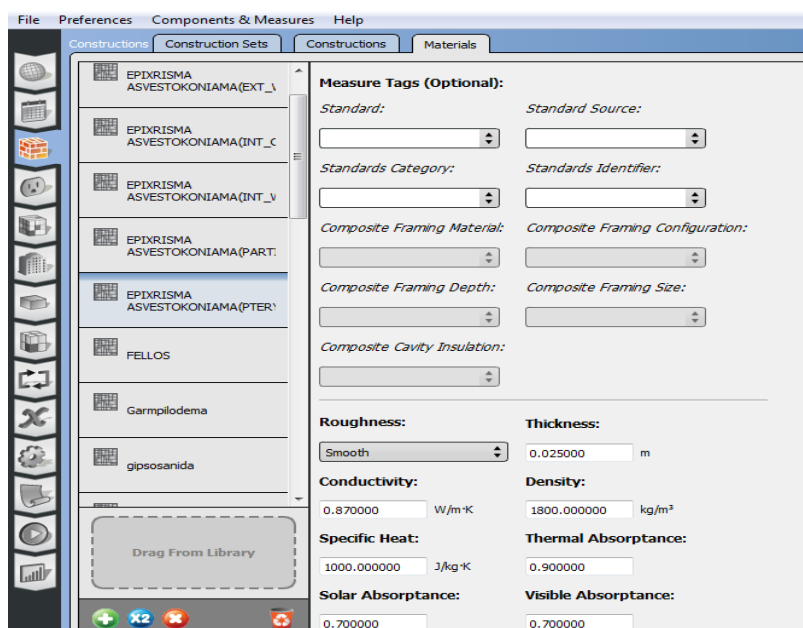
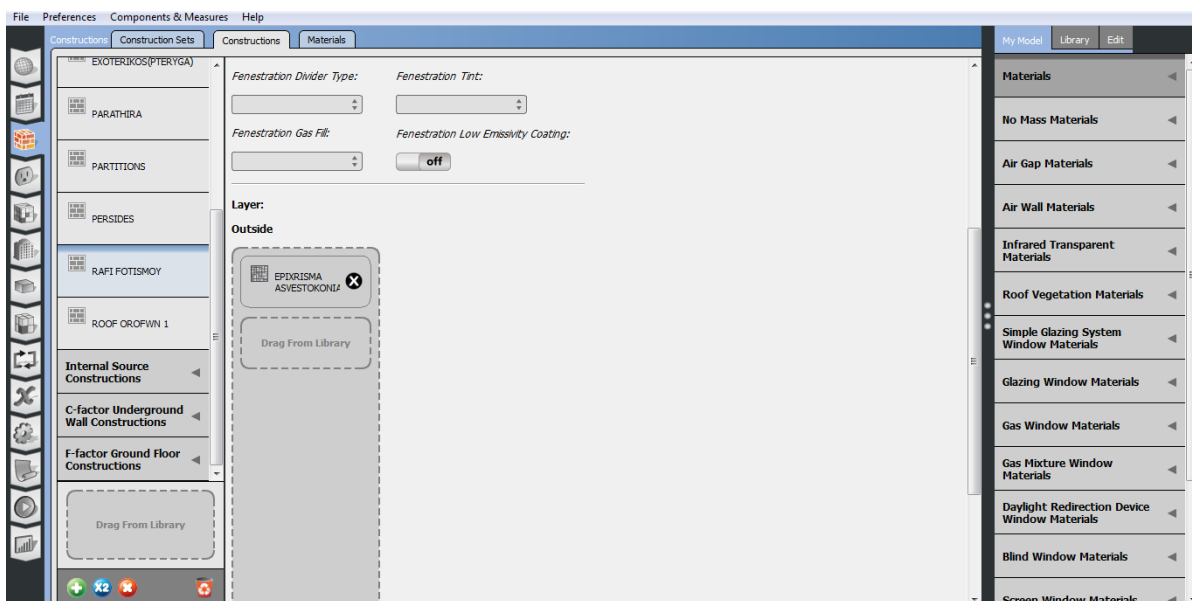
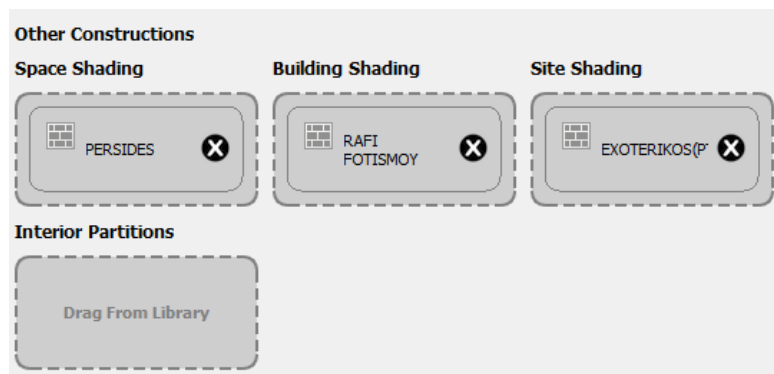
Για το δεύτερο σενάριο σκίασης εξετάστηκε η περίπτωση τοποθέτησης τριών εξωτερικών, κατακόρυφων περσίδων για κάθε μια από τις δύο μπροστινές ακμές της όψης του θαλάμου (όπως στο προηγούμενο σενάριο σκίασης) και οριζόντιο, εξωτερικό ράφι φωτισμού, εξωτερικά του παραθύρου του θαλάμου νοσηλείας. Οι κατακόρυφες περσίδες έχουν ύψος 3,40μ (όσο το ύψος του ορόφου), πλάτος 0,433μ η καθεμία και κλίση 45° και το ράφι φωτισμού έχει μήκος 5,77μ , πλάτος 1μ και τοποθετήθηκε σε ύψος 2,30μ από την βάση του ορόφου, όπως φαίνονται στις παρακάτω εικόνες. Το σύστημα σκίασης τοποθετήθηκε σε απόσταση 0,20μ από την όψη του θαλάμου νοσηλείας.

Μελετήθηκαν οι ίδιες τέσσερις θέσεις και για τις ίδιες τέσσερις ημερομηνίες, όπως στην υφιστάμενη κατάσταση και στο πρώτο σενάριο σκίασης.



Εικ.5.45 Θάλαμος νοσηλείας με εξωτερικές, κατακόρυφες περσίδες σκίασης και οριζόντιο ράφι φωτισμού στο σχεδιαστικό πρόγραμμα Sketch_up.

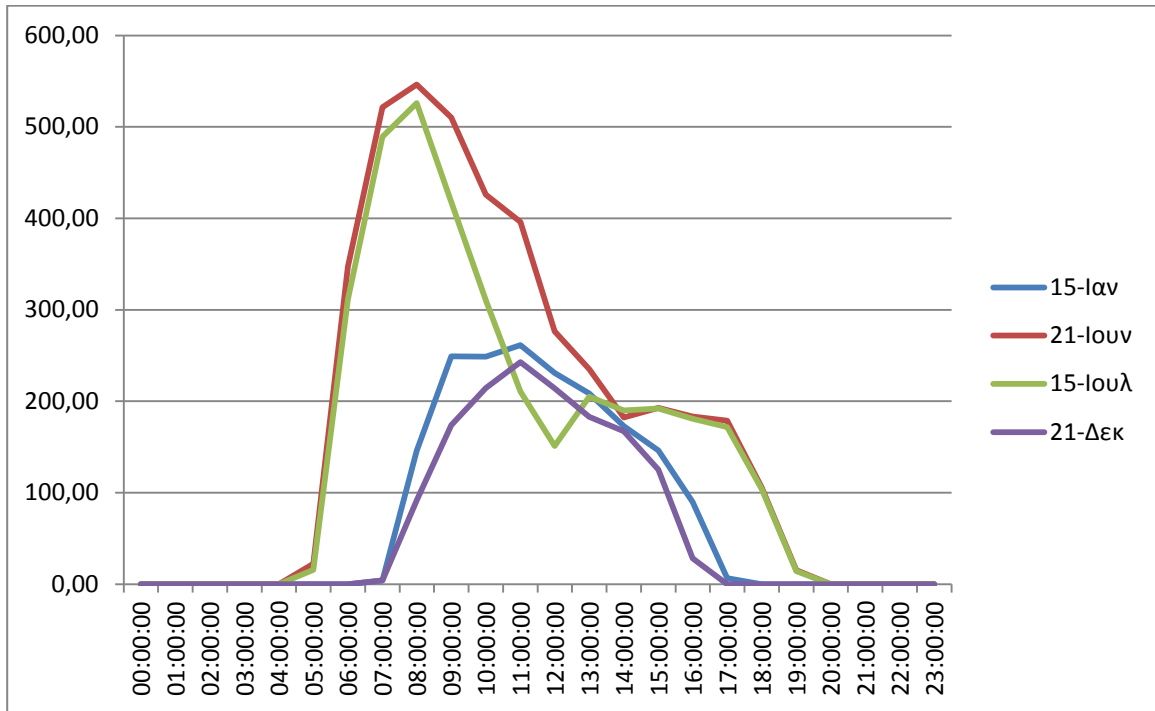
Επί πρόσθετα, εισήχθησαν στην πλατφόρμα του OpenStudio τα δομικά στοιχεία που αντιπροσωπεύουν τις περσίδες (όπως πριν) και το ράφι φωτισμού, καθώς και τα υλικά με τις ιδιότητές τους, που τα απαρτίζουν, όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



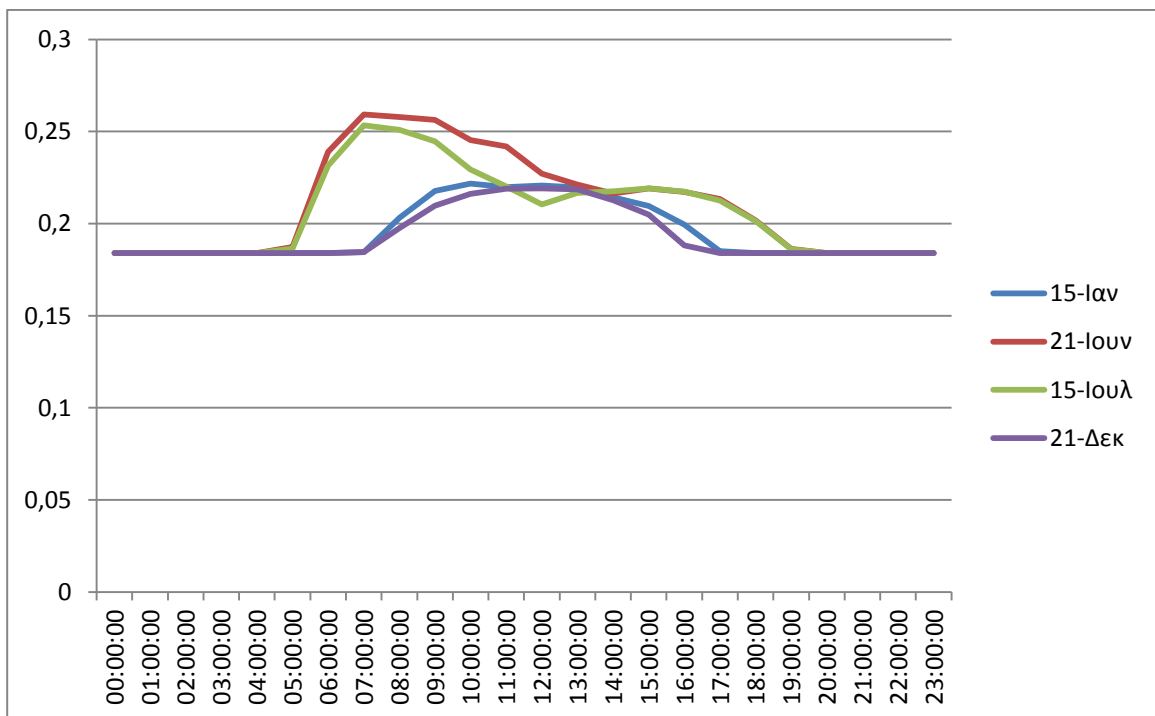
Εικ.5.46 Εισαγωγή για το δομικό στοιχείο ράφι φωτισμού στην πλατφόρμα του OpenStudio.

5.1.5.1 Αποτελέσματα 2^{οδ} Σεναρίου Σκίασης για τον τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας

Θέση 1 θαλάμου νοσηλείας

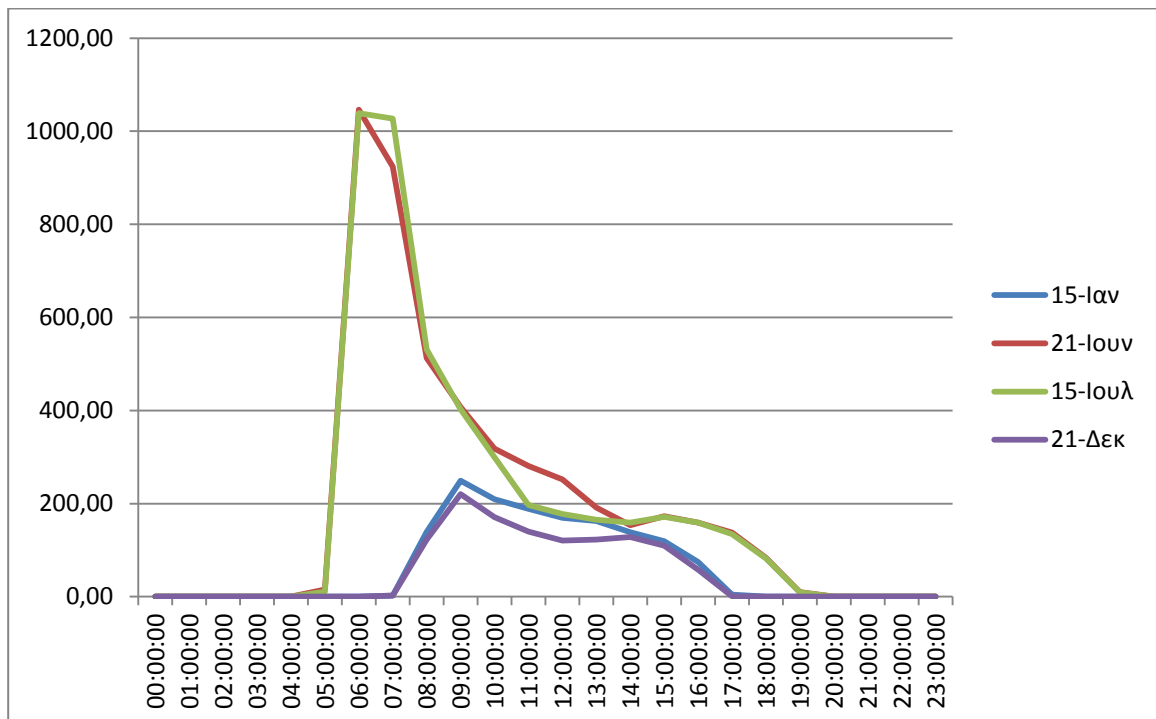


Εικ.5.47 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 1»

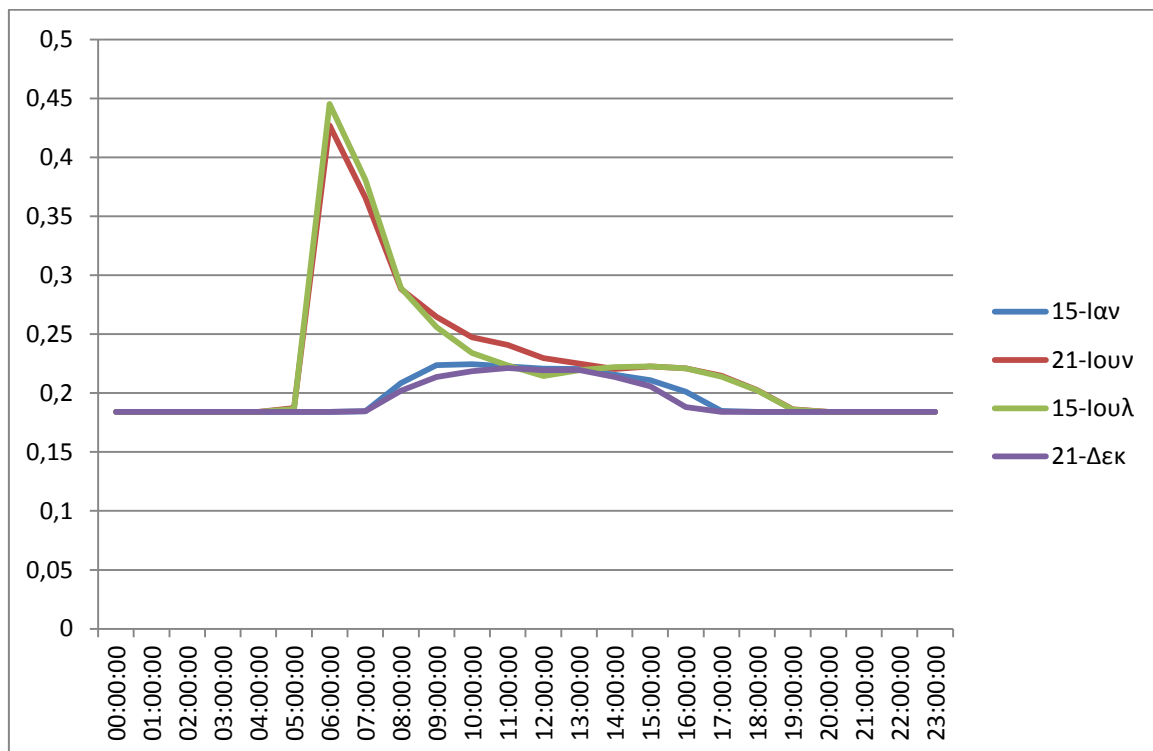


Εικ.5.48 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 1»

Θέση 2 θαλάμου νοσηλείας

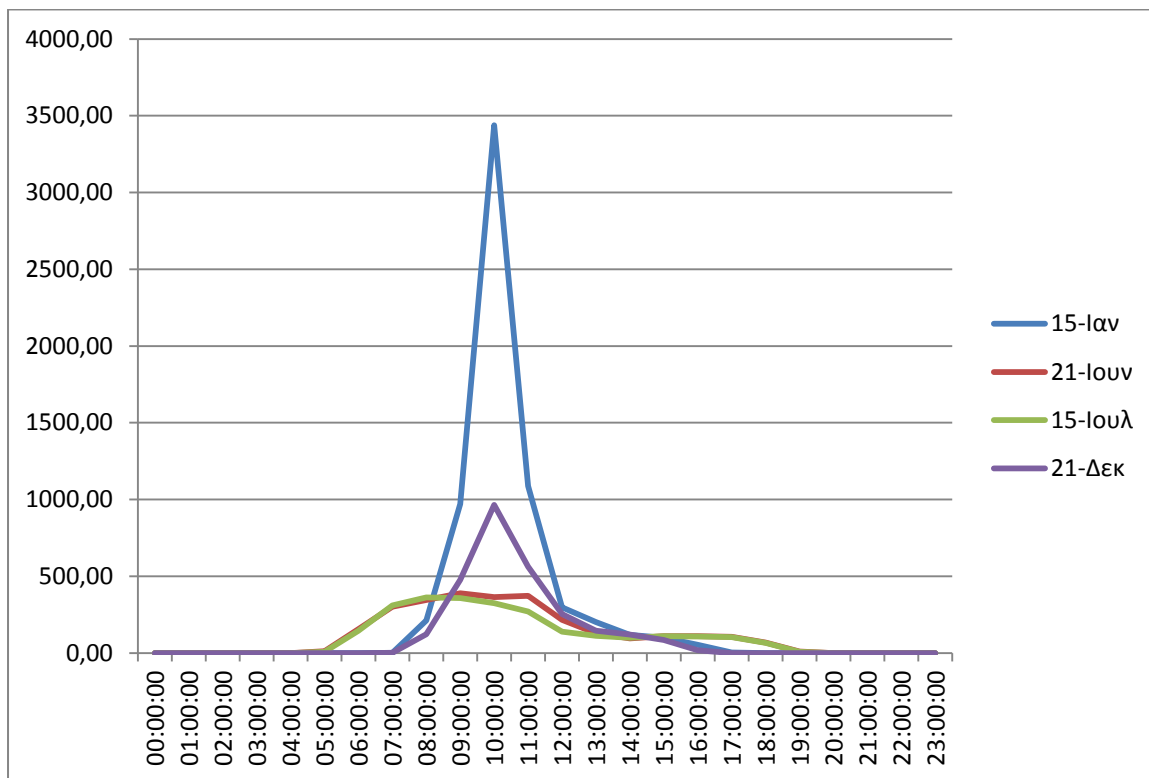


Εικ.5.49 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 2»

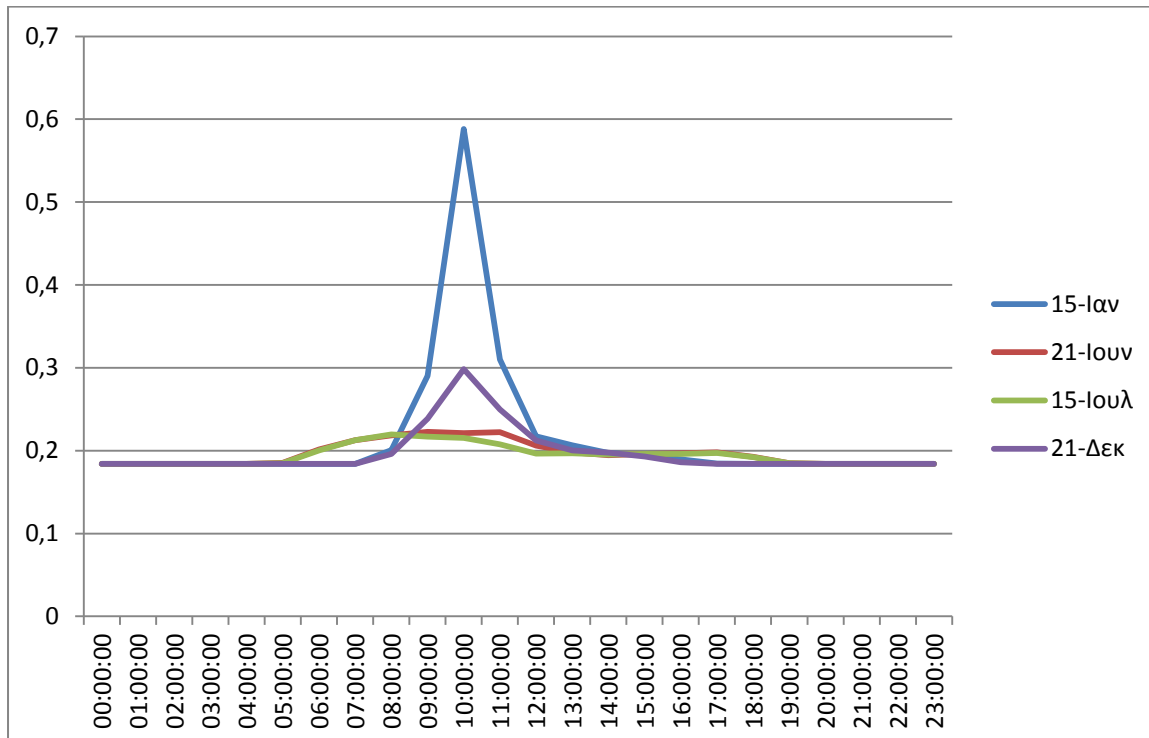


Εικ.5.50 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 2»

Θέση 3 θαλάμου νοσηλείας

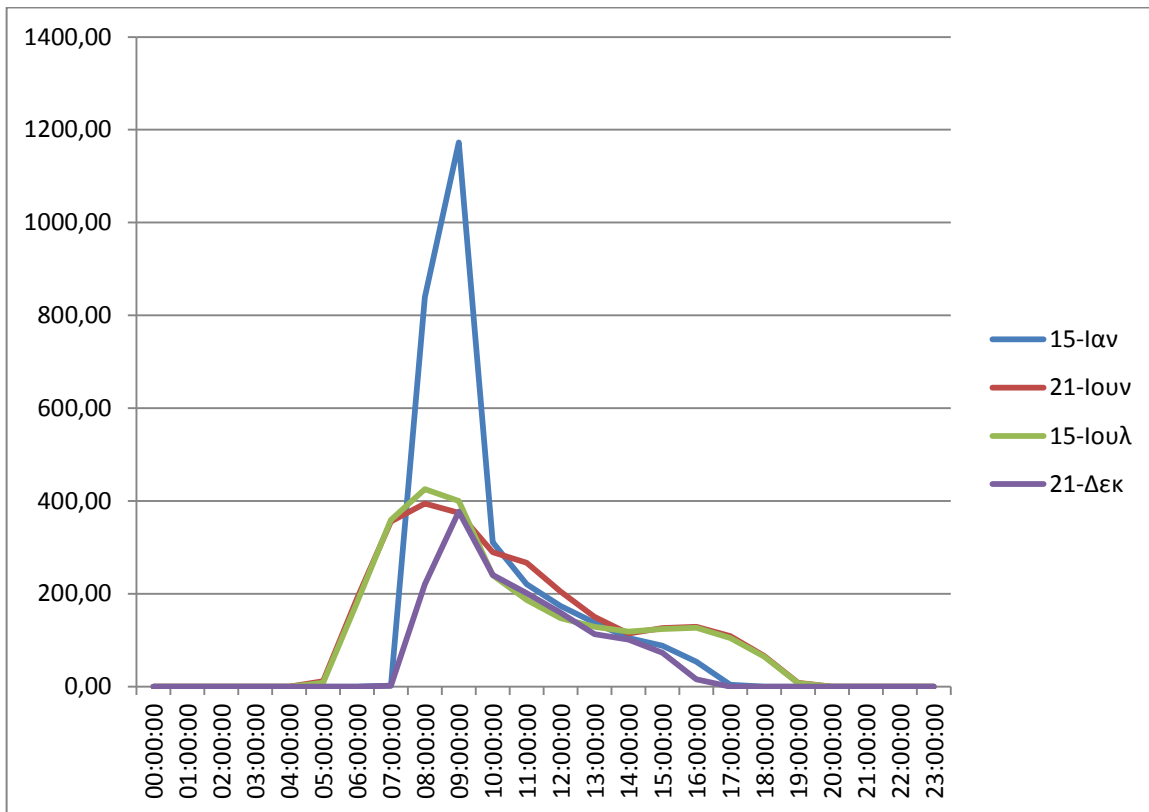


Εικ.5.51 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 3»

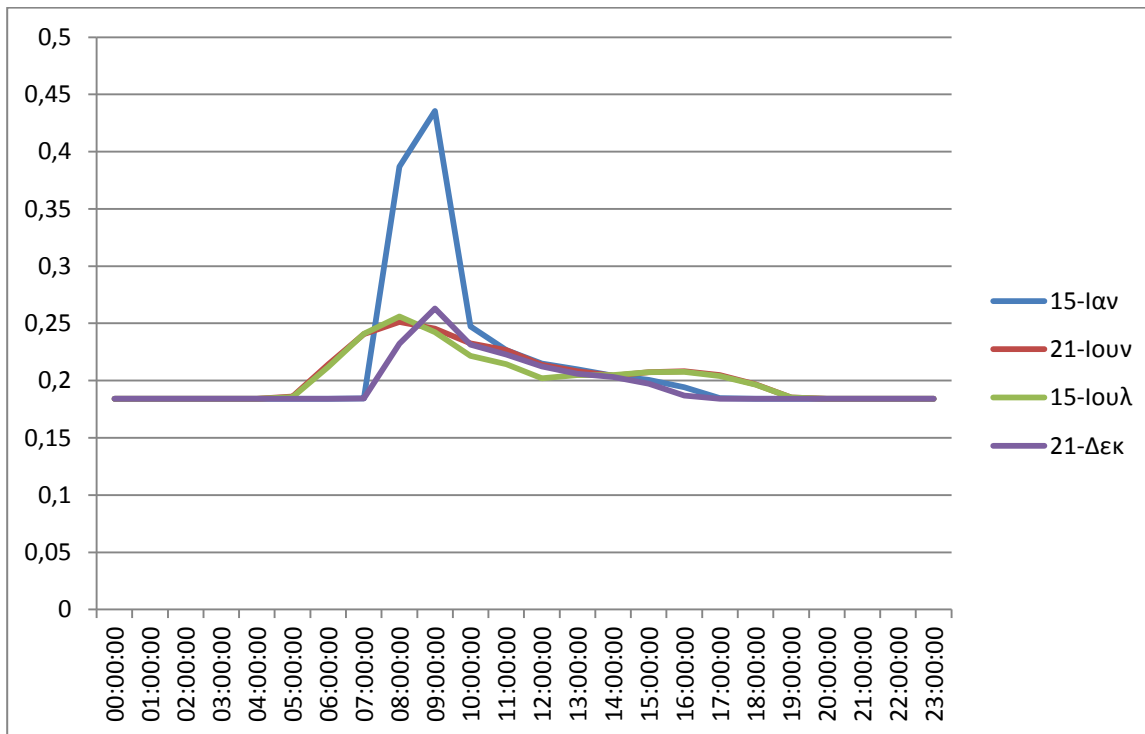


Εικ.5.52 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 3»

Θέση 4 θαλάμου νοσηλείας



Εικ.5.53 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 4»



Εικ.5.54 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 3»

Γενικά συμπεράσματα :

Όπως παρατηρείται στα παραπάνω διαγράμματα, οι αιχμές έντασης φωτισμού και θάμβωσης συνεχίζουν να υπάρχουν για τις συγκεκριμένες ώρες που είδαμε στην υφιστάμενη κατάσταση και στο πρώτο σενάριο σκίασης, παρουσιάζοντας, όμως, πολύ σημαντική βελτίωση στις τιμές τους.

Βλέπουμε ότι :

- για την θέση 2 κατά τις πρωινές ώρες 06:00-07:00 τους καλοκαιρινούς μήνες Ιουνίου και Ιουλίου, εξακολουθεί η θάμβωση να υπερβαίνει τα ανεκτά όρια παρά την τοποθέτηση περσίδων σκίασης και ραφιού φωτισμού, ωστόσο υπάρχει αισθητή βελτίωση.
- για την θέση 3 κατά τις πρωινές ώρες 09:00-11:00 τους χειμερινούς μήνες Ιανουαρίου και Δεκεμβρίου, η θάμβωση παραμένει, με αρκετά μεγάλη μείωση των τιμών της όμως.
- για την θέση 4 για το χρονικό διάστημα 08:00-09:00 κατά τον μήνα Ιανουάριο μόνο παραμένει η τιμή της θάμβωσης σε επίπεδο λίγο υψηλότερο από το ανεκτό όριο, και σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση παρουσιάζεται κι εδώ μια μείωση των τιμών έντασης φωτισμού και θάμβωσης, λόγω του συστήματος σκίασης περσίδων και ραφιού φωτισμού.

5.1.5.2 Δυναμικοί Δείκτες Φυσικού Φωτός θαλάμου νοσηλείας και γραφείων ιατρών για το 2^ο Σενάριο Σκίασης

	ΤΕΤΡΑΚΛΙΝΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ		
ΔΕΙΚΤΕΣ			
ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,45	2116	4685
ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,7	3265	4685
ΩΦΕΛΙΜΟΥ ΦΦ	0,74	3265	4685

Εικ.5.55 Πίνακας των δεικτών απόδοσης ΦΦ θαλάμου νοσηλείας για το 2^ο σενάριο σκίασης

Όπως ήταν αναμενόμενο οι δυναμικοί δείκτες φυσικού φωτισμού για τον θάλαμο νοσηλείας παρουσιάζουν μικρότερες τιμές απ ότι στην υφιστάμενη κατάσταση αλλά και από το πρώτο σενάριο σκίασης. Αυτό οφείλεται στην μείωση των επιπέδων έντασης φυσικού φωτισμού λόγω του συστήματος σκίασης των κατακόρυφων περσίδων συν το ράφι φωτισμού, που χρησιμοποιήθηκαν.

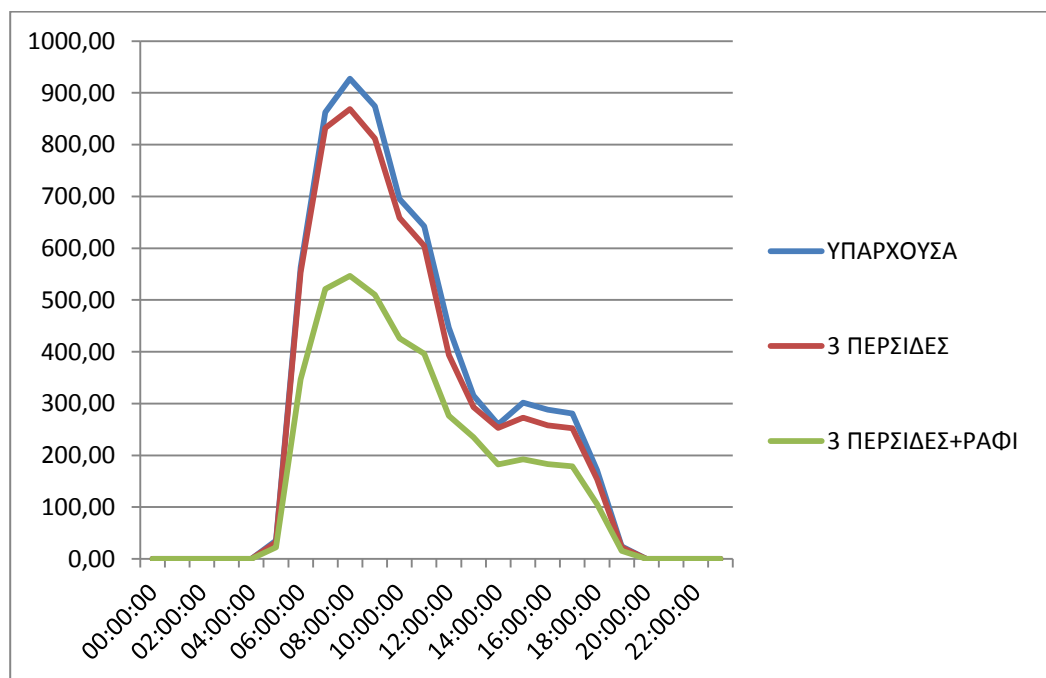
5.1.6 Σύγκριση αποτελεσμάτων για την υπάρχουσα κατάσταση και τα δύο σενάρια σκίασης που εξετάστηκαν

Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά και με την μορφή διαγραμμάτων η επίδραση των βελτιωτικών σεναρίων σκίασης που εξετάστηκαν, σε σχέση με την υπάρχουσα κατάσταση για τον τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας και τα γραφεία ιατρών.

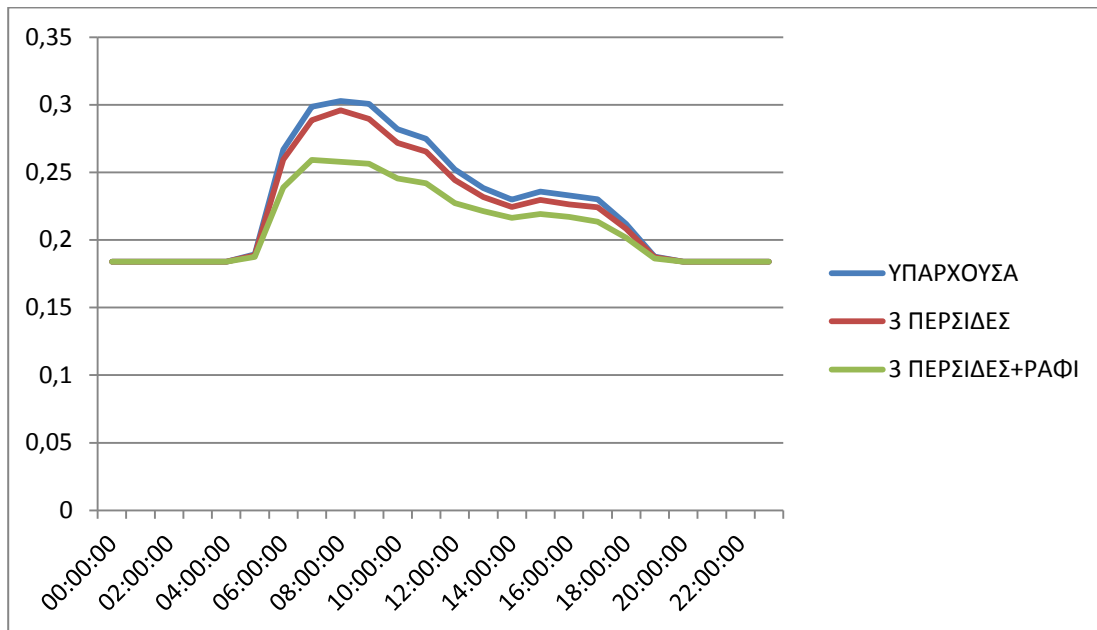
5.1.6.1 Τετράκλινος θάλαμος νοσηλείας

Στα διαγράμματα που ακολουθούν φαίνεται για κάθε μία από τις τέσσερις εξεταζόμενες θέσεις, για την ημερομηνία που παρουσιάζεται εντονότερη δυσφορία σε κάθε μία από αυτές αντίστοιχα, η συμβολή των συστημάτων σκίασης κάθε σεναρίου.

Θέση 1 θαλάμου νοσηλείας – 21 Ιουνίου

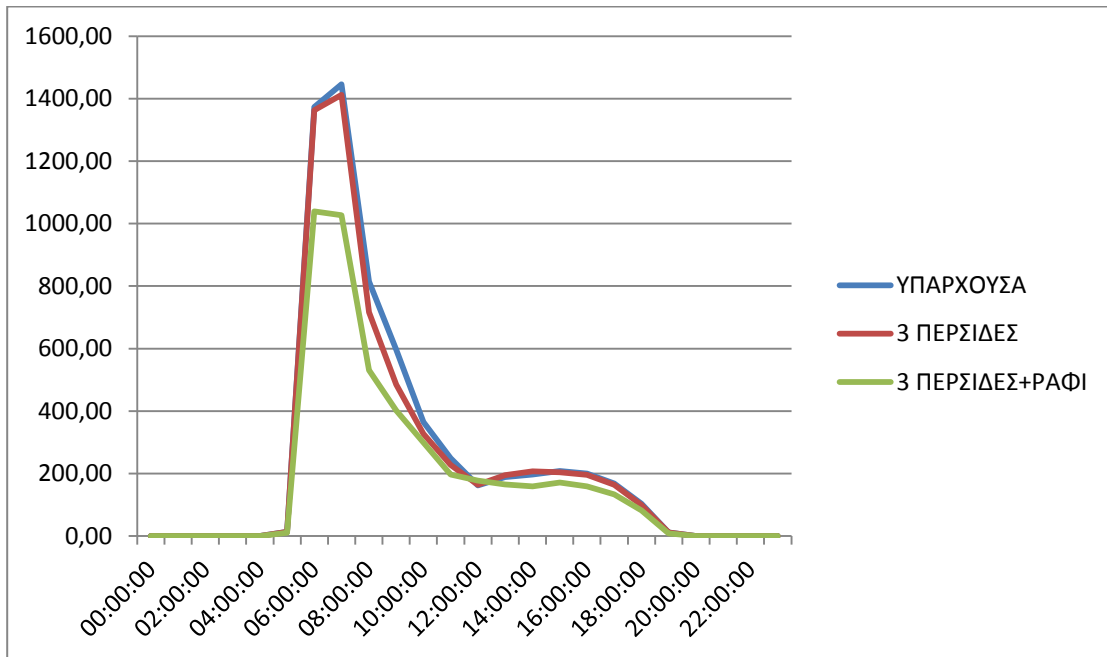


Εικ.5.56 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 1» την 21^η Ιουνίου

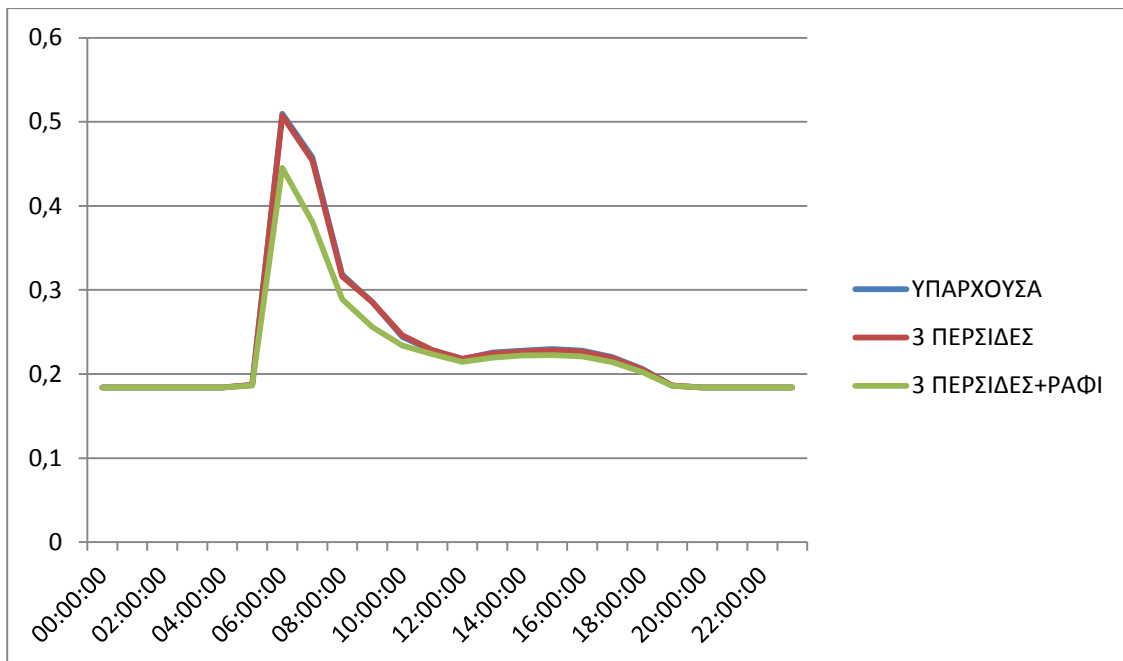


Εικ.5.57 Τιμές Θάμβωσης στη «Θέση 1» την 21^η Ιουνίου

Θέση 2 θαλάμου νοσηλείας – 15 Ιουλίου

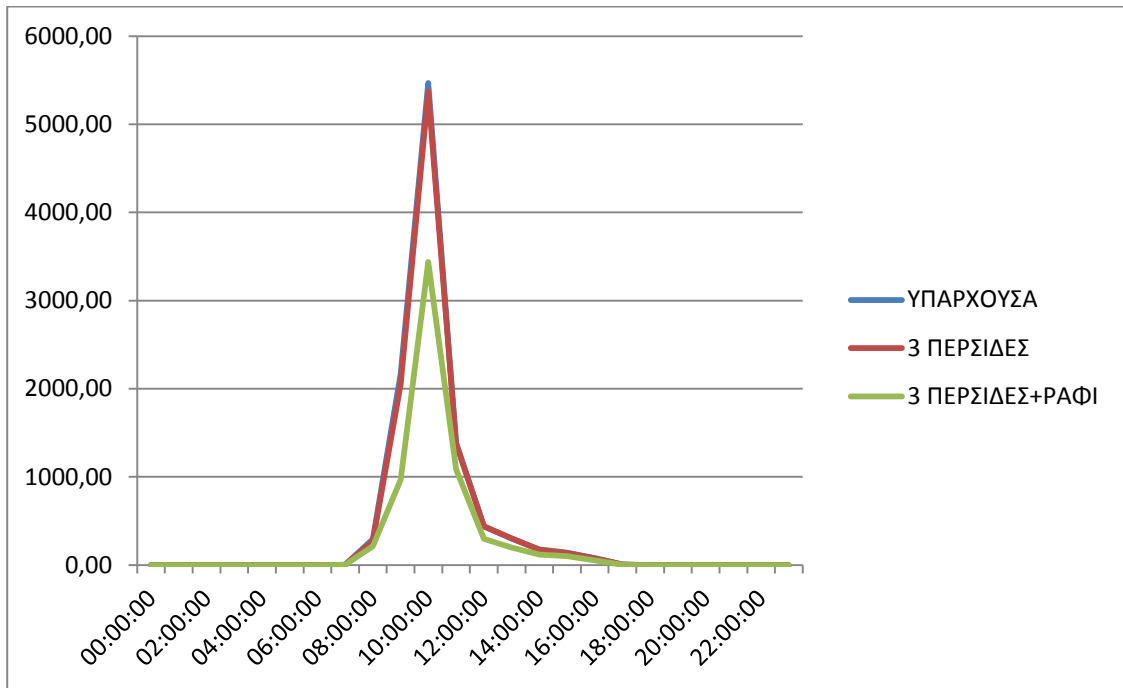


Εικ.5.58 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 2» την 15^η Ιουλίου

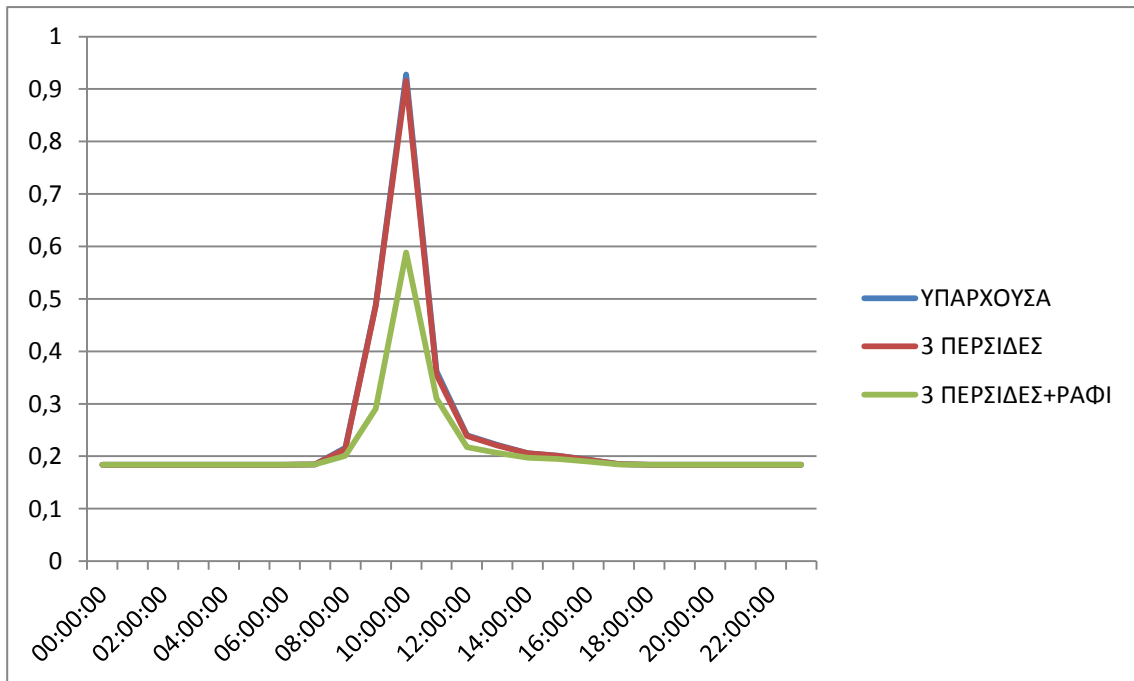


Εικ.5.59 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 2» την 15^η Ιουλίου

Θέση 3 θαλάμου νοσηλείας – 15 Ιανουαρίου

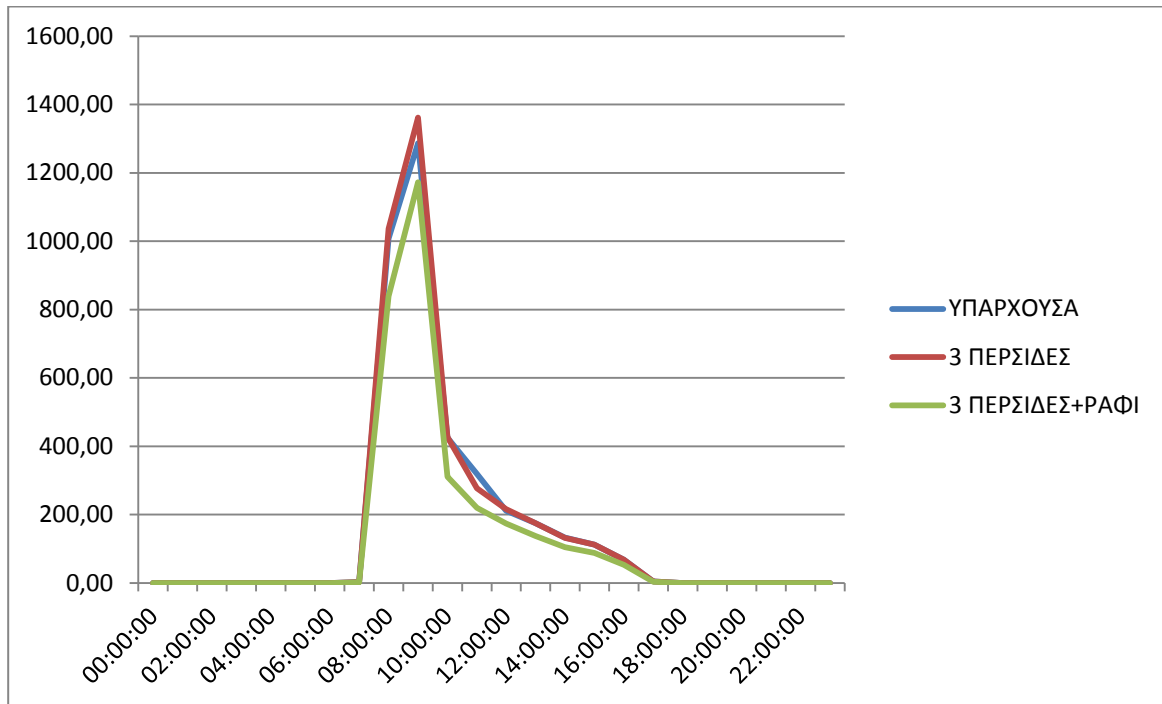


Εικ.5.60 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 3» την 15^η Ιανουαρίου

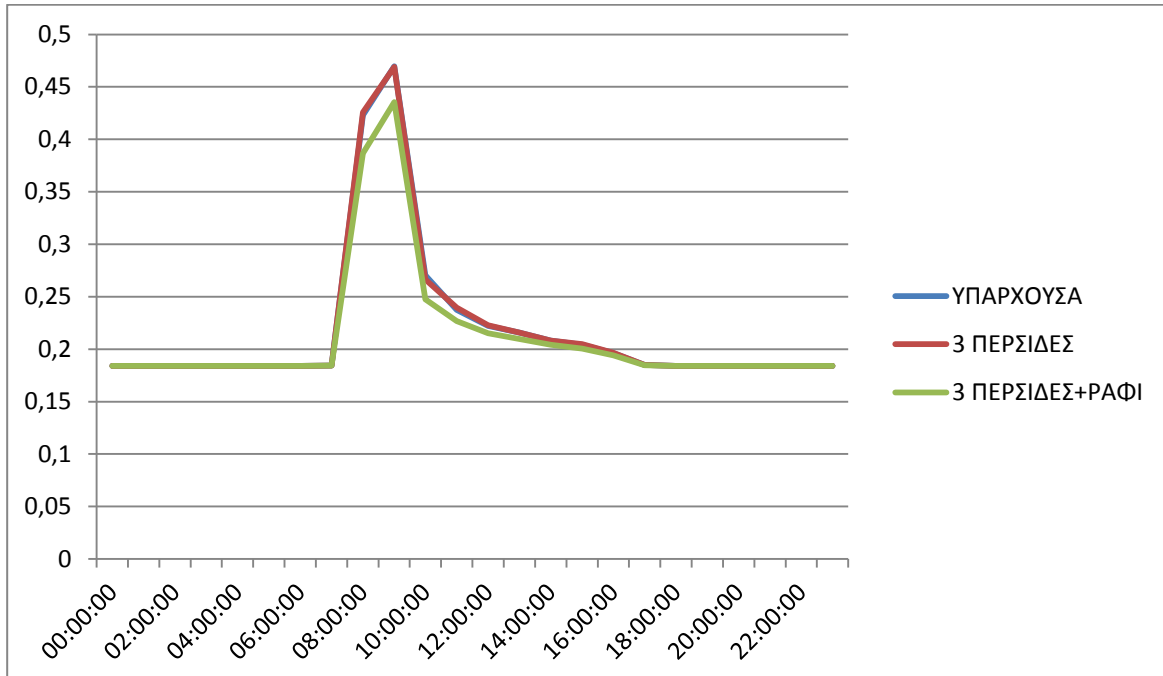


Εικ.5.61 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 3» την 15^η Ιανουαρίου

Θέση 4 θαλάμου νοσηλείας – 15 Ιανουαρίου



Εικ.5.62 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 4» την 15^η Ιανουαρίου



Εικ.5.63 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 4» την 15^η Ιανουαρίου

Συμπεράσματα :

- Για την θέση 1 παρουσιάζεται αρκετά μεγάλη μείωση των επιπέδων έντασης φωτισμού και θάμβωσης για καθένα από τα δύο σενάρια σκίασης, με πολύ σημαντική βελτίωση κατά τις πρωινές ώρες 07:00 – 12:00 .
- Για την θέση 2 , κατά τις πρωινές ώρες 06:00 – 08:00 βλέπουμε την μεγάλη πτώση των τιμών στην ένταση φωτισμού και στην θάμβωση με την τοποθέτηση του ραφιού φωτισμού, όχι όμως και με την τοποθέτηση κατακόρυφων περσίδων σκίασης.
- Για την θέση 3 , παρατηρούμε αντίστοιχη συμπεριφορά , με τεράστια διαφορά τιμών μετά την τοποθέτηση του ραφιού φωτισμού και αμελητέα βελτίωση μετά την τοποθέτηση των κατακόρυφων περσίδων σκίασης, κατά τις πρωινές, κυρίως, ώρες μεταξύ 09:00 – 11:00.
- Για την θέση 4 , βλέπουμε την μικρότερη πτώση τιμών και για τα δύο σενάρια, σε σχέση με τις υπόλοιπες θέσεις. Αυτό συμβαίνει λόγω της γεωμετρίας του ήλιου και του βάθους στο χώρο που βρίσκεται η εξεταζόμενη θέση.

Γενικά, το ράφι φωτισμού-σκιάστρο, όπως φάνηκε και παραπάνω, δημιουργεί τις κατάλληλες προϋποθέσεις για ευμενέστερες τιμές έντασης φωτισμού και θάμβωσης για όλες τις εξεταζόμενες θέσεις του θαλάμου, ενώ η συμβολή των κατακόρυφων περσίδων σκίασης ήταν ελάχιστη.

Παρακάτω παρατίθενται ο πίνακας σύγκρισης για τους δυναμικούς δείκτες φωτισμού της υπάρχουσας κατάστασης και των σεναρίων σκίασης για τον τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας.

ΔΕΙΚΤΕΣ	ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ			3 ΠΕΡΣΙΔΕΣ			3 ΠΕΡΣΙΔΕΣ + ΡΑΦΙ		
ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,59	2753	4685	0,58	2729	4685	0,45	2116	4685
ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,77	3591	4685	0,76	3578	4685	0,7	3265	4685
ΧΡΗΣΙΜΩΝ ΤΙΜΩΝ ΦΦ	0,75	3591	4685	0,75	3578	4685	0,74	3265	4685

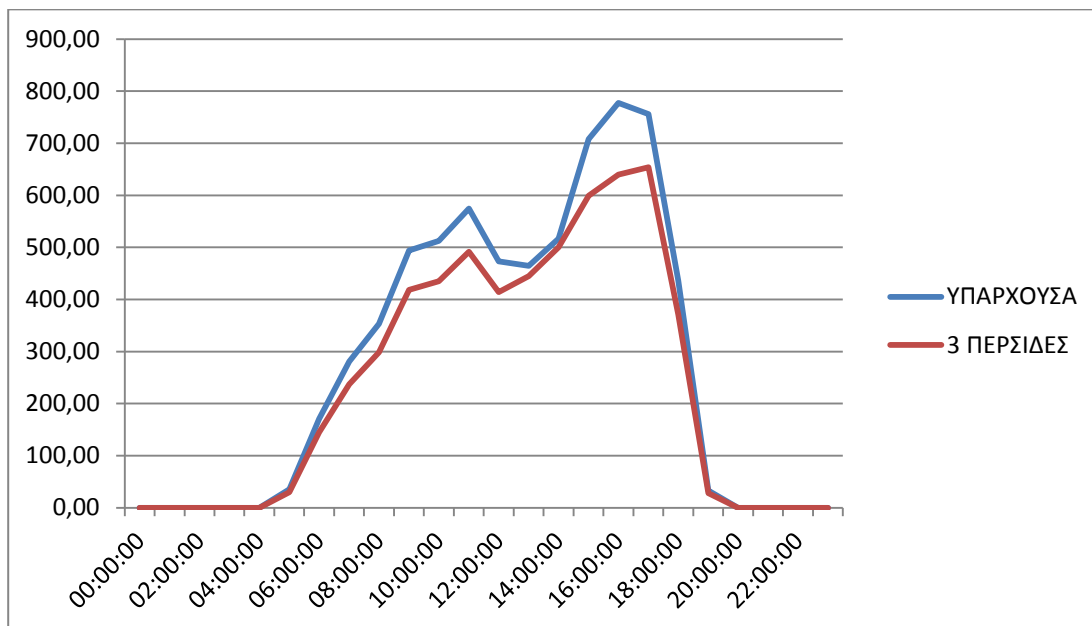
Εικ.5.64 Συγκριτικός Πίνακας των δεικτών απόδοσης ΦΦ του θαλάμου νοσηλείας

Όπως εύκολα διακρίνεται, τα ποσοστά που εκφράζουν οι δείκτες φυσικού φωτισμού , μετά την τοποθέτηση των συστημάτων σκίασης μειώθηκαν όπως ήταν αναμενόμενο, αφού επιτεύχθηκε σκιασμός στον χώρο, με μεγαλύτερη μείωση μετά την τοποθέτηση του ραφιού-σκιάστρου, που όπως είδαμε και παραπάνω, ήταν η ισχυρότερη από τις δύο βελτιωτικές προτάσεις που μελετήθηκαν.

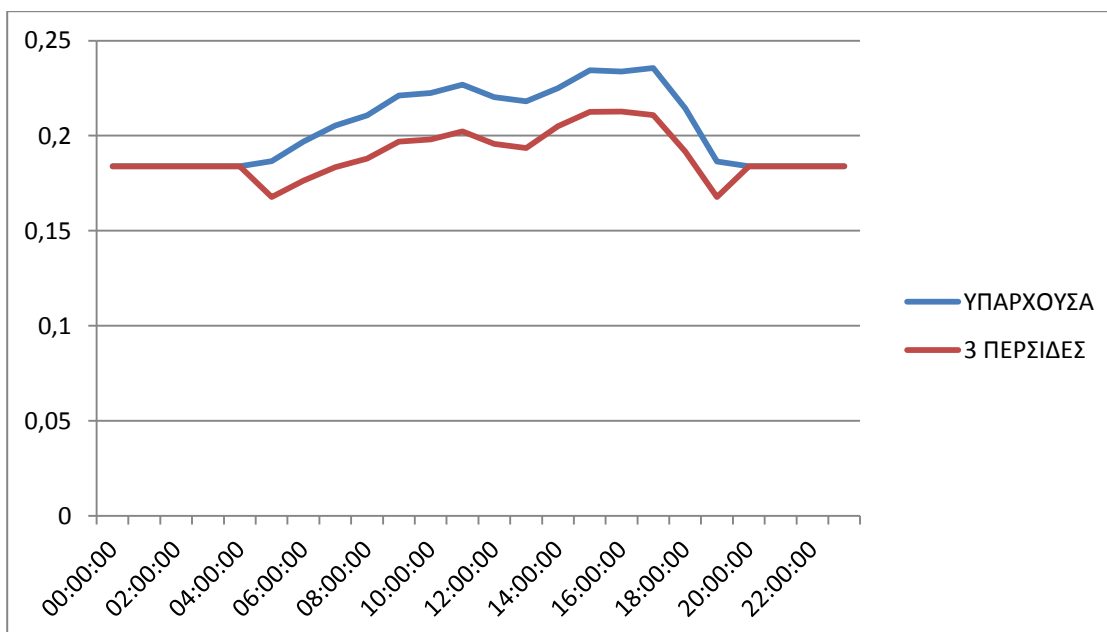
5.1.6.2 Γραφεία Ιατρών

Στα διαγράμματα που ακολουθούν φαίνεται για κάθε ένα από τα δύο εξεταζόμενα γραφεία, για την ημερομηνία που παρουσιάζεται εντονότερη δυσφορία σε κάθε ένα από αυτά αντίστοιχα, η συμβολή του συστήματος σκίασης των τριών κατακόρυφων περσίδων.

Γραφείο 1 (κοντά στο παράθυρο) – 21 Ιουνίου

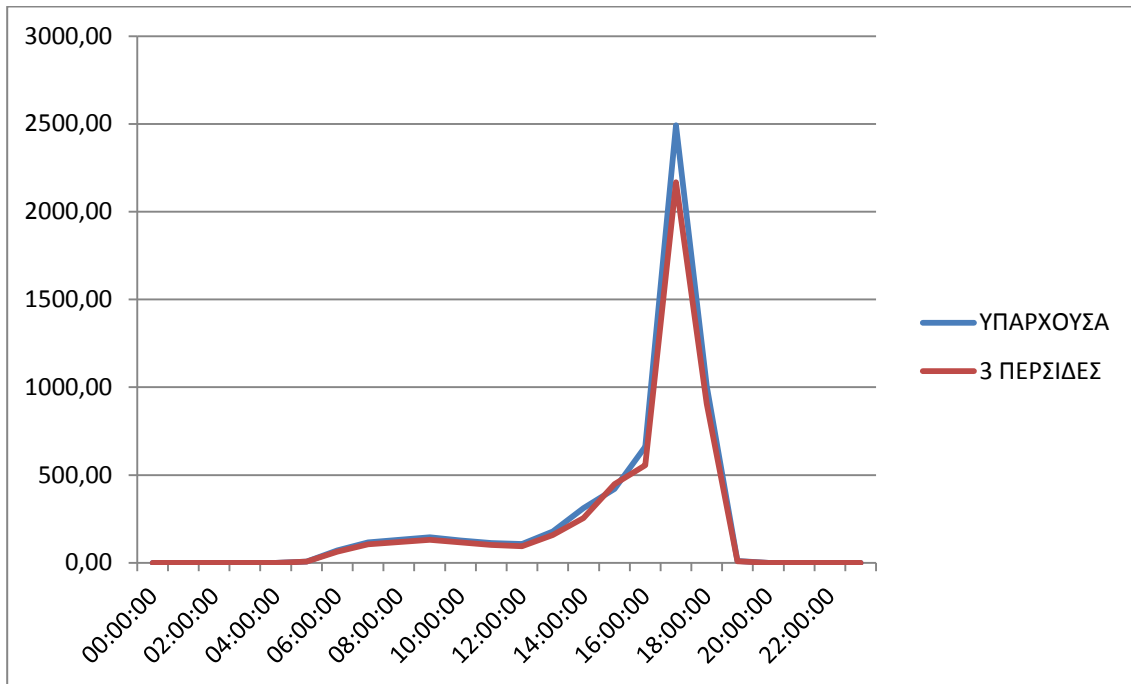


Εικ.5.65 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο την 21^η Ιουνίου

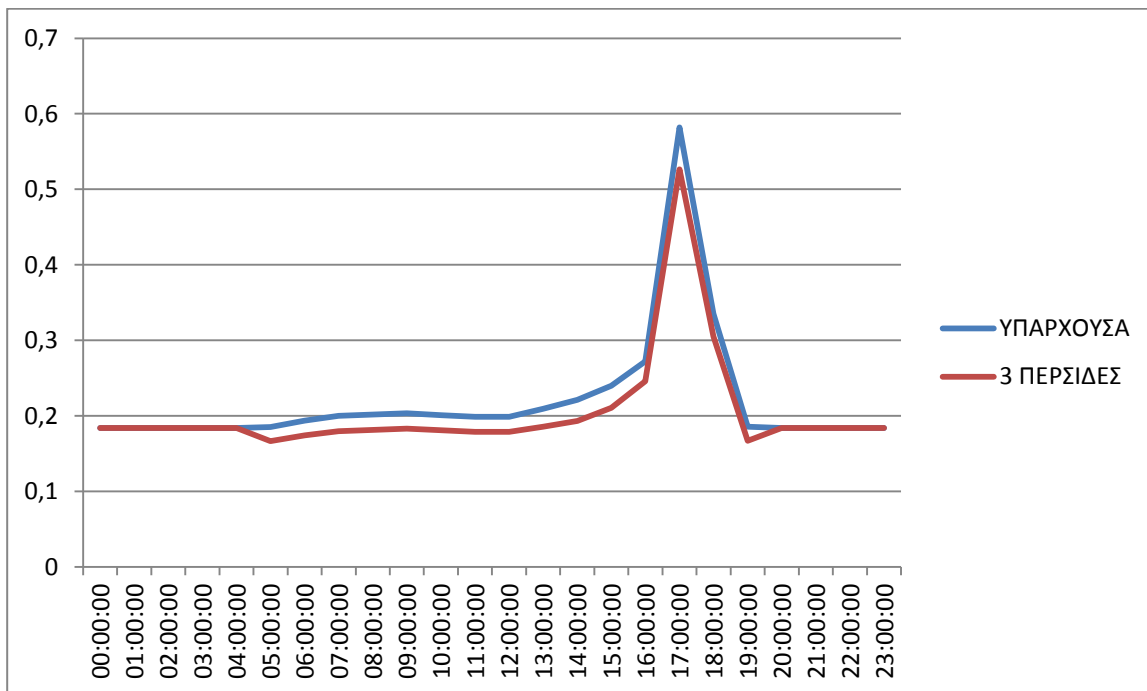


Εικ.5.66 Τιμές Θάμβωσης για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο την 21^η Ιουνίου

Γραφείο 2 (μακριά από το παράθυρο) – 15 Ιουλίου



Εικ.5.67 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο την 15^η Ιουλίου



Εικ.5.66 Τιμές θάμβωσης για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο την 15^η Ιουλίου

Συμπεράσματα :

- Για το γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο, η συμβολή του συστήματος σκίασης των τριών κατακόρυφων περσίδων είναι αρκετά σημαντική, όπως φαίνεται και στα διαγράμματα έντασης φωτισμού και σκίασης, καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας, και χωρίς να μειώνει την ένταση του φωτισμού σε επίπεδα κάτω από τα επιτρεπτά.
- Για το γραφείο 2 όμως που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο, δεν παρατηρούμε την ίδια κλίμακα στην μείωση της θάμβωσης, κάτι που όπως αναφέρθηκε και στην μελέτη της υπάρχουσας κατάστασης, οφείλεται σε μεγάλο βαθμό και στην ανακλαστικότητα του πατώματος. Ωστόσο, σημειώνεται και εδώ μείωση των τιμών της θάμβωσης, ιδιαίτερα κατά την απογευματινή της αιχμή στις 17:00.

Παρακάτω παρατίθενται και ο συγκριτικός πίνακας για τους δείκτες φυσικού φωτισμού, σε σχέση με την υπάρχουσα κατάσταση των γραφείων ιατρών.

ΔΕΙΚΤΕΣ	ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ						3 ΠΕΡΣΙΔΕΣ					
	ΓΡΑΦΕΙΟ 1(κοντά στο παράθυρο)			ΓΡΑΦΕΙΟ 2(μακριά από το παράθυρο)			ΓΡΑΦΕΙΟ 1(κοντά στο παράθυρο)			ΓΡΑΦΕΙΟ 2(μακριά από το παράθυρο)		
ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,52	2346	4485	0,48	2173	4485	0,5	2342	4485	0,45	2019	4485
ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,74	3327	4485	0,71	3197	4485	0,73	3321	4485	0,7	3119	4485
ΧΡΗΣΙΜΩΝ ΤΙΜΩΝ ΦΦ	0,77	3327	4485	0,76	3197	4485	0,76	3321	4485	0,76	3119	4485

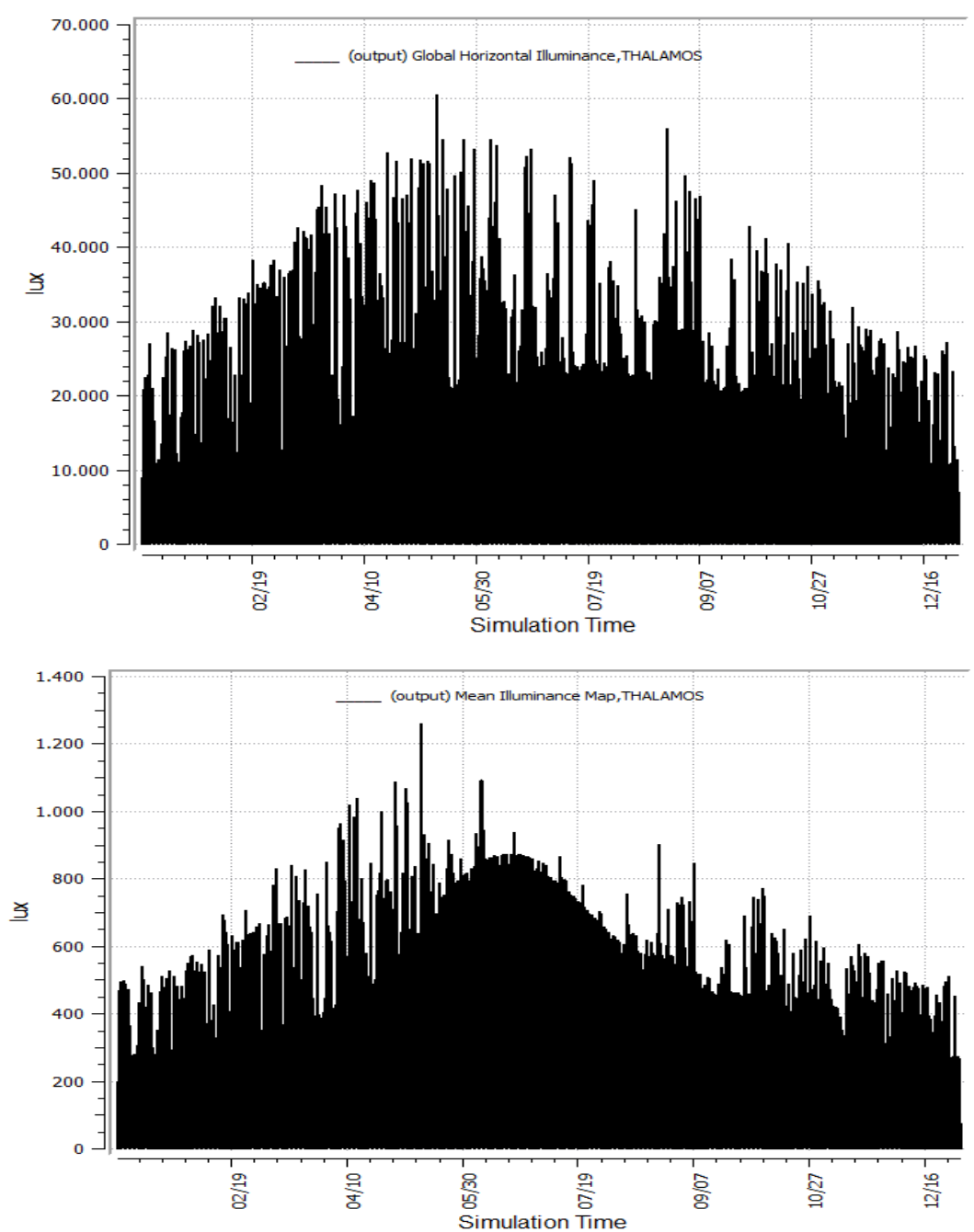
Εικ.5.67 Συγκριτικός Πίνακας των δεικτών απόδοσης ΦΦ των γραφείων ιατρών

Όπως ήταν αναμενόμενο, και εδώ βλέπουμε μείωση στα ποσοστά των δεικτών φυσικού φωτισμού, αφού μειώθηκε η ένταση φυσικού φωτισμού και στα δύο γραφεία, μετά την τοποθέτηση του συστήματος σκίασης, που εξετάστηκε σαν βελτιωτικό σενάριο σκίασης της υφιστάμενης κατάστασης.

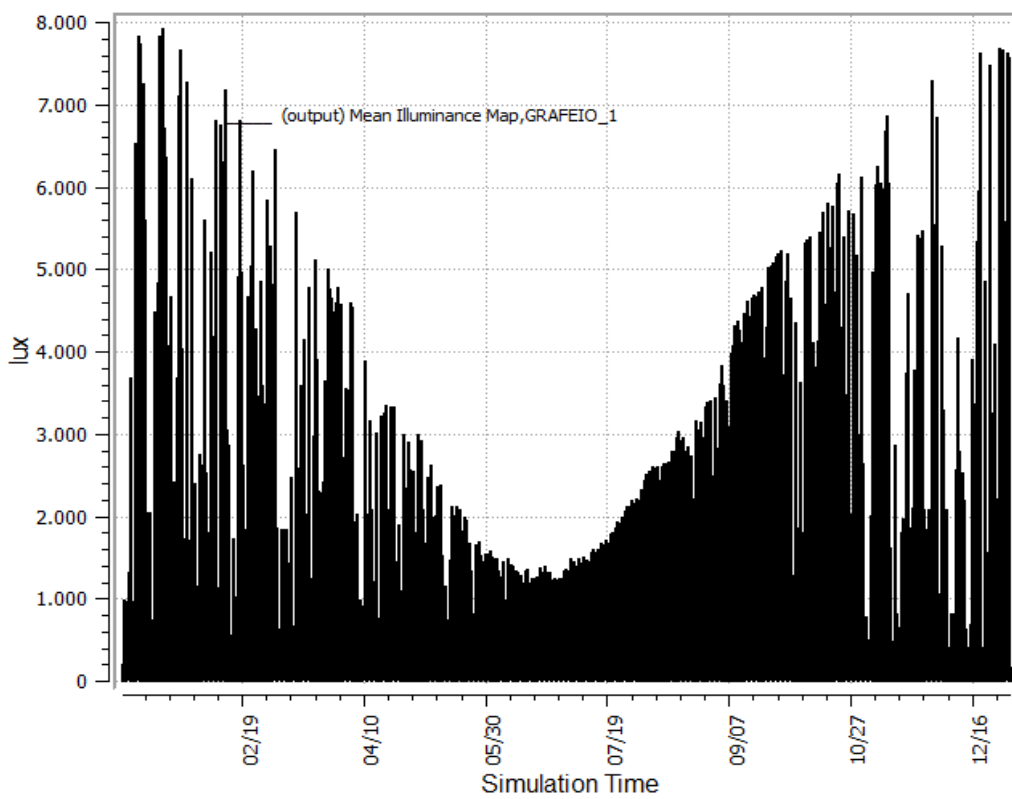
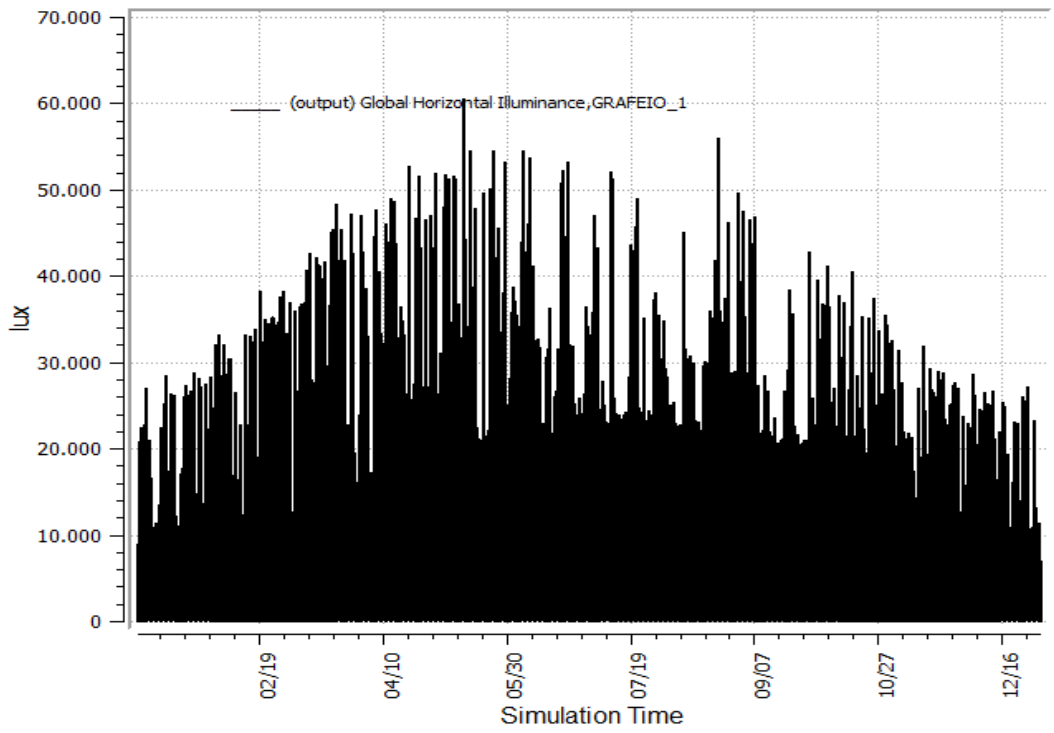
5.2 Θάλαμος βορινής όψης και γραφεία ιατρών νότια όψης

5.2.1 Υπάρχουσα κατάσταση τετράκλινου θαλάμου νοσηλείας

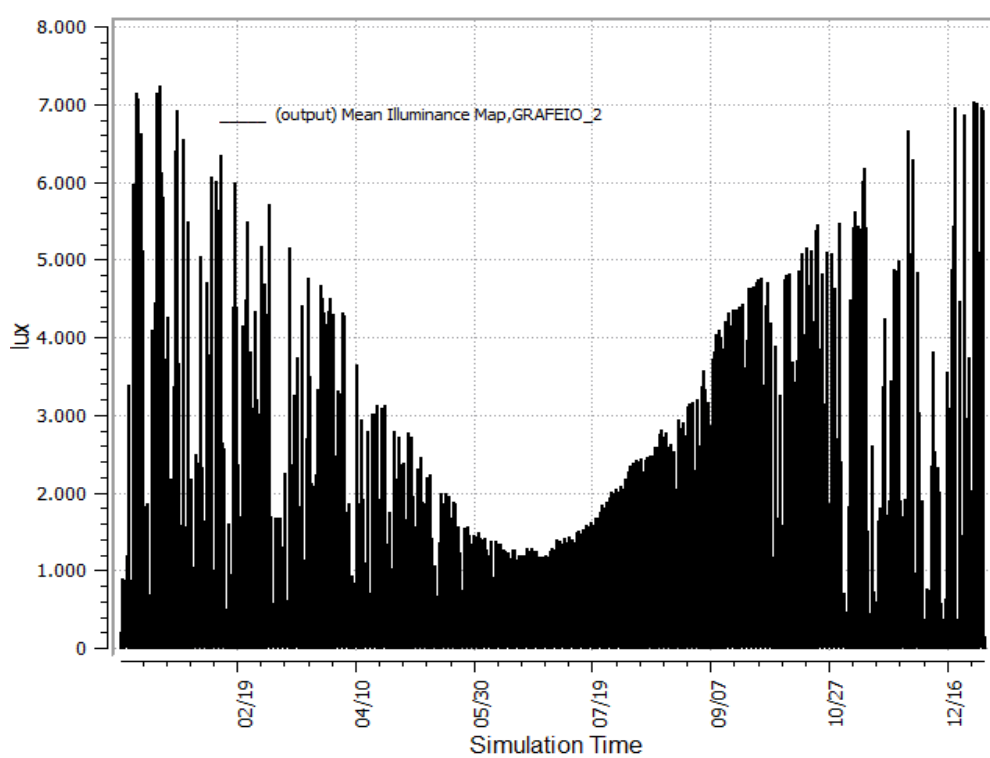
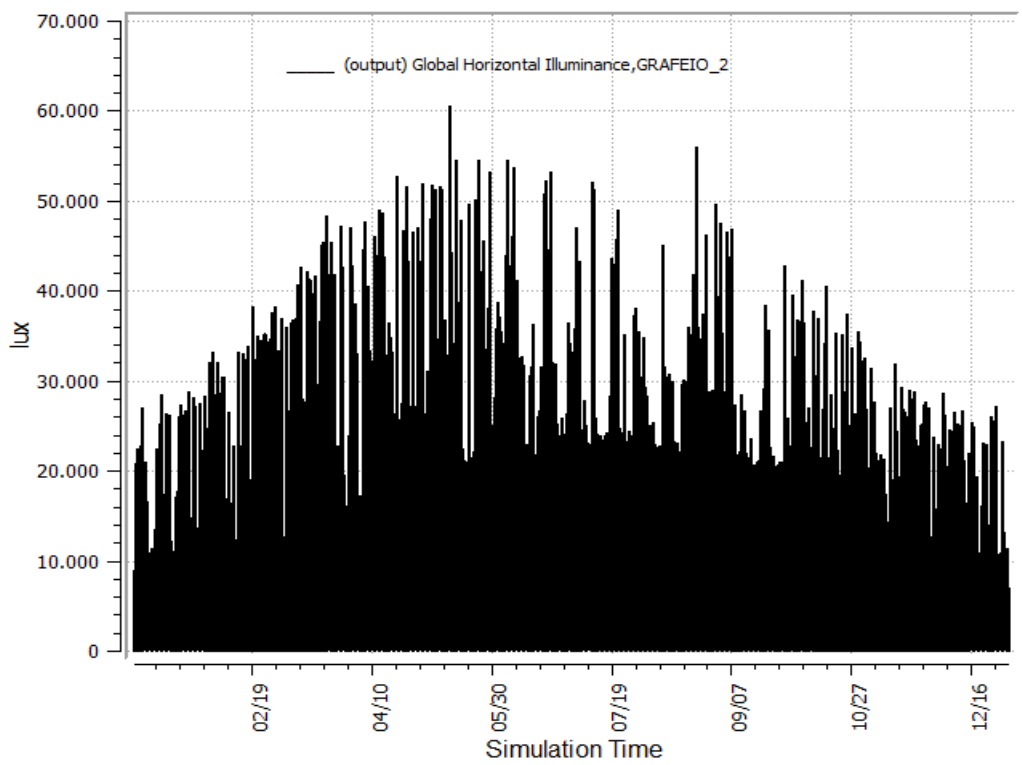
Αρχικά, παρατίθενται τα αποτελέσματα των Global Horizontal Illuminance και Mean Illuminance Map όλου του έτους σε μορφή γραφήματος. Το πρώτο αφορά στην ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται η περιοχή που έχουμε εισάγει (περιβάλλοντας χώρος), δηλαδή πάνω σε ένα ιδεατό επίπεδο έξω από το θάλαμο και τα γραφεία ιατρών, ενώ το δεύτερο αυτήν που προσπίπτει μέσα στους χώρους αυτούς (μέση τιμή εντάσεως).



Εικ.5.68 Global Horizontal Illuminance(πάνω) και Mean Illuminance Map(κάτω) του θαλάμου νοσηλείας, για όλο το έτος



Εικ.5.69.α Global Horizontal Illuminance(πάνω) και Mean Illuminance Map(κάτω) του γραφείου 1, για όλο το έτος



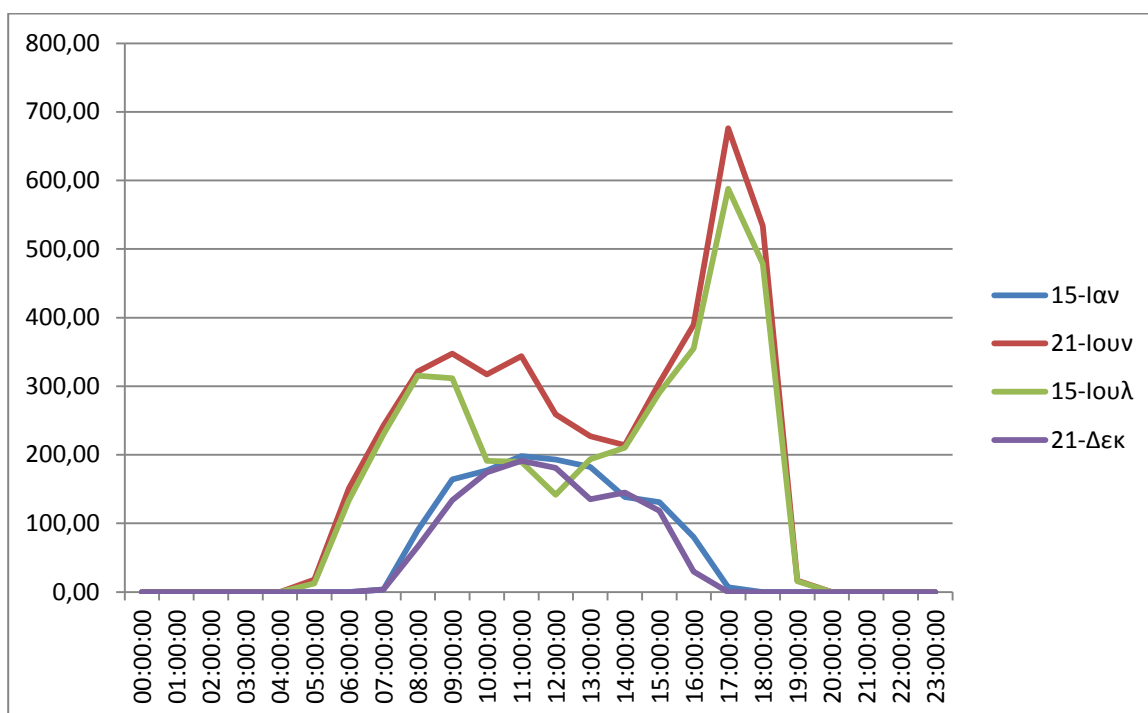
Εικ.5.69.β Global Horizontal Illuminance(πάνω) και Mean Illuminance Map(κάτω) του γραφείου 2, για όλο το έτος

Από τα διαγράμματα του Global Horizontal Illuminance φαίνεται καθαρά η ένταση φωτισμού της περιοχής κατά τη διάρκεια του έτους, η αύξησή της τους εαρινούς μήνες αλλά και η δραματική της μείωση τους χειμωνιάτικους. Από εκείνα του Mean Illuminance Map, καταγράφεται με σαφήνεια πόσο από το ηλιακό φως «περνά» μέσα στο χώρους του θαλάμου και των γραφείων και με ποιες αναλογίες την εκάστοτε εποχή.

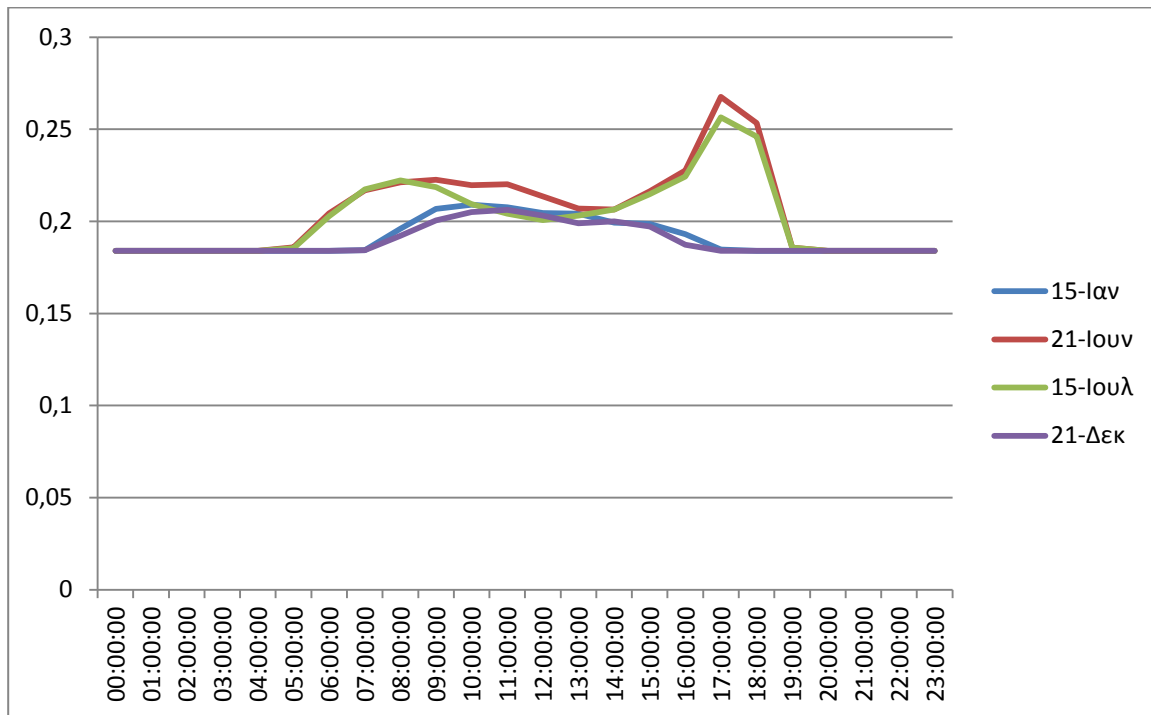
Γίνεται αντιληπτή, η μεγάλη ένταση στο φωτισμό το καλοκαίρι για τα γραφεία ιατρών που έχουν πρόσοψη στον νότο, αλλά και τα πολύ χαμηλά επίπεδα φωτισμού τον χειμώνα στον θάλαμο νοσηλείας.

Στη συνέχεια, παρατίθενται, όπως και για την ανατολική πτέρυγα του νοσοκομείου (που μελετήθηκε παραπάνω), τα αποτελέσματα φωτισμού που προέκυψαν για τις διάφορες θέσεις του θαλάμου νοσηλείας που «βλέπει» στην βορρά, στις θέσεις ενδιαφέροντος που αναφέρθηκαν στην αρχή του κεφαλαίου, για τις χαρακτηριστικές ημερομηνίες, καθώς επίσης και μεταξύ τους συγκρίσεις. Τα επιθυμητά όρια που διέπονται από τις προδιαγραφές είναι, και εδώ, αυτά που αναφέρθηκαν στις Ενότητες 2.1 & 2.2 (ελάχιστο έντασης φωτισμού 300 lux και μέγιστο θάμβωσης 0.35).

Θέση 1 θαλάμου νοσηλείας



Εικ.5.70 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 1»

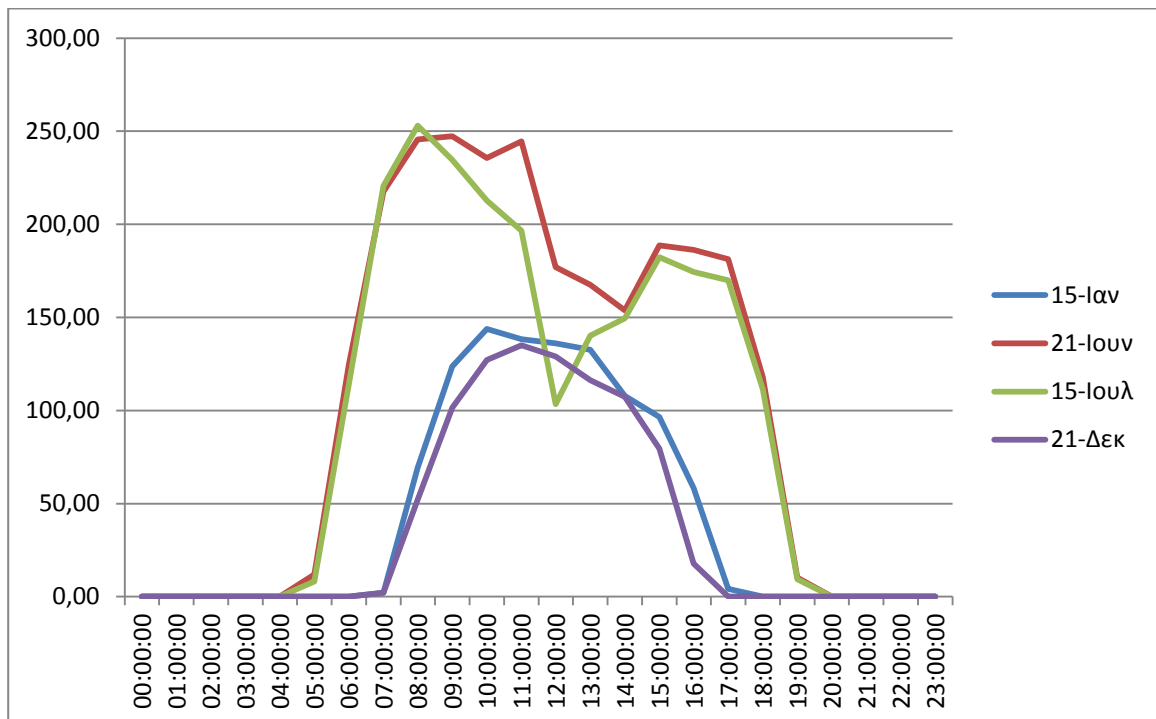


Εικ.5.71 Τιμές Θάμβωσης στη «Θέση 1»

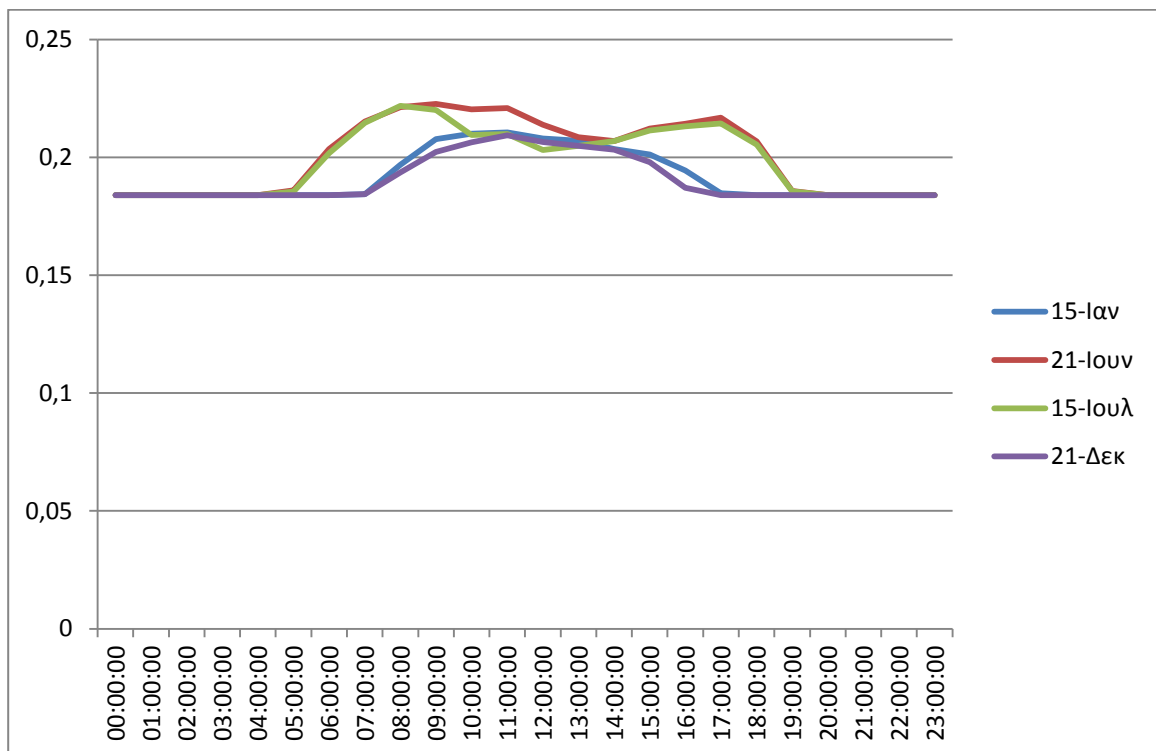
Παρατηρούνται φυσιολογικά επίπεδα φωτισμού κατά τους θερινούς μήνες με μια μικρή αιχμή τις απογευματινές ώρες 17:00-18:00, λόγω της θέσης του ήλιου σε σχέση με την εξεταζόμενη θέση, χωρίς ωστόσο να παρατηρείται αιχμή άνω του επιτρεπόμενου ορίου στην θάμβωση.

Όμως, διακρίνονται ξεκάθαρα τα πολύ χαμηλά επίπεδα φωτισμού κατά τους χειμερινούς μήνες, καθώς και για μεγάλα διαστήματα μέσα στην ημέρα κατά τους θερινούς μήνες (<300 lux).

Θέση 2 θαλάμου νοσηλείας



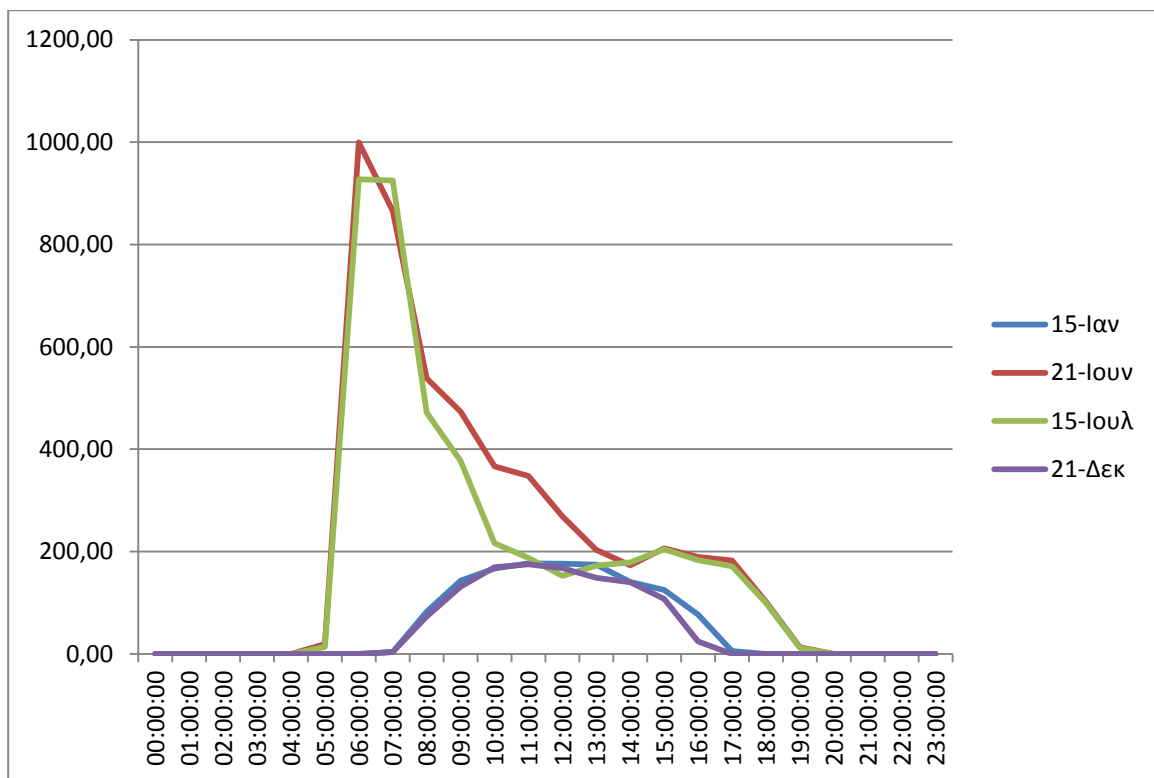
Εικ.5.72 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 2»



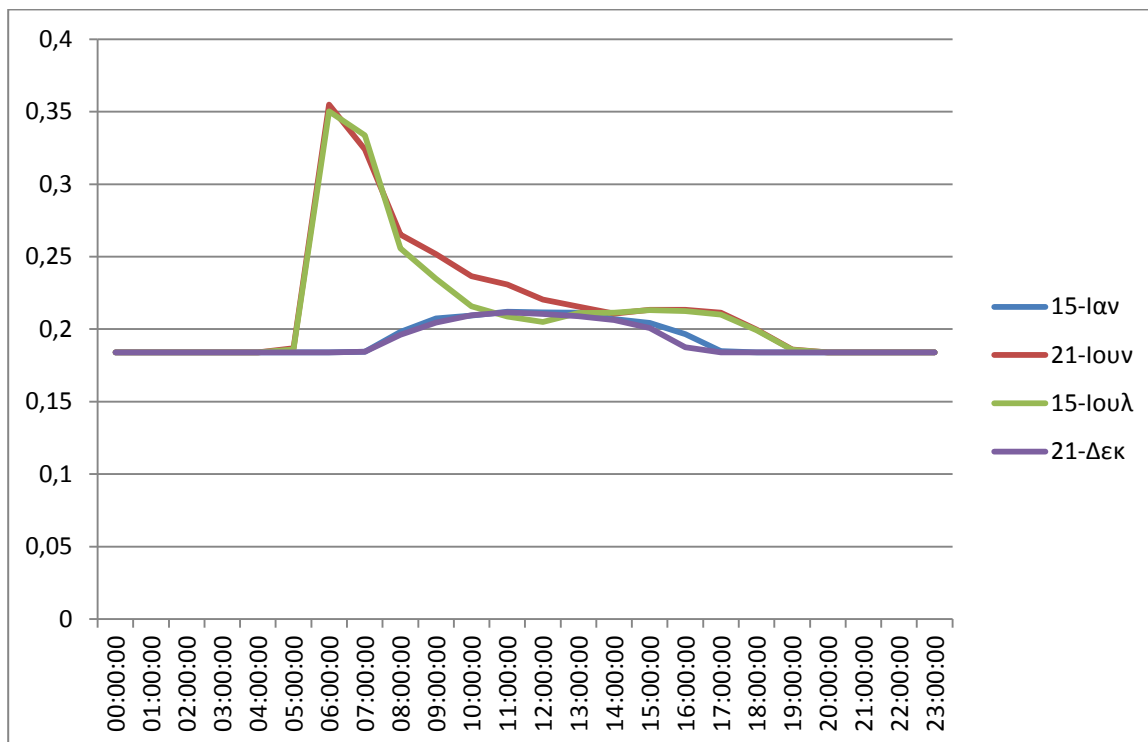
Εικ.5.73 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 2»

Για την θέση 2, όπως παρατηρείται εύκολα στα παραπάνω διαγράμματα, καθ' όλη την διάρκεια του έτους τα επίπεδα της έντασης του φωτισμού βρίσκονται κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια, με τους χειμερινούς μήνες να αγγίζουν την μέγιστη τιμή των 144 lux. Η διαφορά με την θέση 1 έγκειται στο γεγονός ότι η θέση 2 βρίσκεται βαθιά μέσα στον χώρο, επομένως ούτε κατά τους θερινούς μήνες που ο ήλιος βρίσκεται ψηλά στον ορίζοντα, δέχεται επαρκή φωτισμό, όπως συμβαίνει με την θέση 1 που βρίσκεται δίπλα στο παράθυρο.

Θέση 3 θαλάμου νοσηλείας



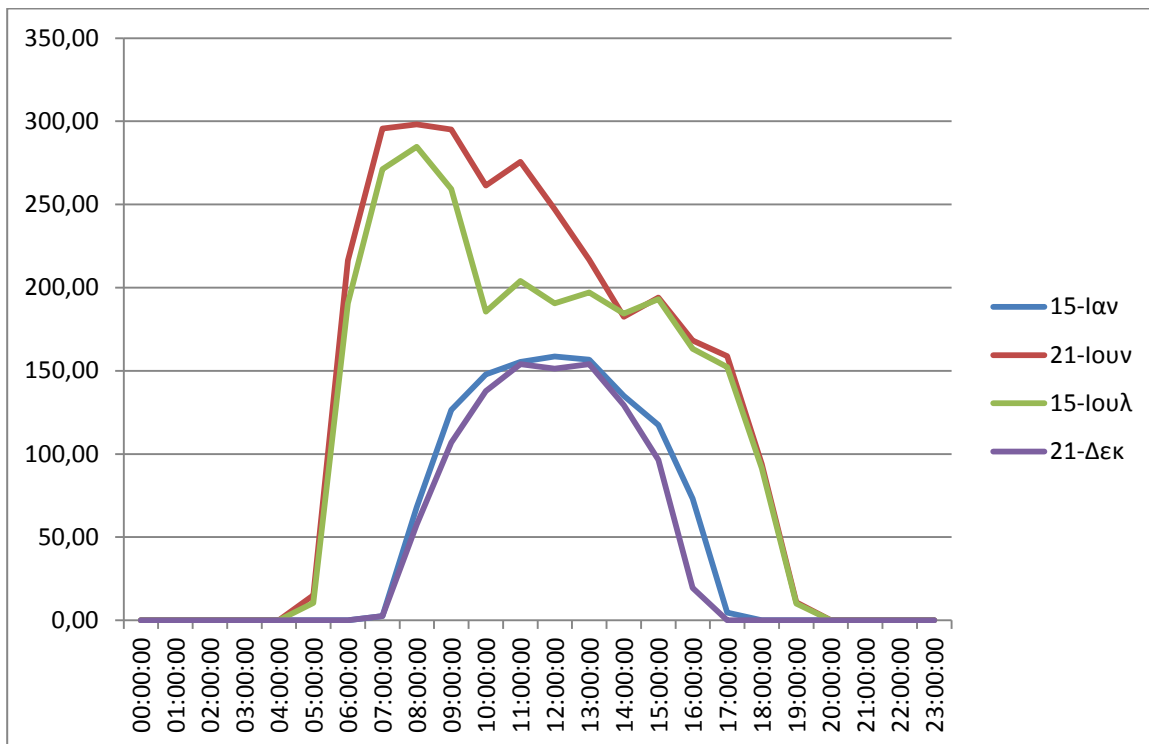
Εικ.5.74 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 3»



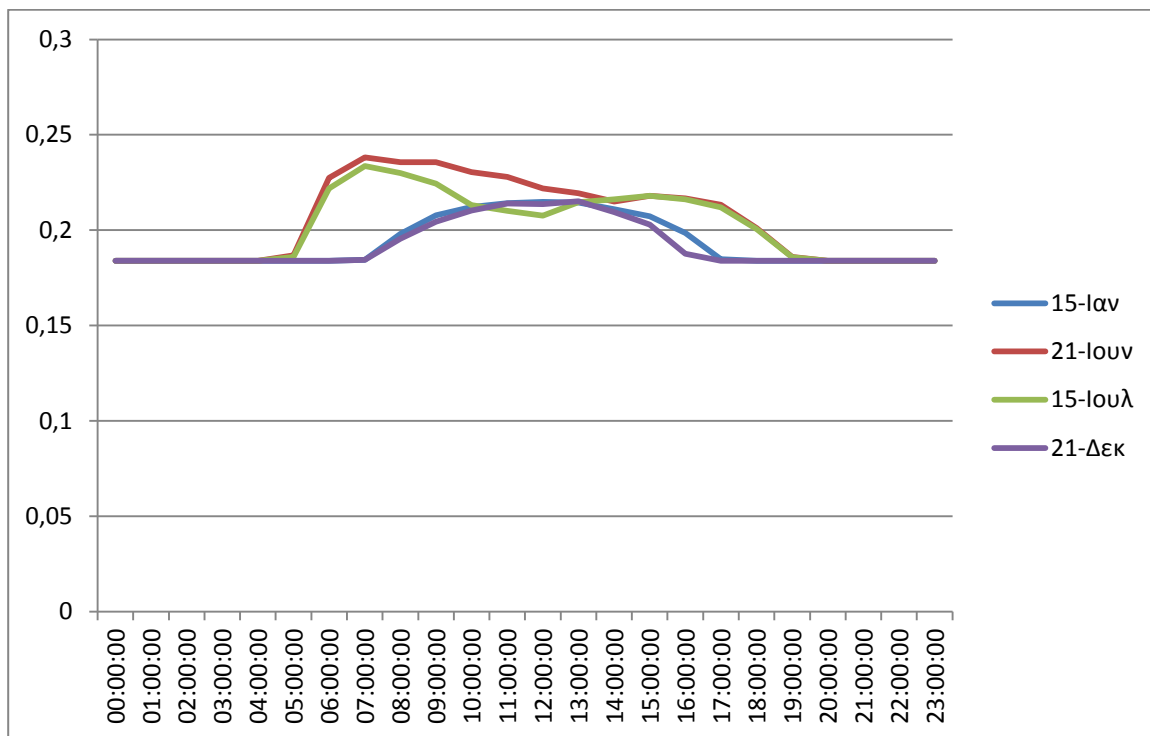
Εικ.5.75 Τιμές Θάμβωσης στη «Θέση 3»

Για την θέση 3 βλέπουμε μια αιχμή στην ένταση φωτισμού κατά τις πρωινές ώρες 06:00-07:00, η οποία δικαιολογείται κατά ανάλογο τρόπο με την θέση 1 και που δεν ξεπερνά οριακά τα επίπεδα θάμβωσης. Και εδώ όμως, παρατηρούμε έντονα τις χαμηλές τιμές φωτισμού κατά τους χειμερινούς μήνες, ενώ φυσιολογικές κι εντός ορίων χαρακτηρίζονται κατά τους θερινούς μήνες, εξ' αιτίας της θέσης 3 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο (όπως η θέση 1).

Θέση 4 θαλάμου νοσηλείας



Εικ.5.76 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 4»



Εικ.5.77 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 4»

Για την θέση 4, κατ' αναλογία με την θέση 2, παρατηρούνται ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα φωτισμού καθ' όλη την διάρκεια του έτους, κάτω από το επιτρεπόμενο όριο των 300 lux. Η θέση 4 βρίσκεται βαθιά μέσα στον χώρο, γι' αυτό εμφανίζει τόσο χαμηλές τιμές φωτισμού και κατά τους θερινούς μήνες που ο ήλιος βρίσκεται ψηλά στον ορίζοντα.

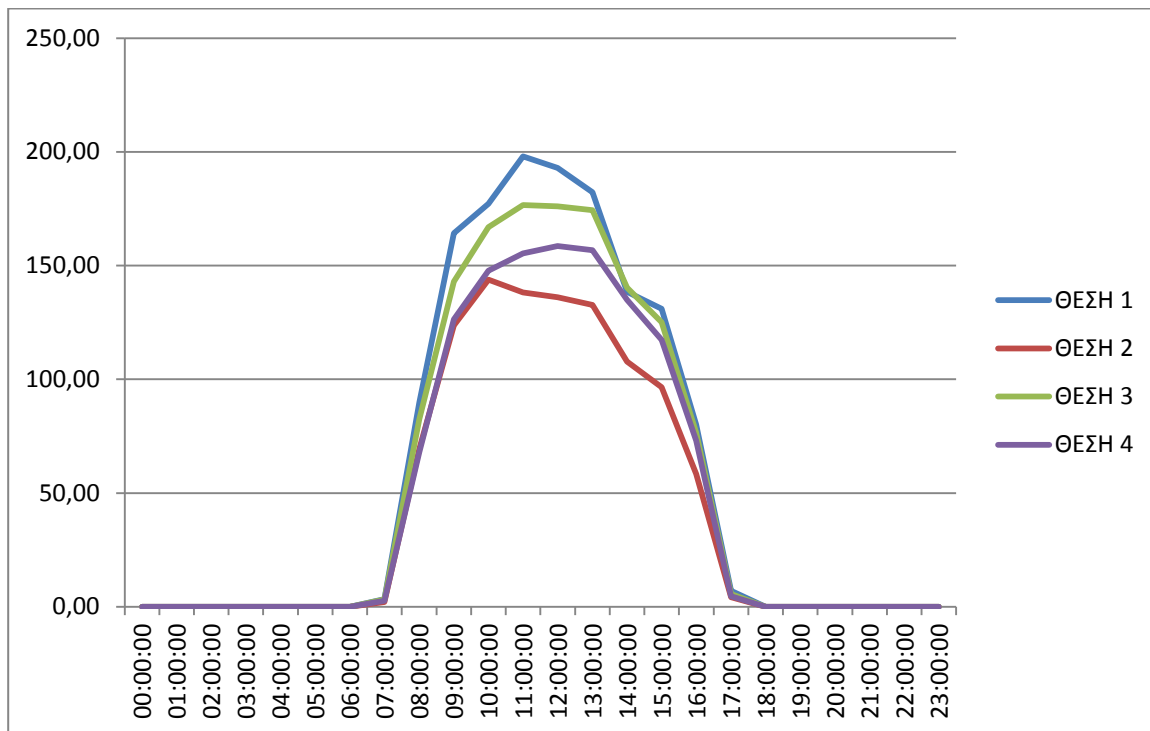
Γενικά συμπεράσματα :

Στις θέσεις κοντά στο παράθυρο (θέσεις 1 και 3), τα επίπεδα έντασης φωτισμού και θάμβωσης είναι μεγαλύτερα τους εαρινούς μήνες με την θάμβωση ωστόσο να παραμένει σε ανεκτά επίπεδα, που σύμφωνα με τη γεωμετρία του ο Ήλιος βρίσκεται σε θέσεις με υψηλότερη γωνία στον ορίζοντα. Τους χειμερινούς μήνες οι τιμές πέφτουν απότομα σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

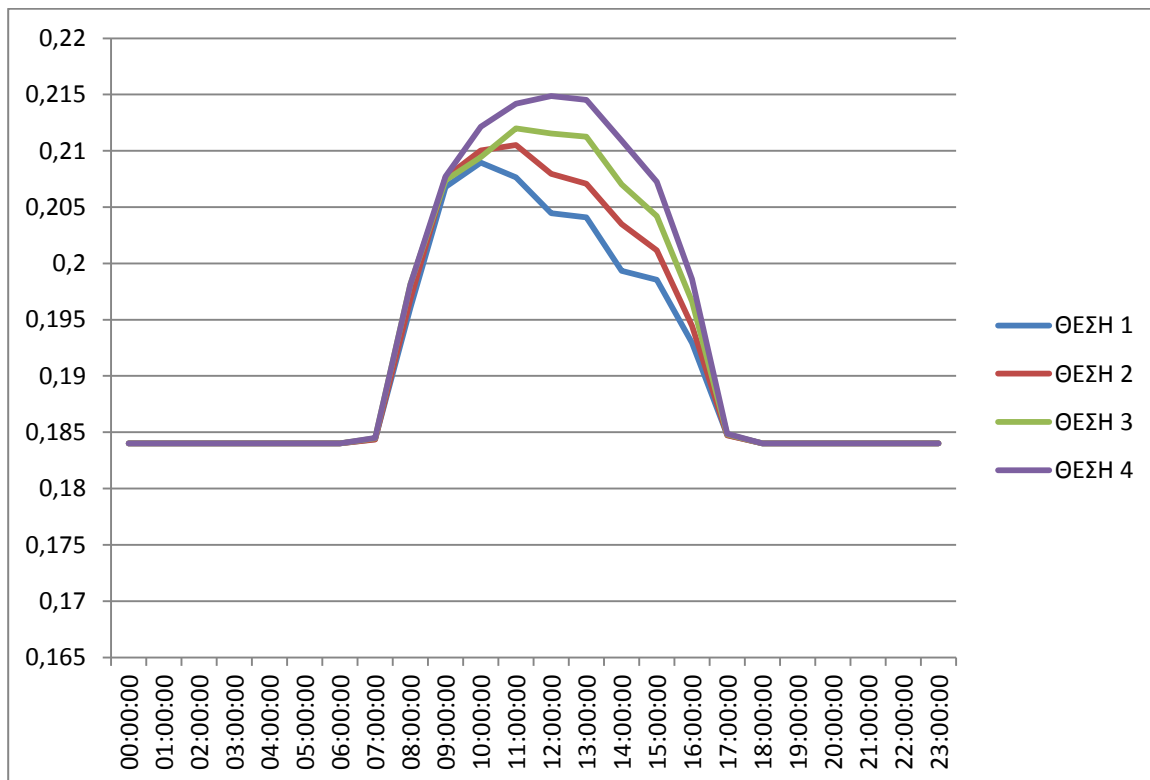
Στις θέσεις που βρίσκονται μακριά από το παράθυρο στο βάθος του χώρου (θέσεις 2 και 4), τα επίπεδα φωτισμού (και κατ' επέκταση και θάμβωσης) βρίσκονται κάτω των ορίων για όλους τους μήνες του έτους, καθιστώντας αναγκαία την βελτιωτική επέμβαση τόνωσης του φωτισμού, όπως θα εξετασθεί σε επόμενη ενότητα.

Παρακάτω παρατίθενται ορισμένες αναλύσεις συγκεκριμένων - χαρακτηριστικών - ημερομηνιών:

15 Ιανουαρίου

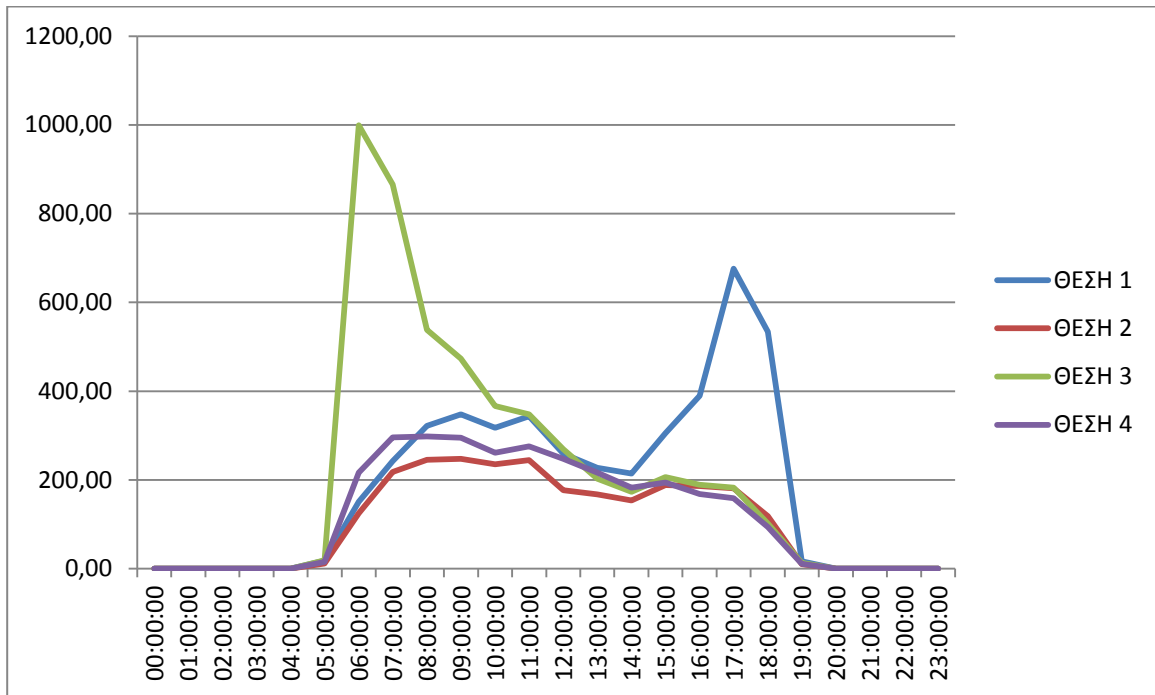


Εικ.5.78 Ένταση Φωτισμού για κάθε θέση ενδιαφέροντος στις 15 Ιανουαρίου (Τυπική ψυχρή ημέρα)

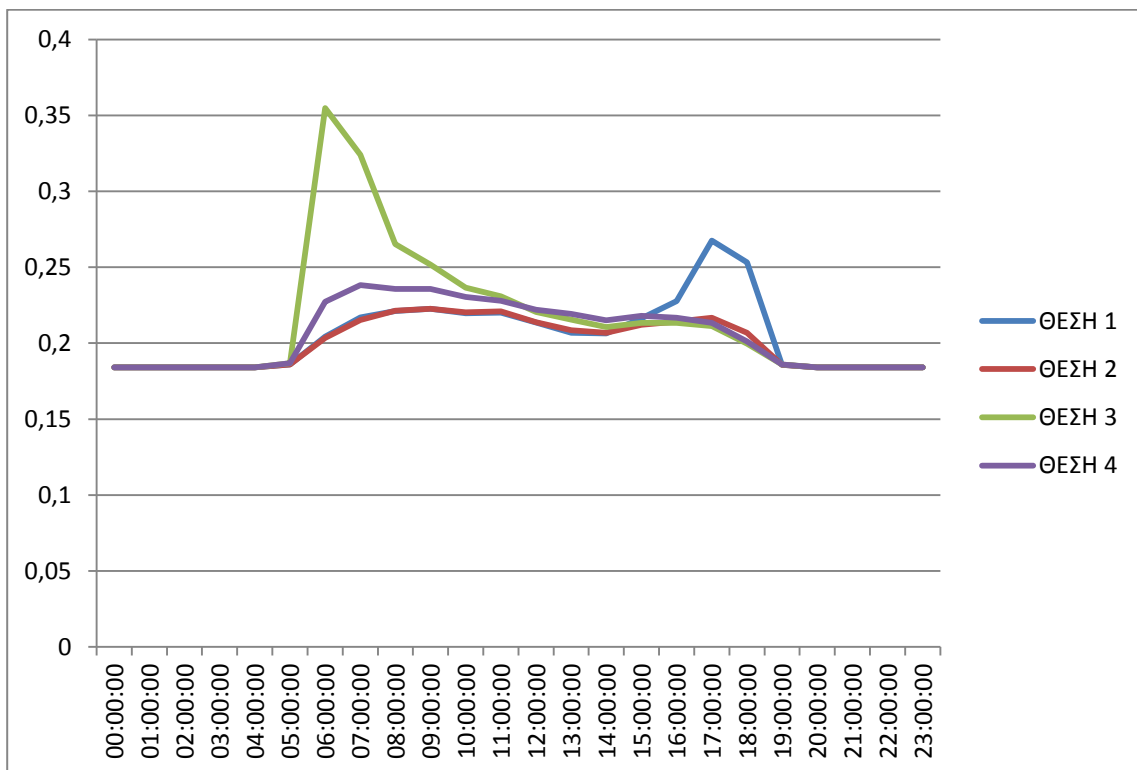


Εικ.5.79 Τιμές Θάμβωσης για κάθε θέση ενδιαφέροντος στις 15 Ιανουαρίου (Τυπική ψυχρή ημέρα)

21 Ιουνίου

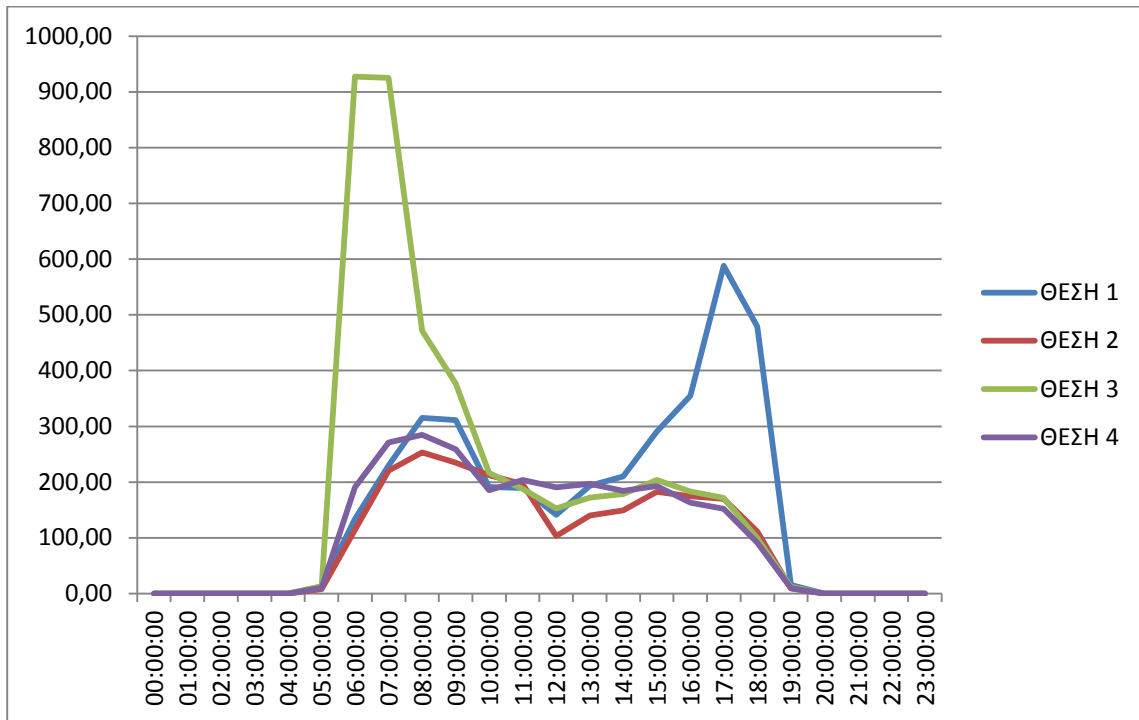


Εικ.5.80 Ένταση Φωτισμού για κάθε θέση ενδιαφέροντος το θερινό Ηλιοστάσιο (21 Ιουνίου)

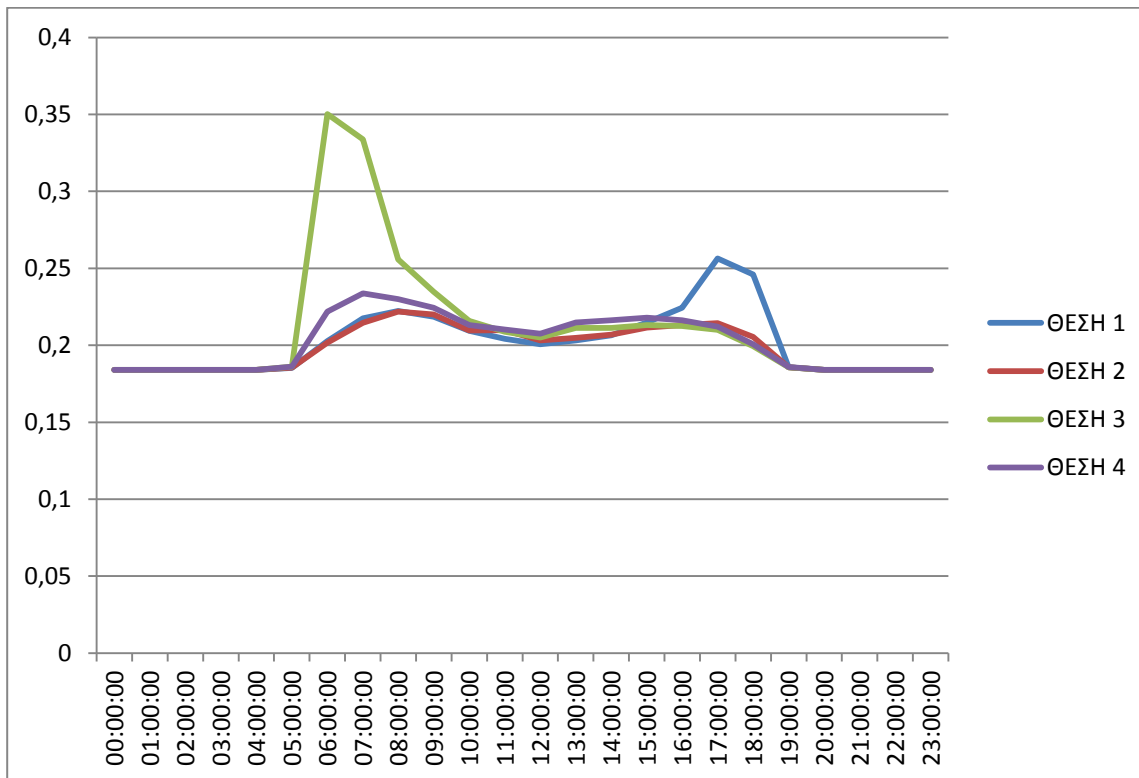


Εικ.5.81 Τιμές Θάμβωσης για κάθε θέση ενδιαφέροντος το θερινό Ηλιοστάσιο (21 Ιουνίου)

15 Ιουλίου

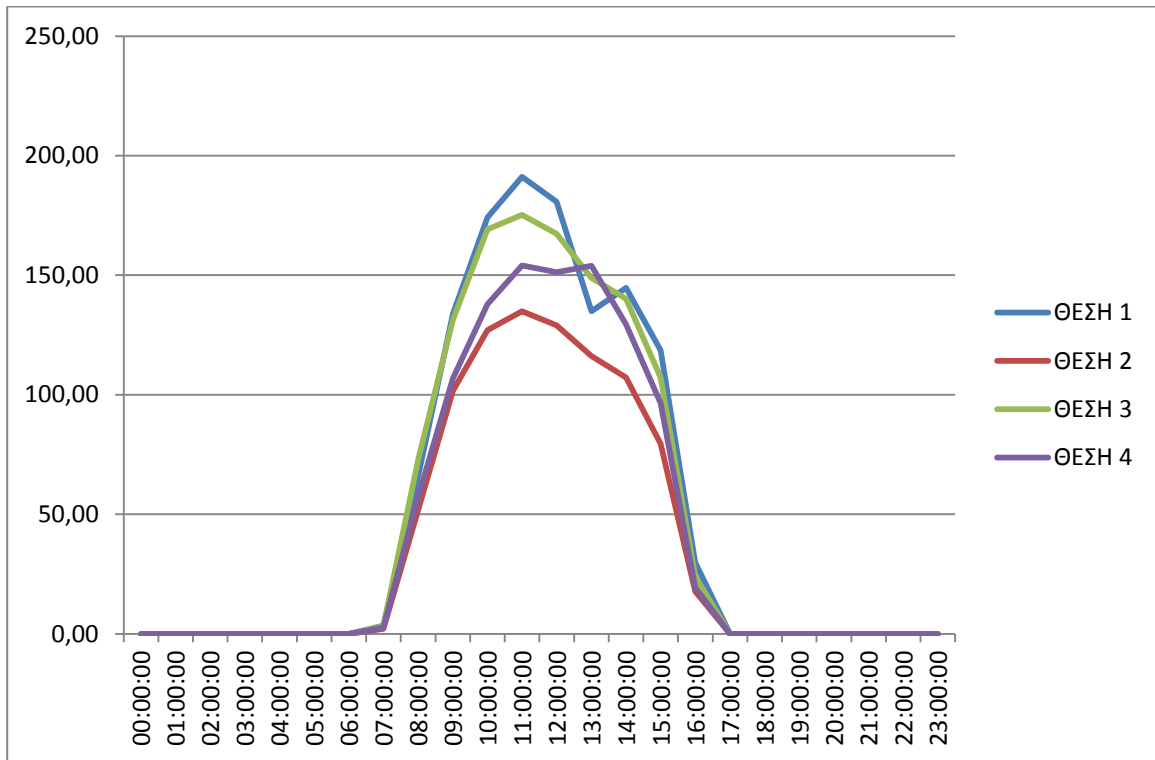


Εικ.5.82 Ένταση Φωτισμού για κάθε θέση ενδιαφέροντος στις 15 Ιουλίου (Τυπική θερμή ημέρα)

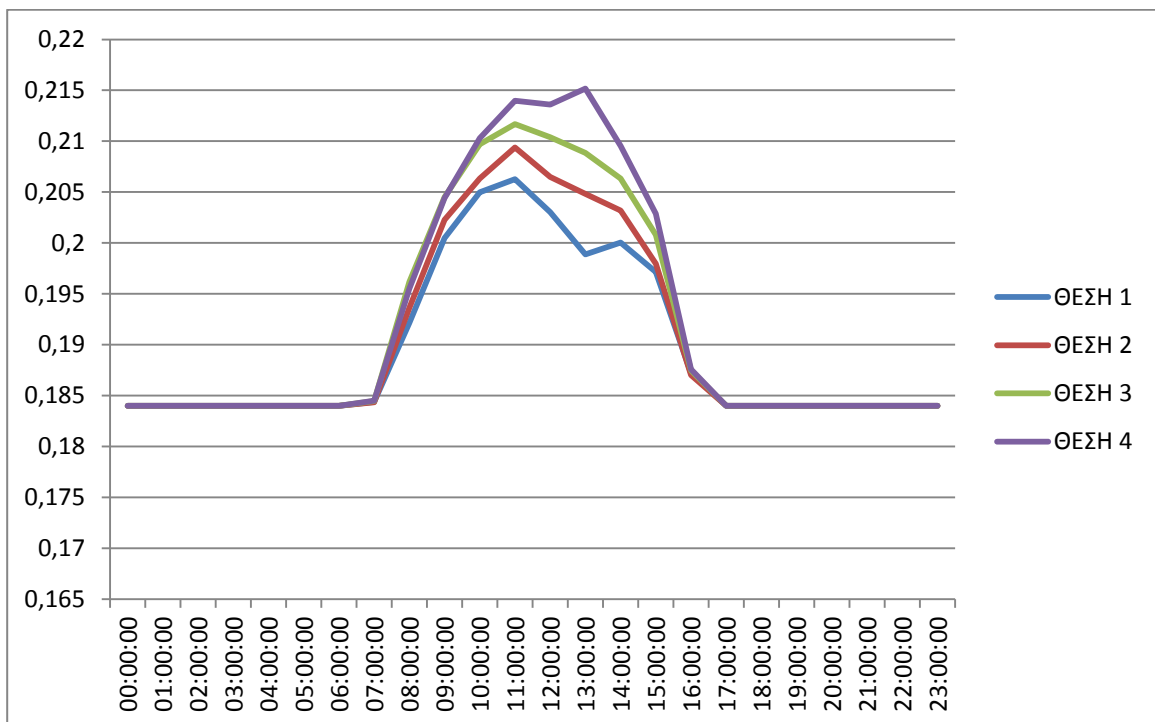


Εικ.5.83 Τιμές Θάμβωσης για κάθε θέση ενδιαφέροντος στις 15 Ιουλίου (Τυπική θερμή ημέρα)

21 Δεκεμβρίου



Εικ.5.84 Ένταση Φωτισμού για κάθε θέση ενδιαφέροντος το χειμερινό Ηλιοστάσιο (21 Δεκεμβρίου)



Εικ.5.85 Τιμές Θάμβωσης για κάθε θέση ενδιαφέροντος το χειμερινό Ηλιοστάσιο (21 Δεκεμβρίου)

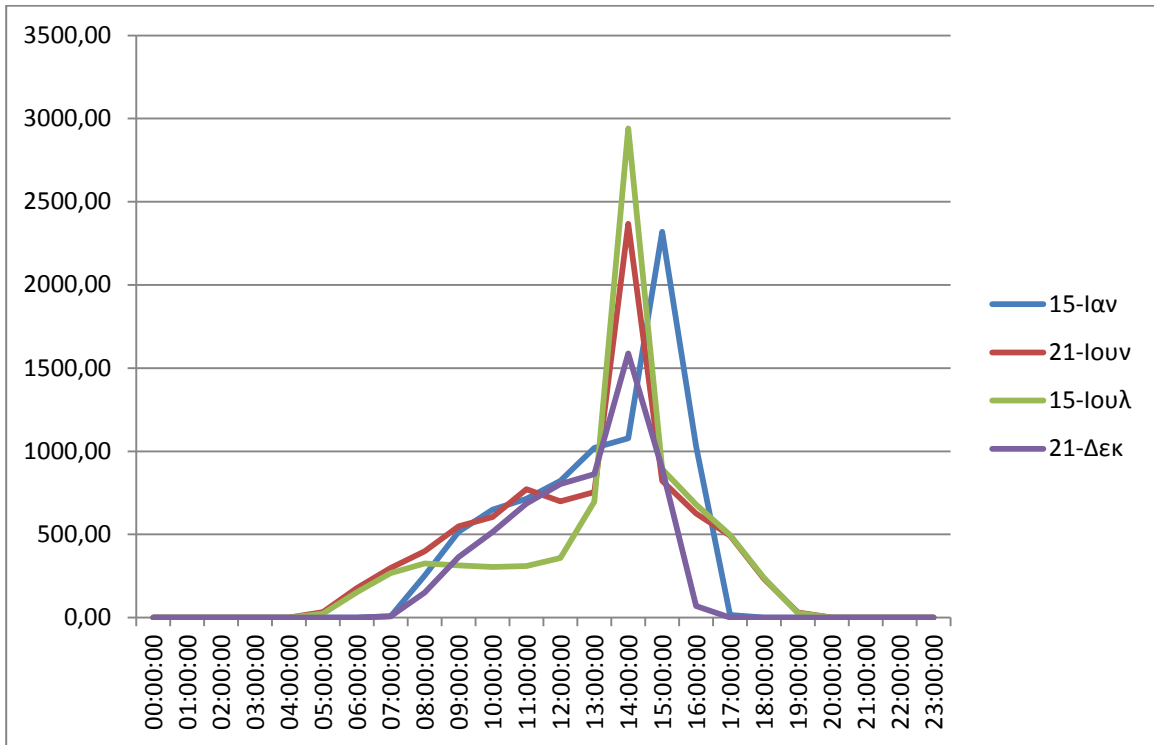
Στα παραπάνω διαγράμματα, όπως εξηγήθηκε και παραπάνω αναλυτικά για κάθε θέση, παρατηρούνται ομοιόμορφες συμπεριφορές απέναντι στην ένταση φωτισμού και την θάμβωση για τις θέσεις 2 και 4, και κατ' αντιστοιχία για τις θέσεις 1 και 3.

Οι θέσεις 1 και 3 που βρίσκονται κοντά στο παράθυρο παρουσιάζουν τα μεγαλύτερα επίπεδα φωτισμού, ακόμα και για τους χειμερινούς μήνες, ενώ οι αιχμές τους παρουσιάζονται απόγευμα και πρωί αντίστοιχα, σε απόλυτη αρμονία με την τροχιά του ήλιου κατά την διάρκεια της ημέρας για τον βορινό θάλαμο νοσηλείας που εξετάζεται.

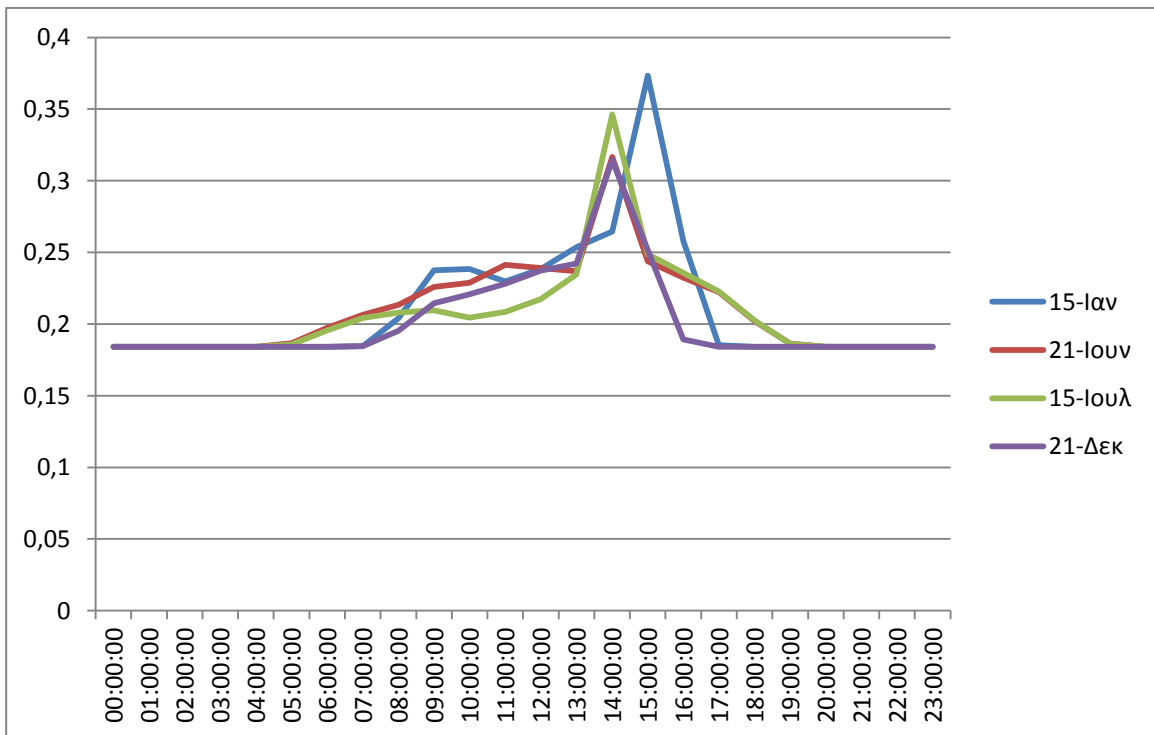
Τα ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα φωτισμού, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, είναι αυτά που υποδηλώνουν και την ανάγκη ενίσχυσης του φυσικού φωτισμού, μέσω του συστήματος ραφιού φωτισμού, που θα μελετηθεί στην συνέχεια, ως βελτιωτική πρόταση πάνω στην υφιστάμενη κατάσταση.

5.2.2 Υπάρχουσα κατάσταση γραφείων ιατρών

Γραφείο 1 (κοντά στο παράθυρο)

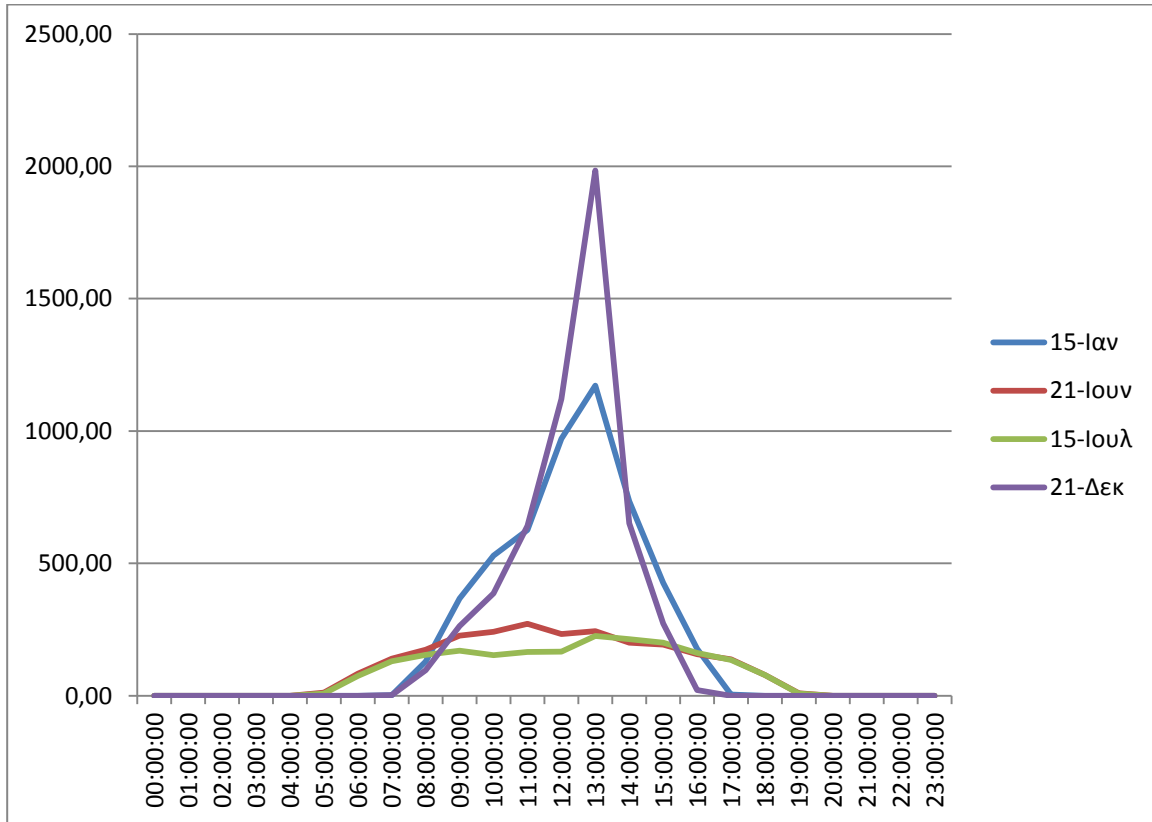


Εικ.5.86 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

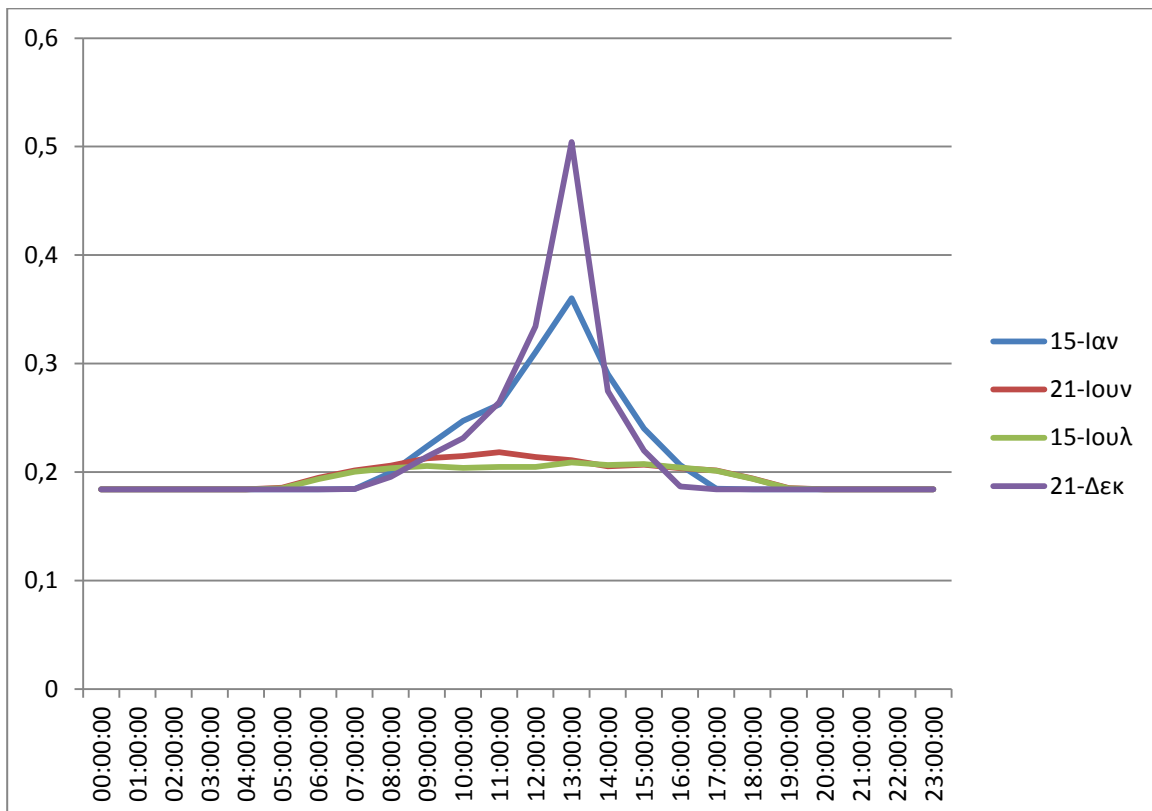


Εικ.5.87 Τιμές θάμβωσης για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

Γραφείο 2 (μακριά από το παράθυρο)



Εικ.5.88 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο



Εικ.5.89 Τιμές θάμβωσης για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο

Στα παραπάνω διαγράμματα παρατηρούμε φυσιολογικές τιμές έντασης φωτισμού και θάμβωσης (ανεκτά όρια) για το γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο, παρουσιάζοντας τις μεγαλύτερες τιμές κατά τις μεσημβρινές ώρες και για μόνο μία ώρα να ξεπερνά ελάχιστα το όριο της θάμβωσης (15:00), ενώ ιδιαίτερα μεγάλη αιχμή βλέπουμε στην ένταση του φωτισμού αλλά και στην θάμβωση (μη ανεκτά όρια) για το γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο κατά τις μεσημβρινές ώρες.

Η πρόσοψη των γραφείων βρίσκεται στον νότο και συγκεκριμένα το γραφείο 2 είναι τοποθετημένο βαθιά στον χώρο, άρα είναι φυσιολογικό στο συγκεκριμένο γραφείο να παρουσιάζονται ιδιαίτερα μεγάλες αιχμές φωτισμού και θάμβωσης κατά τους χειμερινούς μήνες, που ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά στον ορίζοντα και, επομένως, εισχωρεί βαθύτερα στον χώρο.

Για τους παραπάνω λόγους, υποδηλώνεται η ανάγκη σκίασης, γι αυτό τον λόγο παρακάτω μελετώνται τρία βασικά σενάρια σκίασης, με την τοποθέτηση έξι, οχτώ και δέκα οριζόντιων περσίδων σκίασης, αντίστοιχα.

5.2.3 Δυναμικοί Δείκτες Φυσικού Φωτός για την υπάρχουσα κατάσταση θαλάμου νοσηλείας και γραφείων ιατρών

Παρακάτω γίνεται παράθεση του πίνακα των Δυναμικών δεικτών Φυσικού Φωτισμού της υφιστάμενης κατάστασης.

Η επεξήγηση κάθε δείκτη έχει γίνει στην προηγούμενη ενότητα.

	ΤΕΤΡΑΚΛΙΝΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ			ΓΡΑΦΕΙΟ 1(κοντά στο παράθυρο)			ΓΡΑΦΕΙΟ 2(μακριά από το παράθυρο)		
ΔΕΙΚΤΕΣ									
ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,3	1399	4685	0,61	2737	4485	0,56	2511	4485
ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,65	3053	4685	0,78	3477	4485	0,75	3359	4485
ΩΦΕΛΙΜΟΥ ΦΦ	0,78	3053	4685	0,76	3477	4485	0,75	3359	4485

Εικ.5.90 Πίνακας των δεικτών απόδοσης ΦΦ της υφιστάμενης κατάστασης θαλάμου και γραφείων ιατρών

Εμφανίζονται υψηλές τιμές αυτονομίας φυσικού φωτός για τα γραφεία ιατρών με νότιο προσαντολισμό που ελαχιστοποιούν την ανάγκη χρήσης τεχνητών μέσων φωτισμού. Όμως οι τιμές αυτές δεν μπορούν να θεωρηθούν εφαρμόσιμες λόγω των ιδιαίτερα υψηλών τιμών έντασης φυσικού φωτισμού αλλά και θάμβωσης για όλες τις θέσεις, που προκαλούν δυσφορία.

Παράλληλα, παρατηρούνται ιδιαίτερα χαμηλές τιμές αυτονομίας φυσικού φωτισμού για τον τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας με βόρειο προσανατολισμό, πράγμα που υπογραμμίζει την απαίτηση ενίσχυσης του φυσικού φωτισμού με συστήματα φωτισμού.

Για όλους τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω, παρουσιάζονται και αναλύονται παρακάτω τα εξής σενάρια σκίασης και φωτισμού :

- 1^ο Σενάριο : Τοποθέτηση ραφιού φωτισμού, εξωτερικά του παραθύρου του θαλάμου νοσηλείας, στο ύψος της ποδιάς του παραθύρου και έξι οριζοντίων ανακλαστικών περσίδων σκίασης, εξωτερικά των παραθύρων των γραφείων ιατρών.

Τα επόμενα δύο σενάρια αφορούν αποκλειστικά τα γραφεία ιατρών.

- 2^ο Σενάριο : Τοποθέτηση οχτώ οριζοντίων ανακλαστικών περσίδων σκίασης, εξωτερικά των παραθύρων των γραφείων ιατρών.

- 3^ο Σενάριο : Τοποθέτηση δέκα οριζοντίων ανακλαστικών περσίδων σκίασης, εξωτερικά των παραθύρων των γραφείων ιατρών.

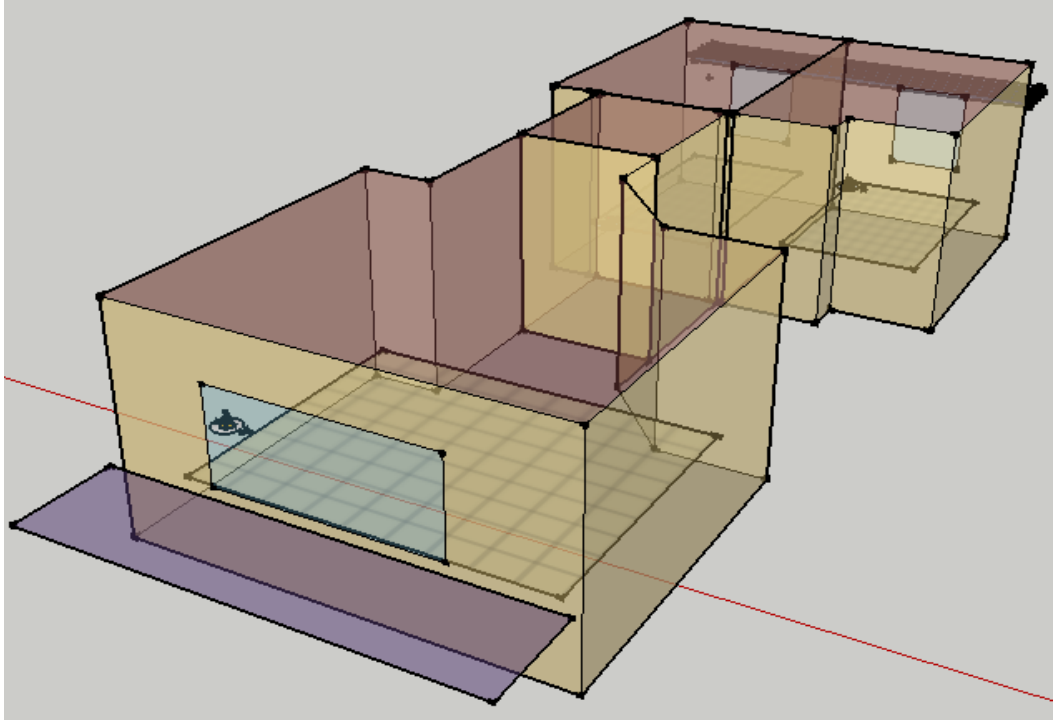
5.2.4 1^ο Σενάριο Σκίασης - Φωτισμού

Για το πρώτο σενάριο σκίασης εξετάστηκε η περίπτωση τοποθέτησης οριζόντιου ραφιού φωτισμού, εξωτερικά του παραθύρου του θαλάμου νοσηλείας, στο ύψος της ποδιάς του παραθύρου (δηλαδή σε ύψος 1,18μ από την βάση του ορόφου), με μήκος όσο το μήκος της βορινής όψης του θαλάμου και με πλάτος 1,50μ. Για τα γραφεία ιατρών εξετάστηκε η τοποθέτηση έξι οριζοντίων ανακλαστικών περσίδων σκίασης, εξωτερικά των παραθύρων, με μήκος όσο το μήκος της νότιας πρόσοψης των γραφείων, με πλάτος 0,217μ και κλίση 45^ο η κάθεμία, όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.

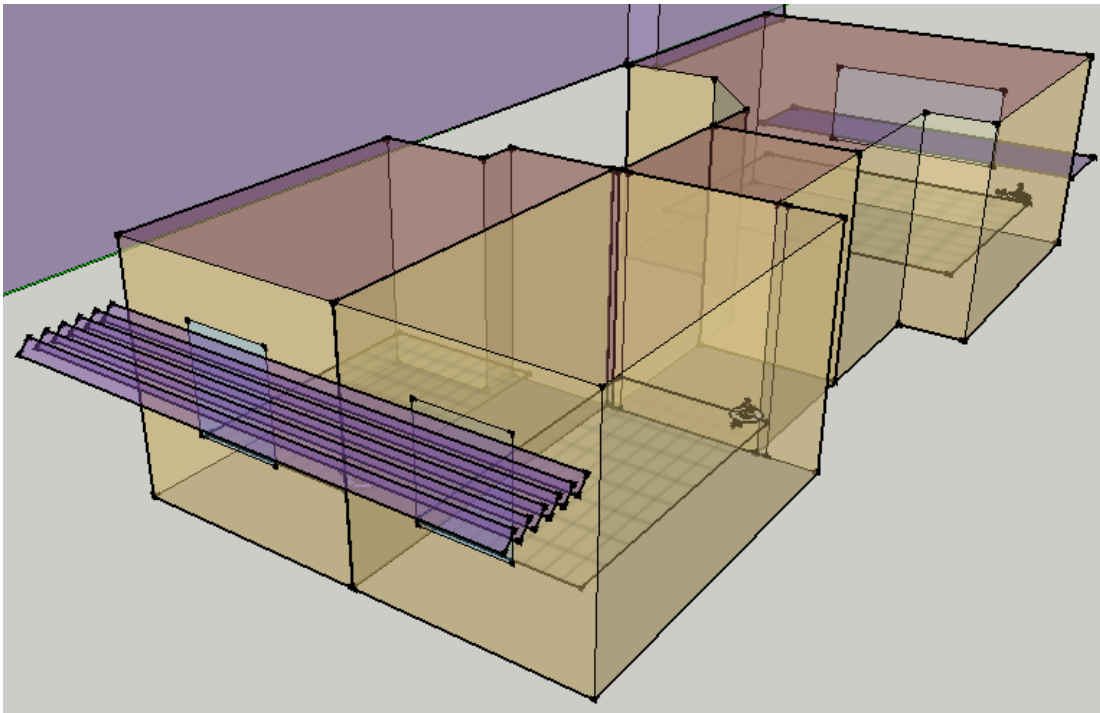
Το ύψος του ραφιού φωτισμού, καθώς και το πλάτος του οριστικοποιήθηκαν μετά από αρκετές δοκιμές, ώστε να προσφέρεται η βέλτιστη απόδοσή του.

Το σύστημα σκίασης των γραφείων και το σύστημα φωτισμού του θαλάμου τοποθετήθηκαν σε απόσταση 0,20μ από την όψη του θαλάμου και των γραφείων.

Μελετήθηκαν οι ίδιες τέσσερις θέσεις και για τις ίδιες τέσσερις ημερομηνίες, όπως και στην υφιστάμενη κατάσταση.

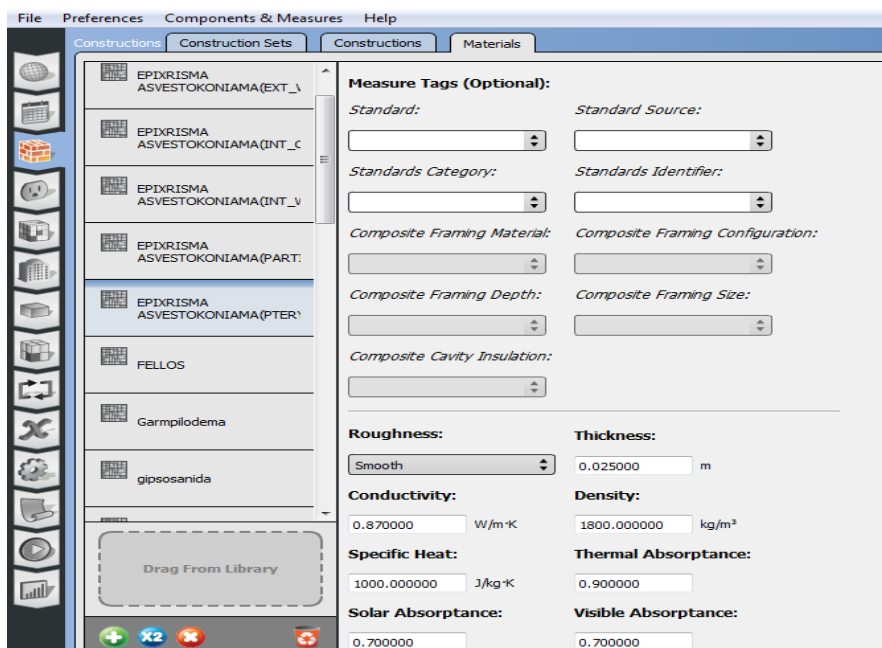
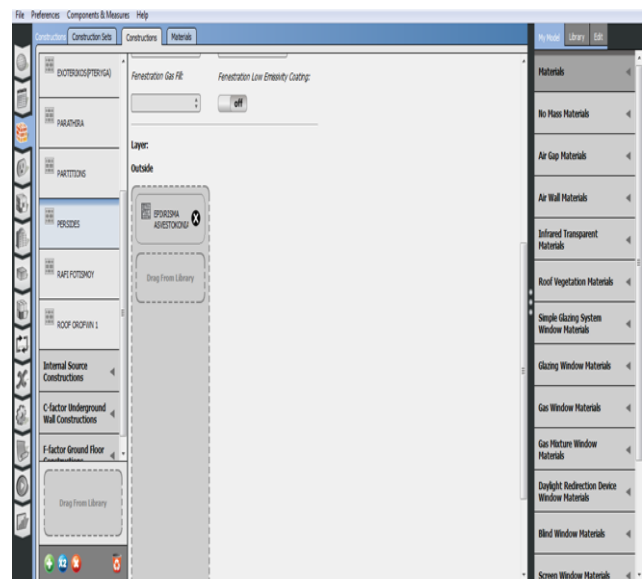
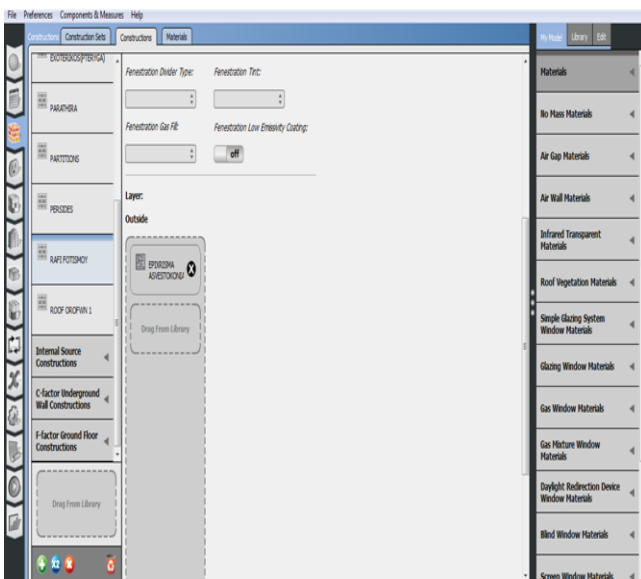
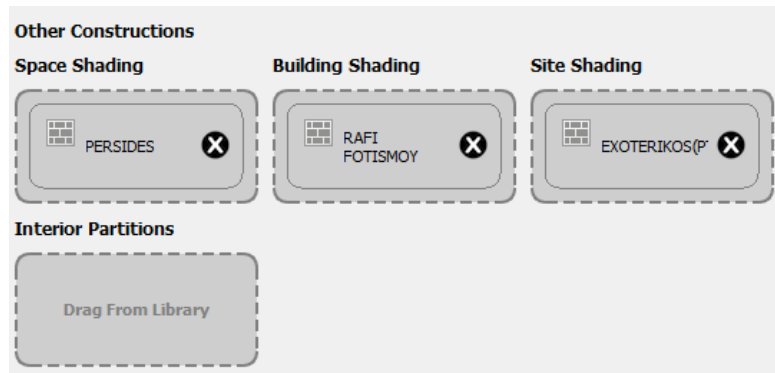


Εικ.5.91 Θάλαμος νοσηλείας με εξωτερικό, οριζόντιο, ανακλαστικό ράφι φωτισμού στο σχεδιαστικό πρόγραμμα Sketch_up.



Εικ.5.92 Γραφεία ιατρών με εξωτερικές, οριζόντιες περσίδες σκίασης στο σχεδιαστικό πρόγραμμα Sketch_up.

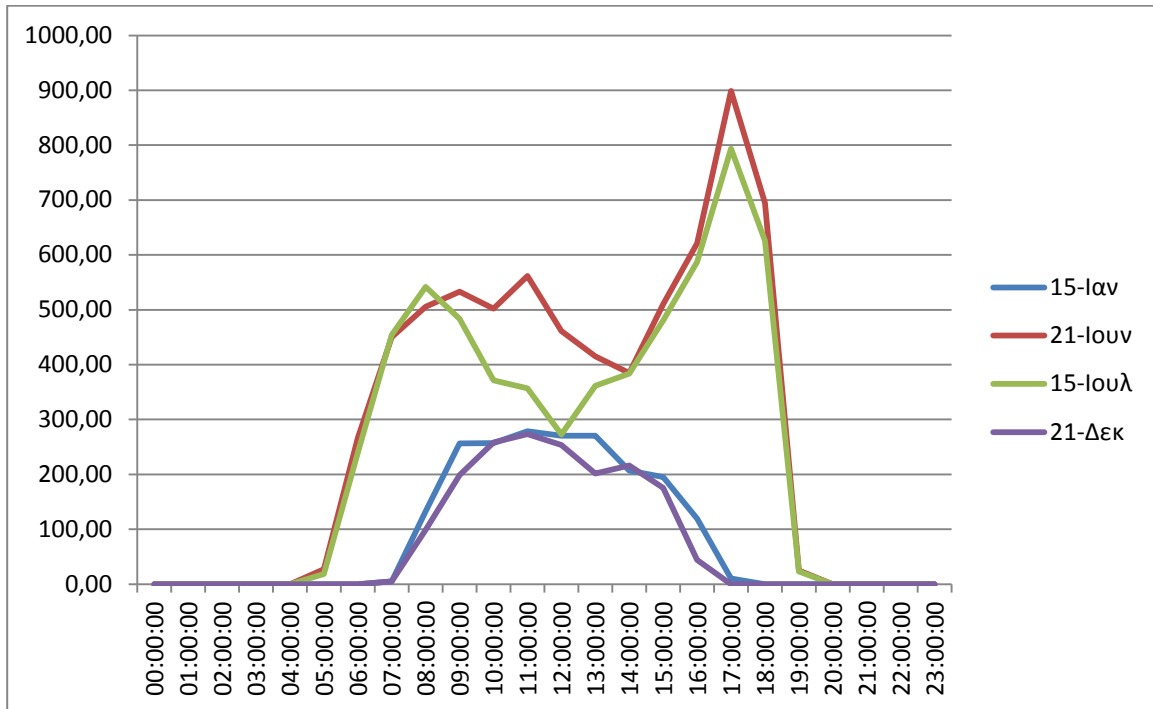
Εισήχθηκαν στην πλατφόρμα του OpenStudio τα δομικά στοιχεία που αντιπροσωπεύουν τις περιόδους και το ράφι φωτισμού, καθώς και τα υλικά με τις ιδιότητές τους, που τα απαρτίζουν, όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



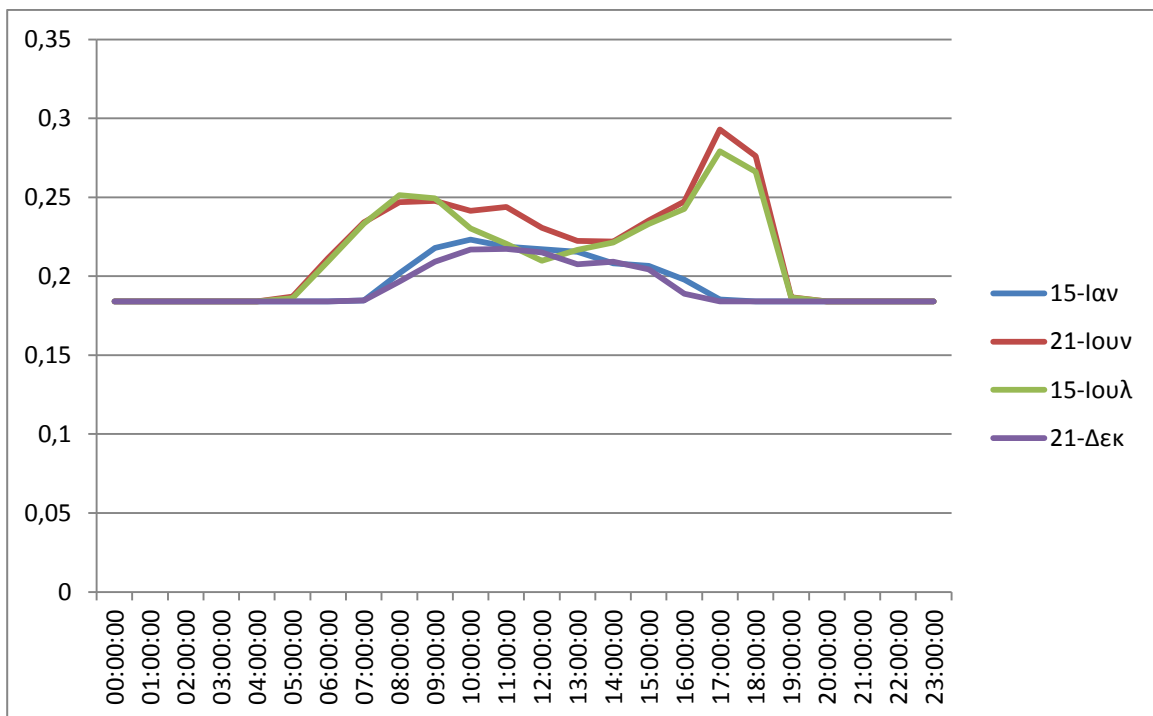
Εικ.5.93 Εισαγωγή για των δομικών στοιχείων περιόδων και ράφι φωτισμού στην πλατφόρμα του OpenStudio.

5.2.4.1 Αποτελέσματα 1^ο Σεναρίου Φωτισμού για τον τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας

Θέση 1 θαλάμου νοσηλείας

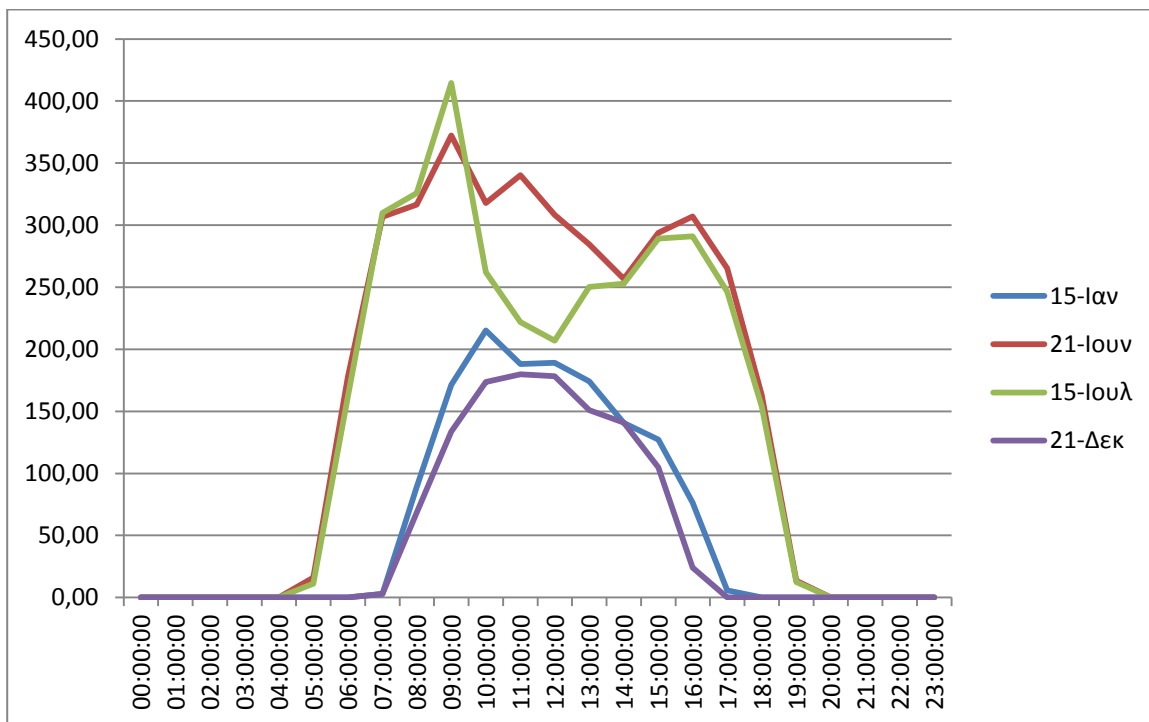


Εικ.5.94 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 1»

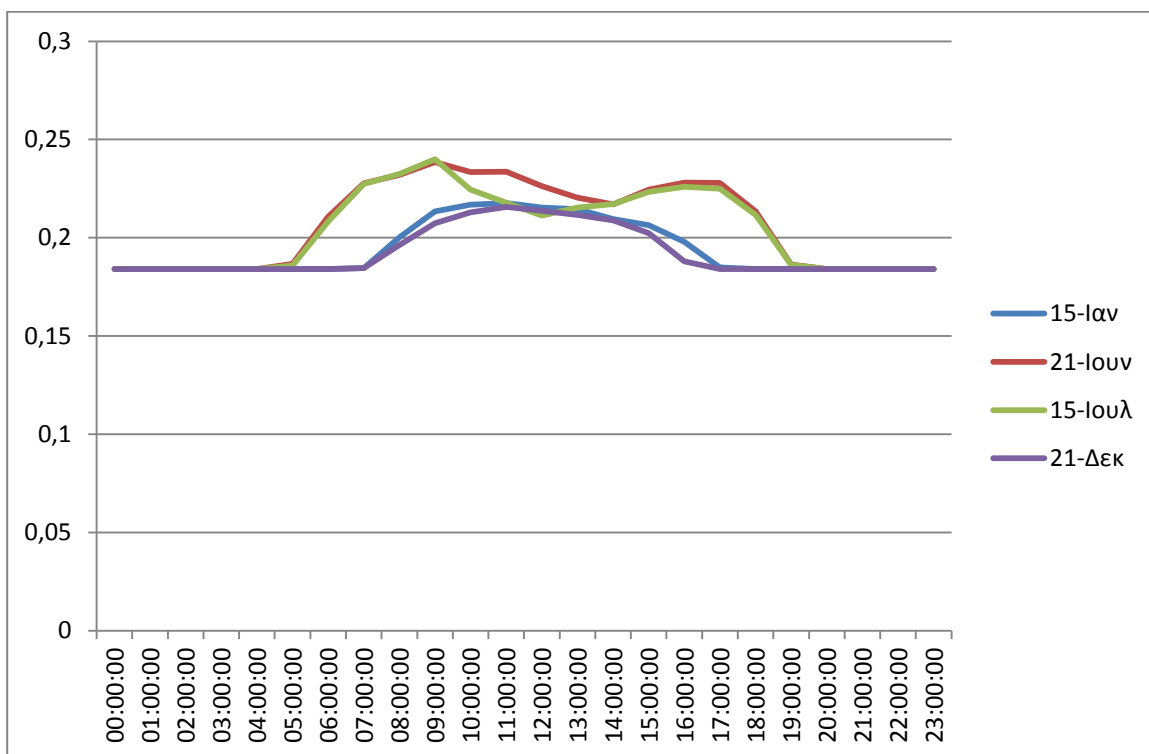


Εικ.5.95 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 1»

Θέση 2 θαλάμου νοσηλείας

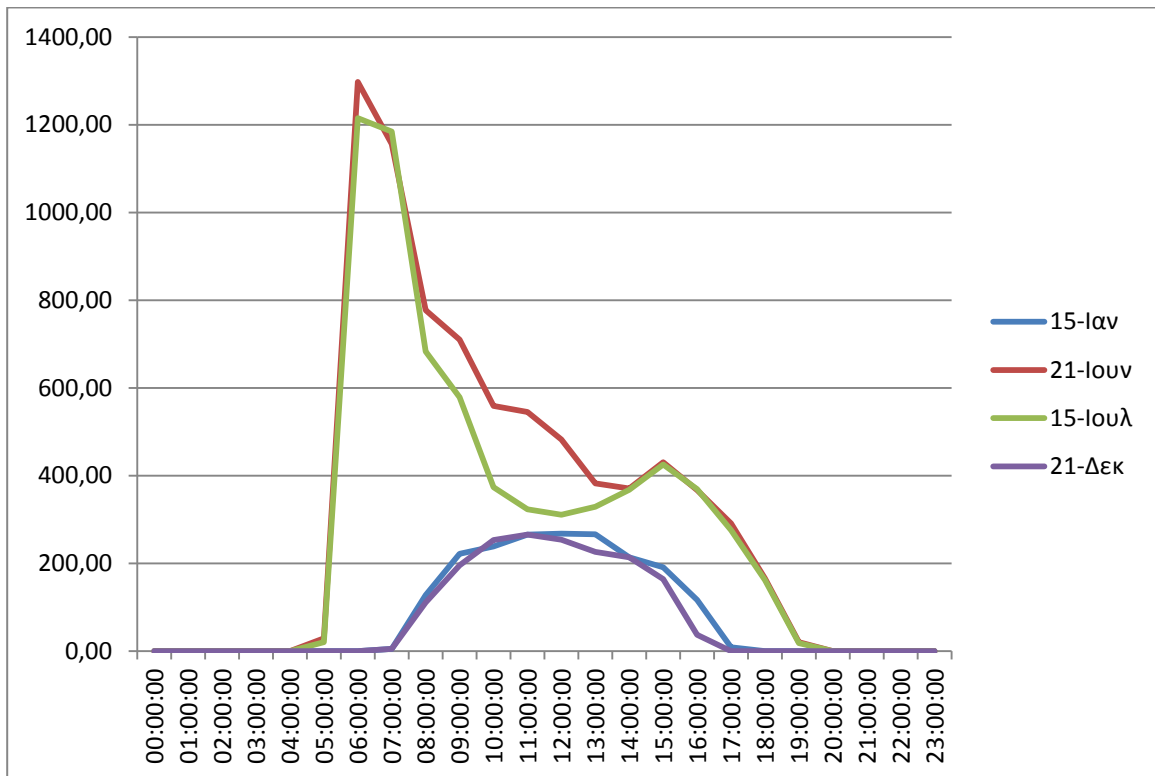


Εικ.5.96 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 2»

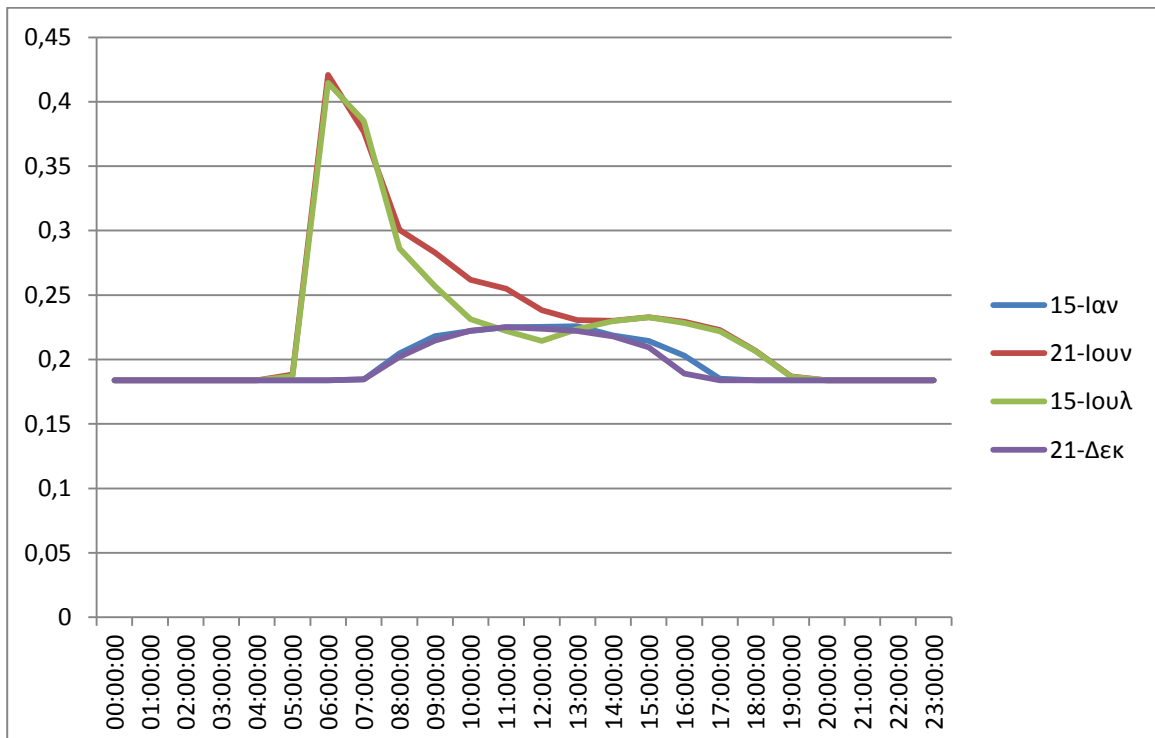


Εικ.5.97 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 2»

Θέση 3 θαλάμου νοσηλείας

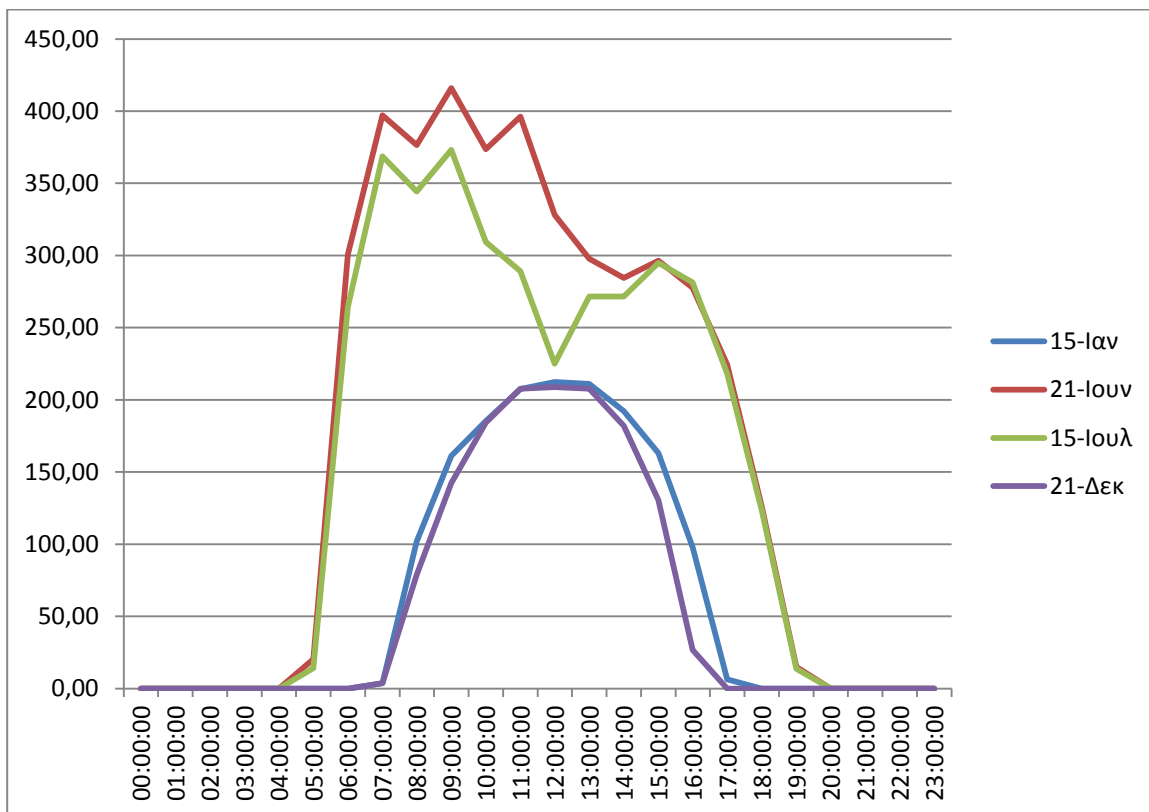


Εικ.5.98 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 3»

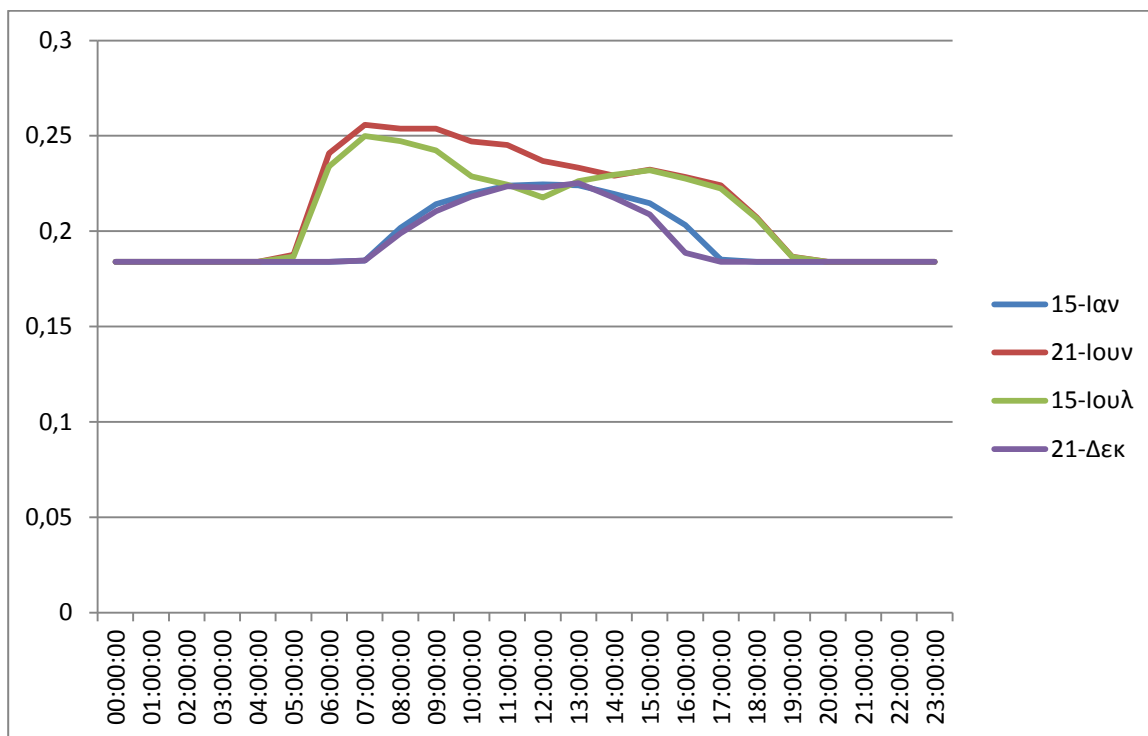


Εικ.5.99 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 3»

Θέση 4 θαλάμου νοσηλείας



Εικ.5.100 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 4»



Εικ.5.101 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 4»

Γενικά συμπεράσματα :

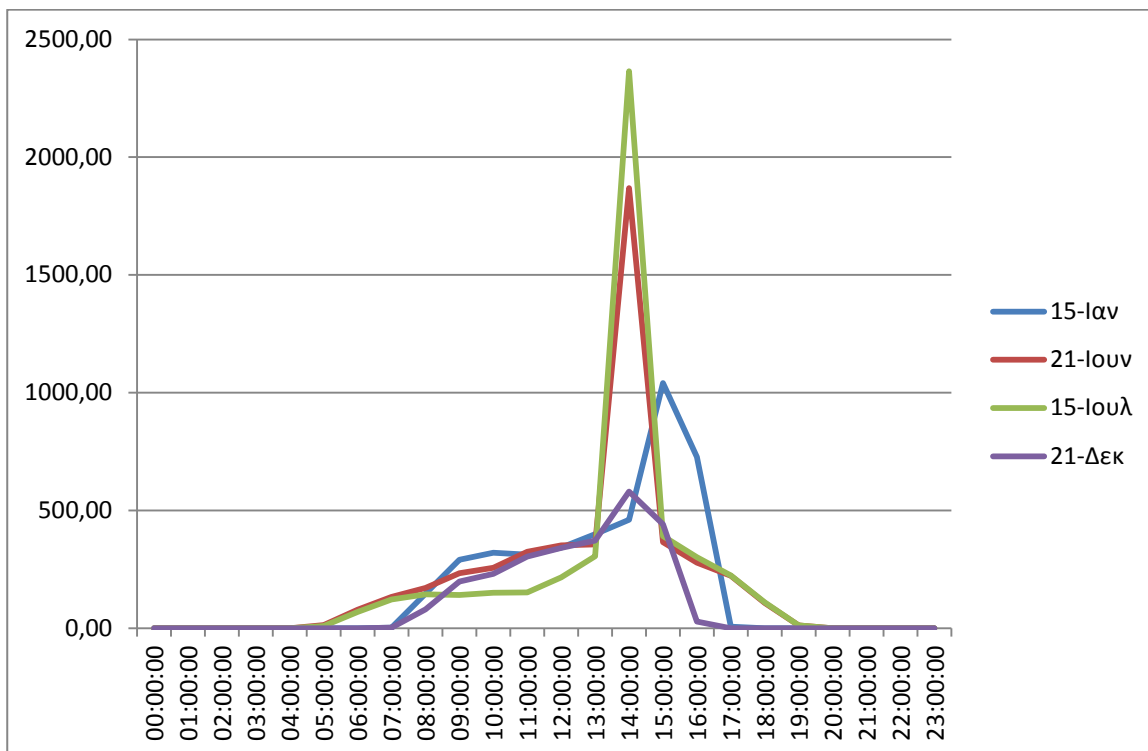
Όπως παρατηρείται στα παραπάνω διαγράμματα, τα μη ανεκτά κατώτατα επίπεδα έντασης φωτισμού συνεχίζουν να υπάρχουν κατά τους χειμερινούς μήνες με εμφανώς μεγάλη αύξηση των τιμών τους. Όσο για τους θερινούς μήνες, παρουσιάστηκε αισθητή βελτίωση για τις θέσεις 2 και 4, που αντιμετώπιζαν πρόβλημα, μετά την τοποθέτηση του ραφιού φωτισμού.

Βλέπουμε ότι :

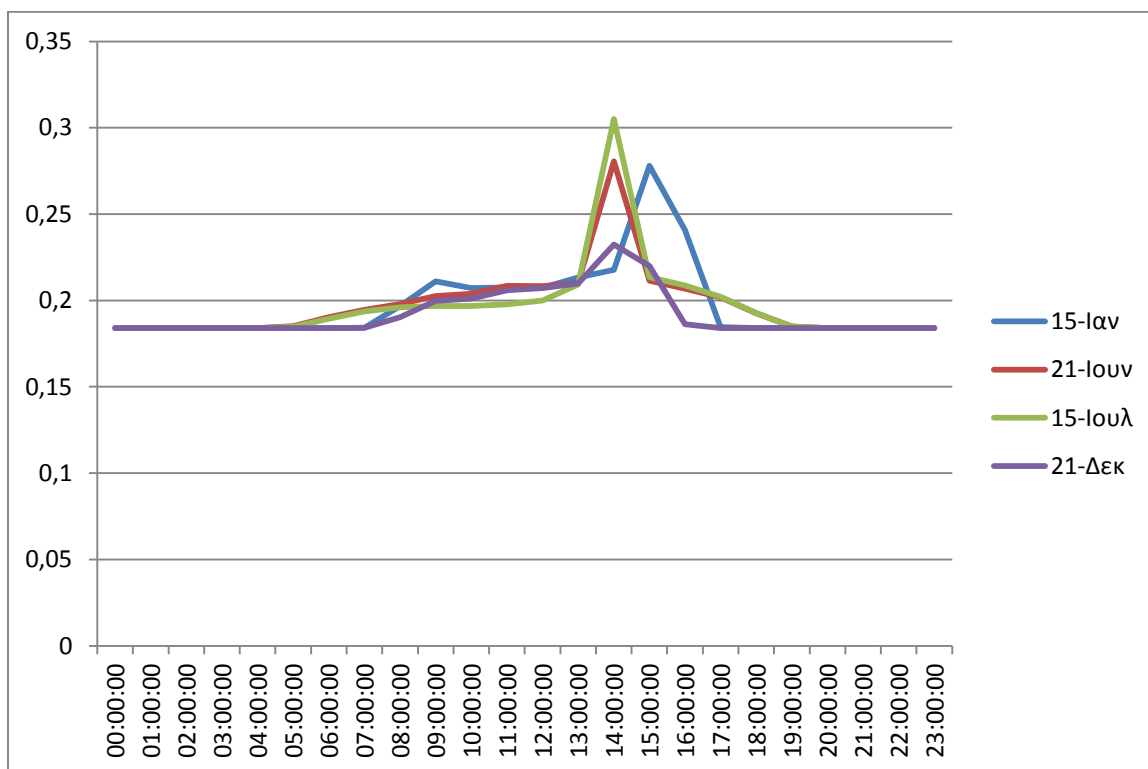
- Για την θέση 1 υπάρχει αρκετά μεγάλη βελτίωση κατά τους χειμερινούς μήνες με τα επίπεδα έντασης φωτισμού, καθώς και για τους θερινούς, χωρίς ωστόσο να υπερβαίνονται τα όρια της θάμβωσης.
- Για την θέση 2, όπως ήδη αναφέρθηκε, εμφανίζεται ιδιαίτερη βελτίωση καθ' όλη την διάρκεια του έτους, χωρίς ωστόσο κατά τους χειμερινούς μήνες να επιτυγχάνεται το κατώτερο όριο φωτισμού των 300 lux.
- Για την θέση 3 παρατηρείται και εκεί βελτίωση των μεγεθών φυσικού φωτισμού, με μια μικρή αιχμή στην θάμβωση κατά τους θερινούς μήνες και κατά τις πρωινές ώρες 06:00-07:00.
- Για την θέση 4, όπως και για την θέση 2, η αύξηση των τιμών της έντασης φωτισμού είναι εμφανής καθ' όλη την διάρκεια του έτους, με τους θερινούς μήνες να βρίσκονται πλέον σε επιθυμητά επίπεδα.

5.2.4.2 Αποτελέσματα 1^ο Σεναρίου Σκίασης για τα γραφεία ιατρών

Γραφείο 1 (κοντά στο παράθυρο)

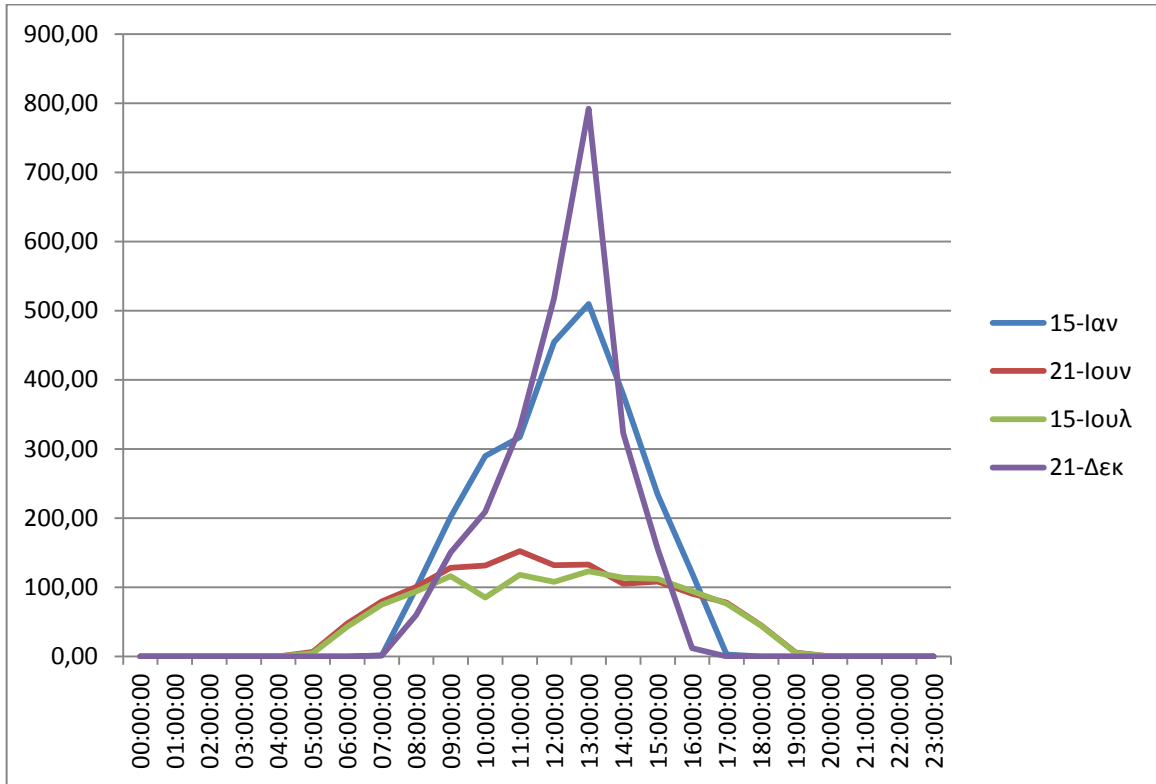


Εικ.5.102 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

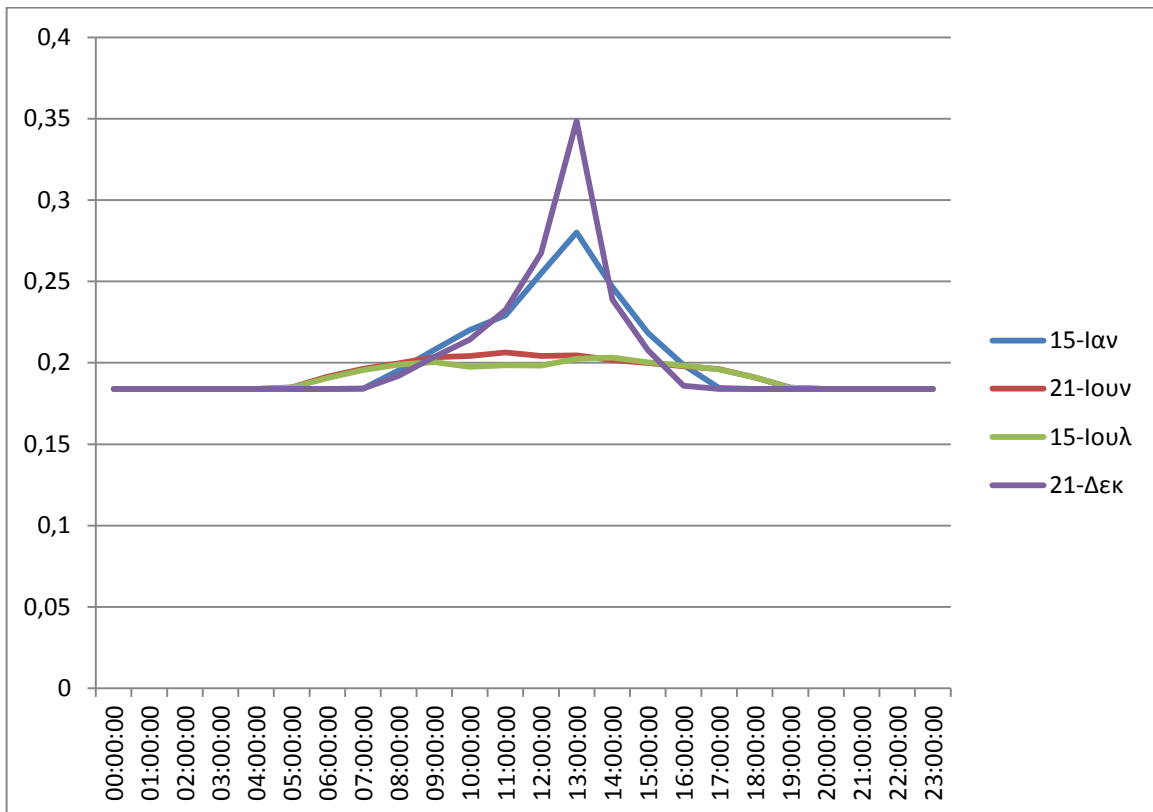


Εικ.5.103 Τιμές θάμβωσης για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

Γραφείο 2 (μακριά από το παράθυρο)



Εικ.5.104 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο



Εικ.5.105 Τιμές θάμβωσης για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο

Όπως εύκολα παρατηρείται, οι αιχμές της θάμβωσης μειώθηκαν σε βαθμό φυσιολογικών ορίων και για τις δύο θέσεις γραφείων.

Αξίζει να αναφερθούν ωστόσο, τα ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα φωτισμού κατά τους θερινούς μήνες για το γραφείο που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο και βαθιά μέσα στο χώρο, κάτι που είναι απολύτως φυσιολογικό αν σκεφτεί κανείς την θέση του ήλιου ψηλά στον ορίζοντα την συγκεκριμένη εποχή.

5.2.4.3 Δυναμικοί Δείκτες Φυσικού Φωτός θαλάμου νοσηλείας και γραφείων ιατρών για το 1^ο Σενάριο Σκίασης

	ΤΕΤΡΑΚΛΙΝΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ			ΓΡΑΦΕΙΟ 1(κοντά στο παράθυρο)			ΓΡΑΦΕΙΟ 2(μακριά από το παράθυρο)		
ΔΕΙΚΤΕΣ									
ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,57	2675	4685	0,33	1475	4485	0,3	1342	4485
ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,77	3608	4685	0,62	2803	4485	0,6	2672	4485
ΩΦΕΛΙΜΟΥ ΦΦ	0,83	3608	4685	0,72	2803	4485	0,7	2672	4485

Εικ.5.106 Πίνακας των δεικτών απόδοσης ΦΦ θαλάμου και γραφείων ιατρών για το 1^ο σενάριο σκίασης-φωτισμού

Η αύξηση των δεικτών αυτονομίας φυσικού φωτισμού για τον βορινό, τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας ήταν αναμενόμενη, μετά την τοποθέτηση του ανακλαστικού ραφίου φωτισμού, καθώς αυξήθηκαν τα επίπεδα της έντασης του φωτισμού στον χώρο.

Αντίστοιχα, προβλέψιμη είναι και η αρκετά μεγάλη μείωση των δεικτών φυσικού φωτισμού για τα γραφεία ιατρών με νότια όψη, μετά την τοποθέτηση του συστήματος σκίασης των οριζόντιων ανακλαστικών περσίδων, αφού και η ένταση φωτισμού αλλά και η θάμβωση μειώθηκαν αισθητά.

5.2.5 2^ο Σενάριο Σκίασης

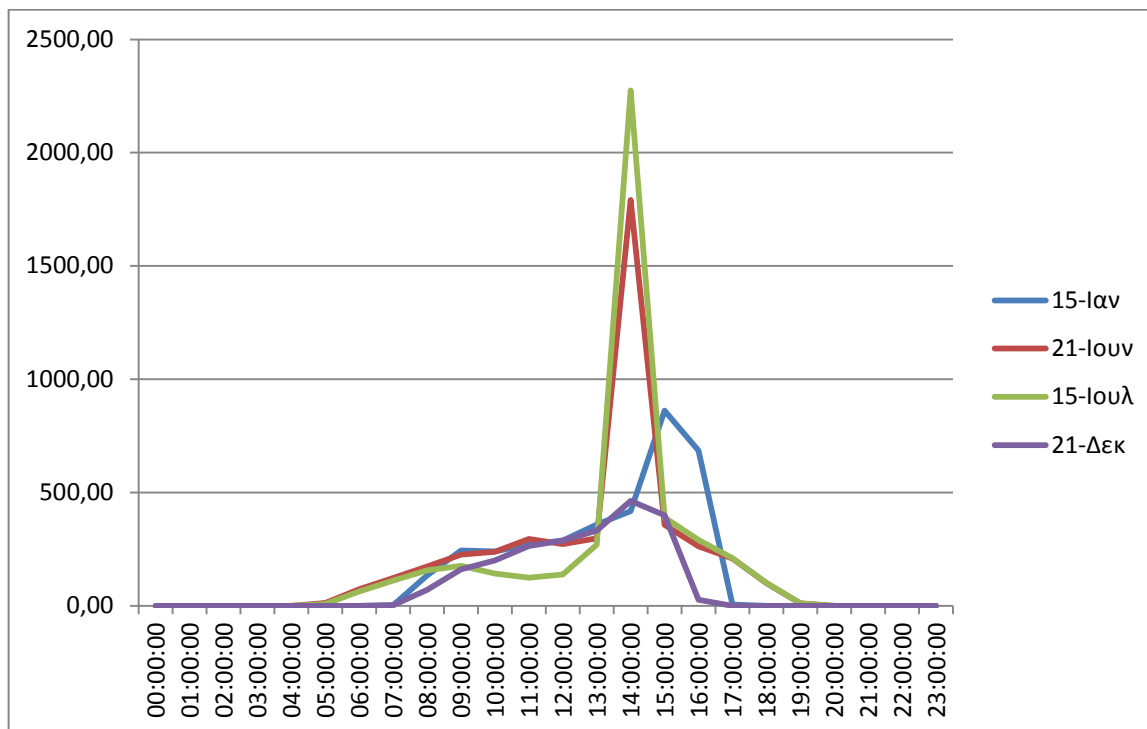
Για το δεύτερο σενάριο σκίασης εξετάστηκε η τοποθέτηση οχτώ οριζοντίων ανακλαστικών περσίδων σκίασης, εξωτερικά των παραθύρων των γραφείων ιατρών, με μήκος όσο το μήκος της νότιας πρόσοψης των γραφείων, με πλάτος 0,217μ και κλίση 45^0 η καθεμία, όπως ακριβώς και στο πρώτο σενάριο σκίασης για τα γραφεία ιατρών.

Το σύστημα σκίασης τοποθετήθηκε σε απόσταση 0,20μ από την όψη του θαλάμου νοσηλείας.

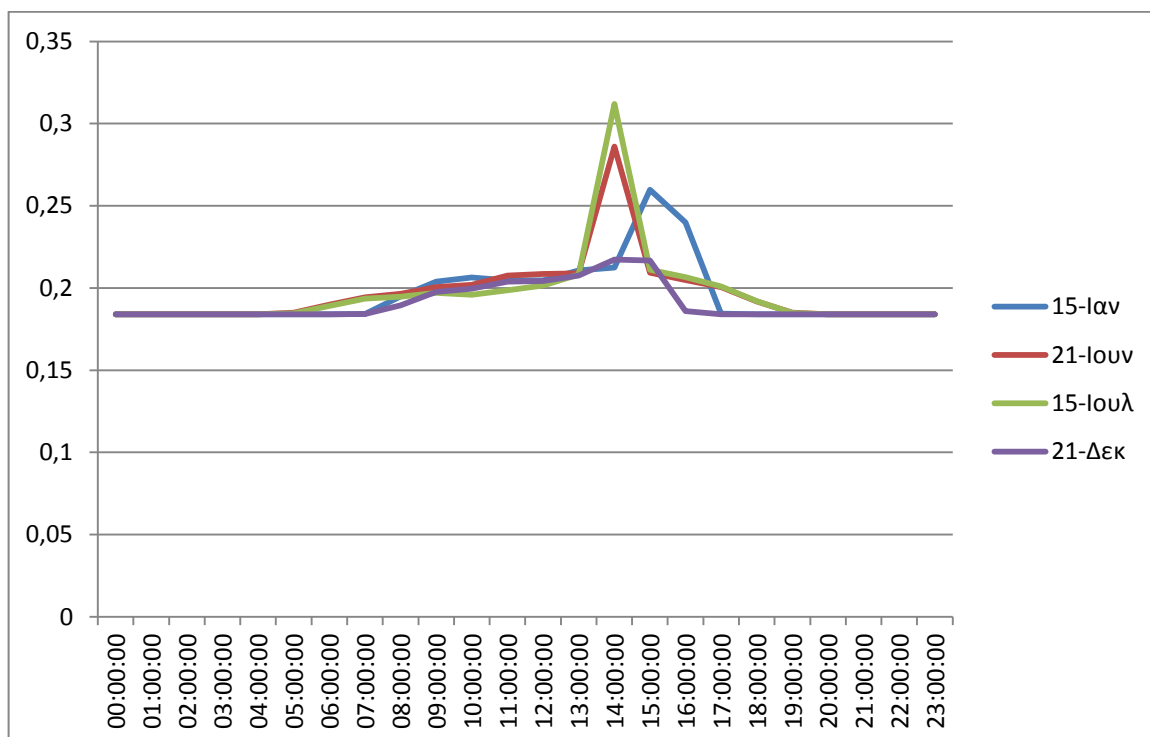
Μελετήθηκαν οι ίδιες τέσσερις θέσεις και για τις ίδιες τέσσερις ημερομηνίες, όπως στην υφιστάμενη κατάσταση και στο πρώτο σενάριο σκίασης.

5.2.5.1 Αποτελέσματα 2^ο Σεναρίου Σκίασης για τα γραφεία ιατρών

Γραφείο 1 (κοντά στο παράθυρο)

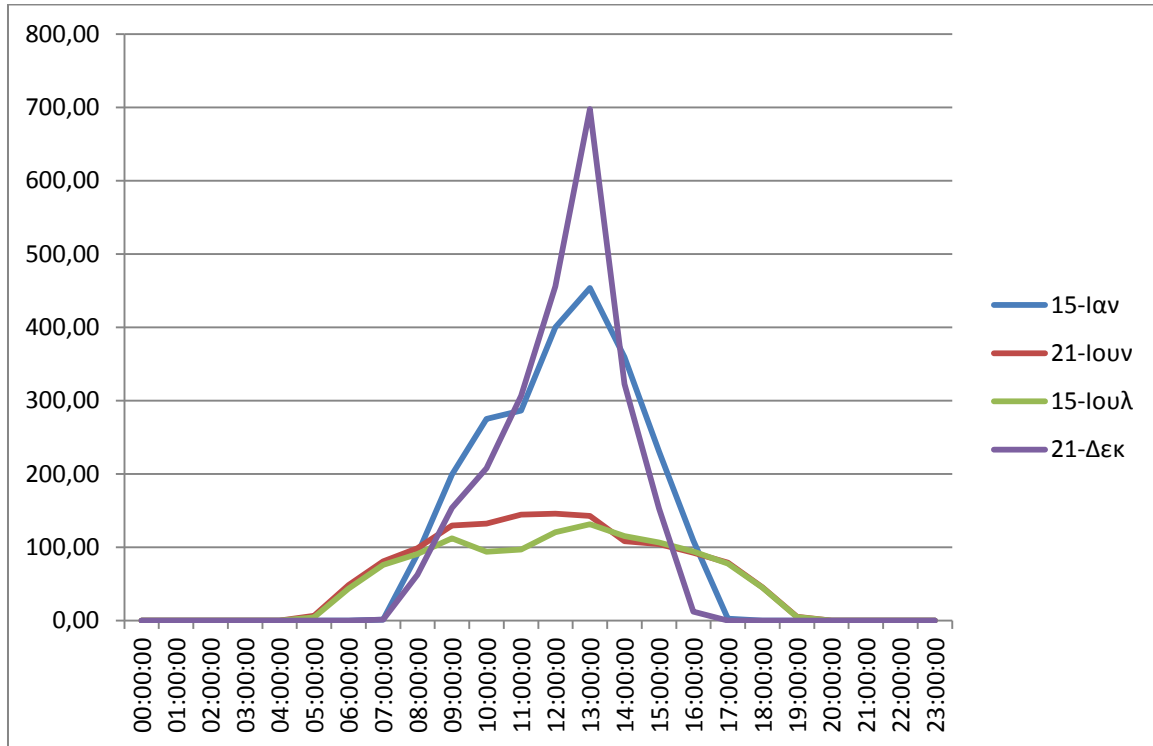


Εικ.5.107 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

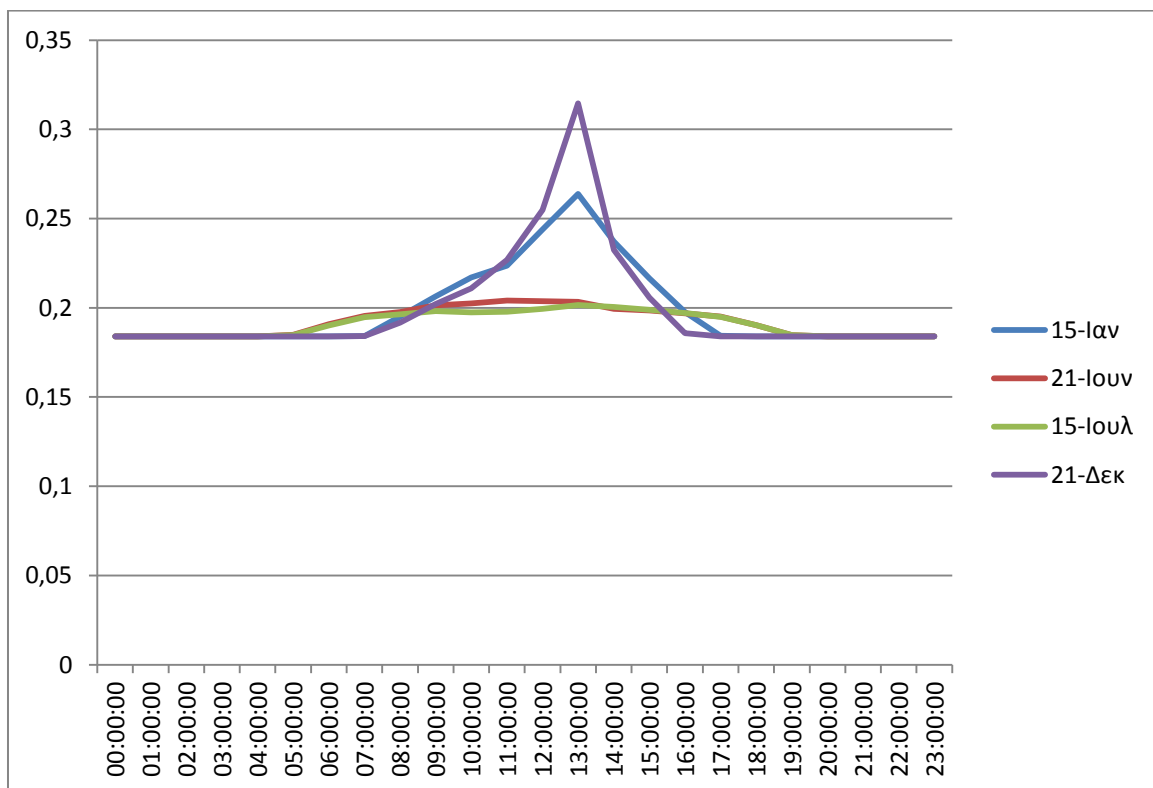


Εικ.5.108 Τιμές θάμβωσης για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

Γραφείο 2 (μακριά από το παράθυρο)



Εικ.5.109 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο



Εικ.5.110 Τιμές Θάμβωσης για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο

Και για τα δύο γραφεία παρατηρούμε ακόμη πιο μειωμένες τιμές έντασης φωτισμού και θάμβωσης (σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση και το πρώτο σενάριο σκίασης), εντός των επιτρεπόμενων ορίων, πλην της έντασης φωτισμού για το γραφείο 2 κατά τους θερινούς μήνες, όπου μειώθηκε σε ακόμα πιο χαμηλά επίπεδα σε σχέση με το πρώτο σενάριο σκίασης.

5.2.5.2 Δυναμικοί Δείκτες Φυσικού Φωτός των γραφείων ιατρών για το 2^ο Σενάριο Σκίασης

	ΓΡΑΦΕΙΟ 1(κοντά στο παράθυρο)			ΓΡΑΦΕΙΟ 2(μακριά από το παράθυρο)		
ΔΕΙΚΤΕΣ						
ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,28	1245	4485	0,25	1127	4485
ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,59	2645	4485	0,56	2523	4485
ΩΦΕΛΙΜΟΥ ΦΦ	0,7	2645	4485	0,67	2523	4485

Εικ.5.111 Πίνακας των δεικτών απόδοσης ΦΦ των γραφείων ιατρών για το 2^ο σενάριο σκίασης

Μικρή είναι η μείωση των δεικτών φυσικού φωτισμού για τα γραφεία ιατρών με νότια όψη, μετά την τοποθέτηση δύο επιπλέον οριζόντιων ανακλαστικών περσίδων σε σχέση με το πρώτο σενάριο σκίασης, όπως παρατηρούμε στον παραπάνω πίνακα.

5.2.6 3^ο Σενάριο Σκίασης

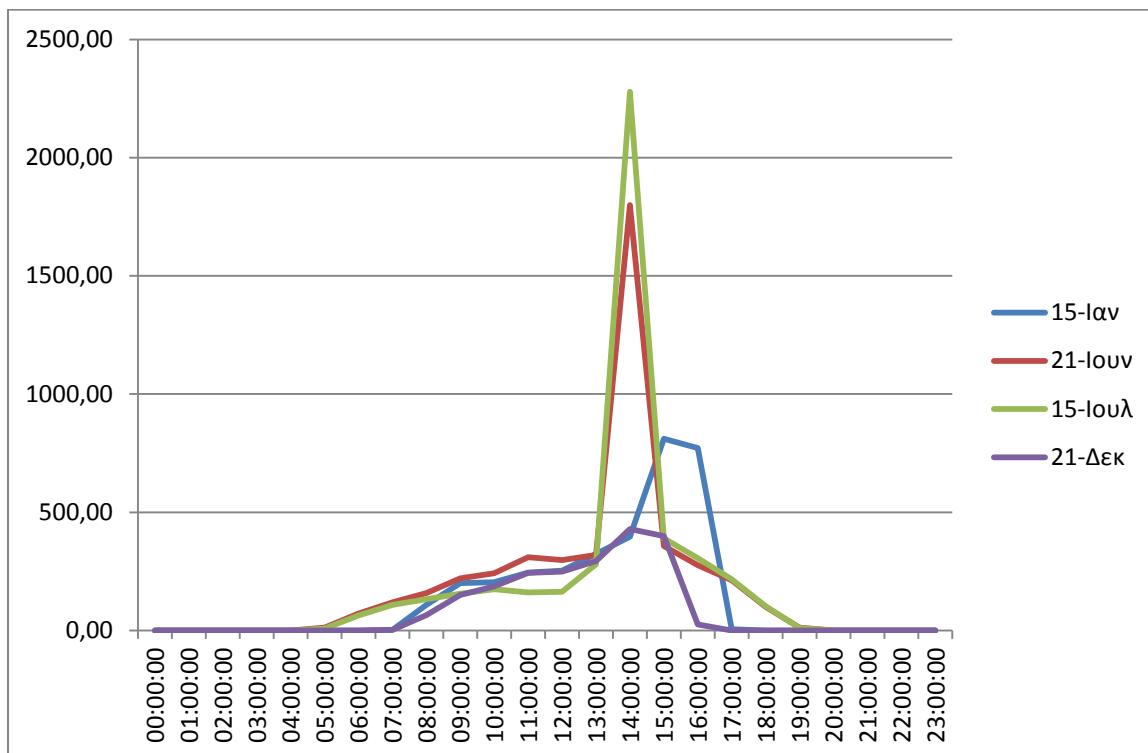
Για το δεύτερο σενάριο σκίασης εξετάστηκε η τοποθέτηση δέκα οριζοντίων ανακλαστικών περσίδων σκίασης, εξωτερικά των παραθύρων των γραφείων ιατρών, με μήκος όσο το μήκος της νότιας πρόσοψης των γραφείων, με πλάτος 0,217μ και κλίση 45^0 η καθεμία, όπως ακριβώς και στα δύο προηγούμενα σενάρια σκίασης για τα γραφεία ιατρών.

Το σύστημα σκίασης τοποθετήθηκε σε απόσταση 0,20μ από την όψη του θαλάμου νοσηλείας.

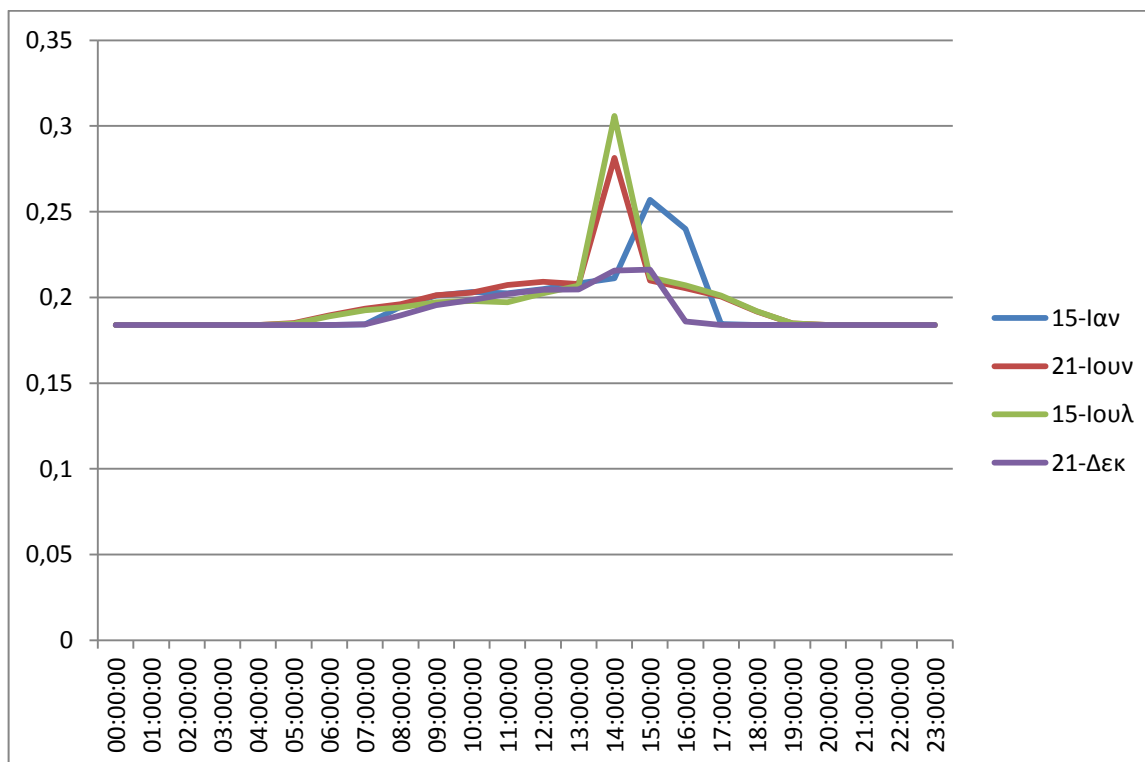
Μελετήθηκαν οι ίδιες τέσσερις θέσεις και για τις ίδιες τέσσερις ημερομηνίες, όπως στην υφιστάμενη κατάσταση και στα προηγούμενα σενάρια σκίασης.

5.2.6.1 Αποτελέσματα 3^ο Σεναρίου Σκίασης για τα γραφεία ιατρών

Γραφείο 1 (κοντά στο παράθυρο)

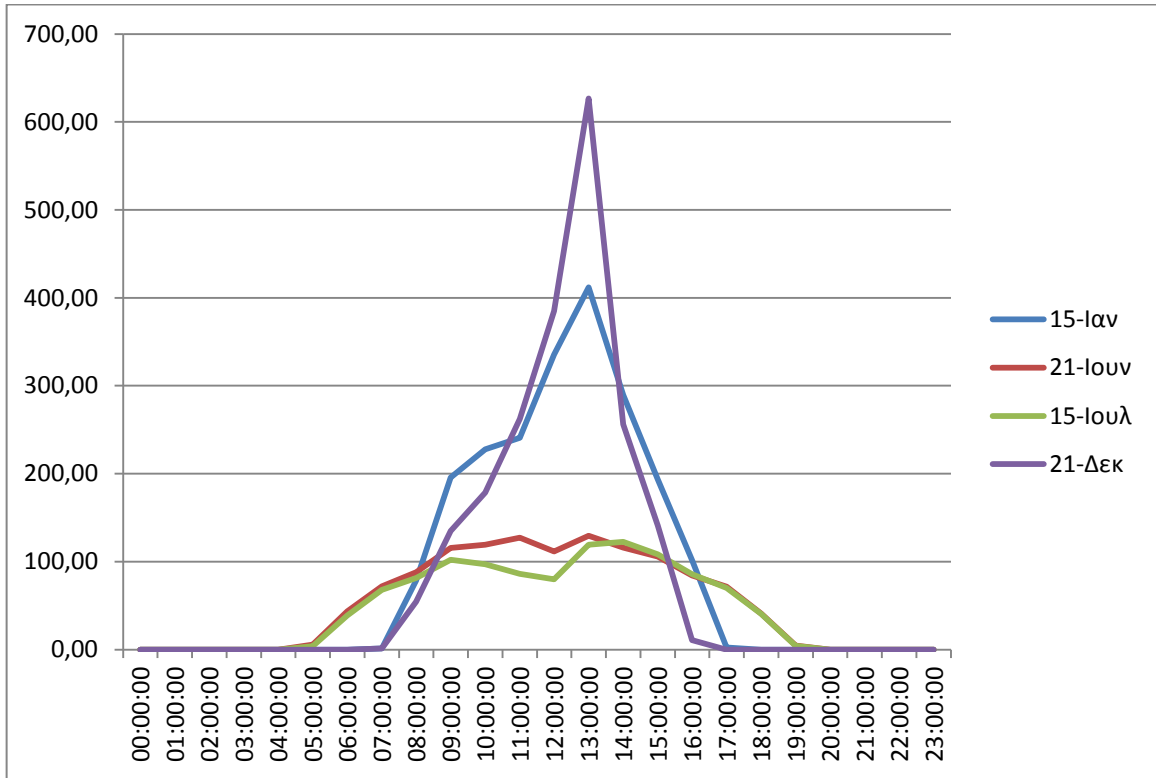


Εικ.5.112 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

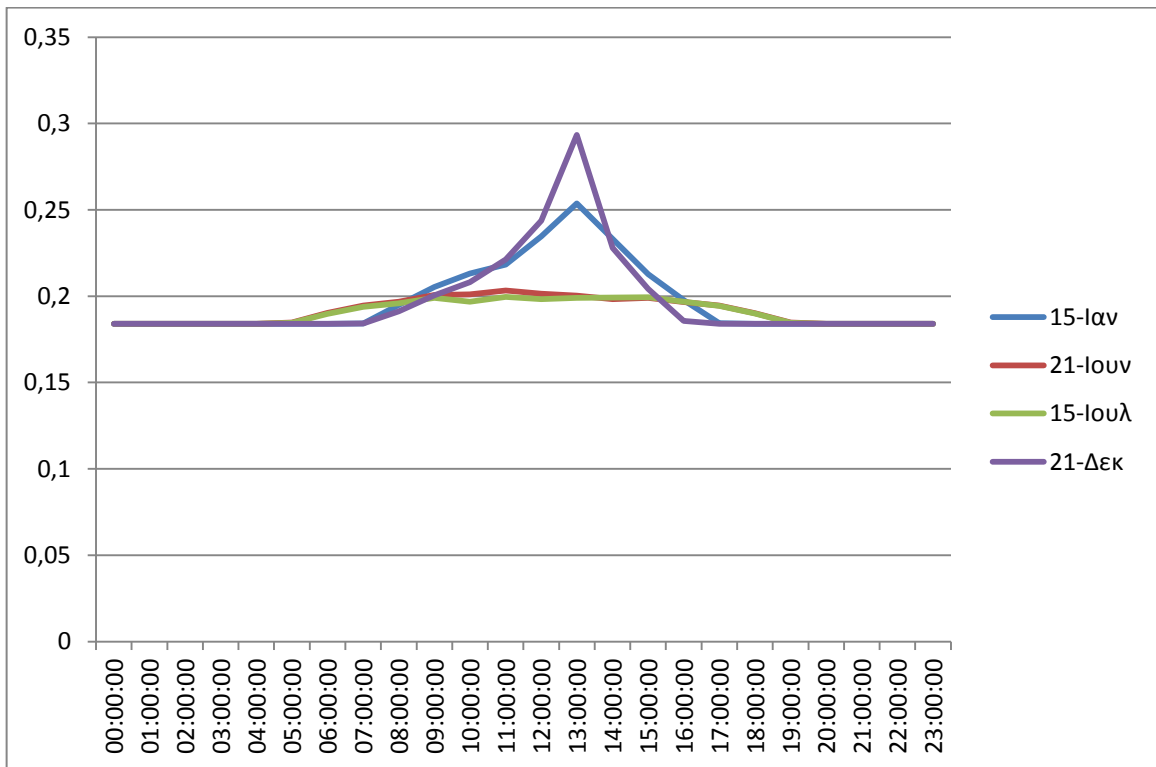


Εικ.5.113 Τιμές θάμβωσης για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

Γραφείο 2 (μακριά από το παράθυρο)



Εικ.5.114 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο



Εικ.5.115 Τιμές θάμβωσης για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο

Τα αποτελέσματα είναι παρεμφερή με τα προηγούμενα δύο σενάρια σκίασης για τα γραφεία των ιατρών με ανεκτές τιμές φωτισμού και θάμβωσης και για τις δύο θέσεις γραφείων, εκτός των τιμών έντασης φωτισμού για το γραφείο 2 κατά την διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών.

5.2.6.2 Δυναμικοί Δείκτες Φυσικού Φωτός των γραφείων ιατρών για το 3^ο Σενάριο Σκίασης

	ΓΡΑΦΕΙΟ 1(κοντά στο παράθυρο)			ΓΡΑΦΕΙΟ 2(μακριά από το παράθυρο)		
ΔΕΙΚΤΕΣ						
ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,23	1042	4485	0,21	936	4485
ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,56	2504	4485	0,53	2370	4485
ΩΦΕΛΙΜΟΥ ΦΦ	0,68	2504	4485	0,65	2370	4485

Εικ.5.116 Πίνακας των δεικτών απόδοσης ΦΦ των γραφείων ιατρών για το 3^ο σενάριο σκίασης

Κι εδώ αρκετά μικρή είναι η μείωση των τιμών των δεικτών αυτονομίας φυσικού φωτισμού για τα γραφεία των ιατρών. Όπως φαίνεται, η προσθήκη επιπλέον δύο ανακλαστικών περσίδων σκίασης (σε σχέση με το προηγούμενο σενάριο σκίασης) δεν επιφέρει δραστηκές αλλαγές στα ποσοστά αυτονομίας φυσικού φωτισμού.

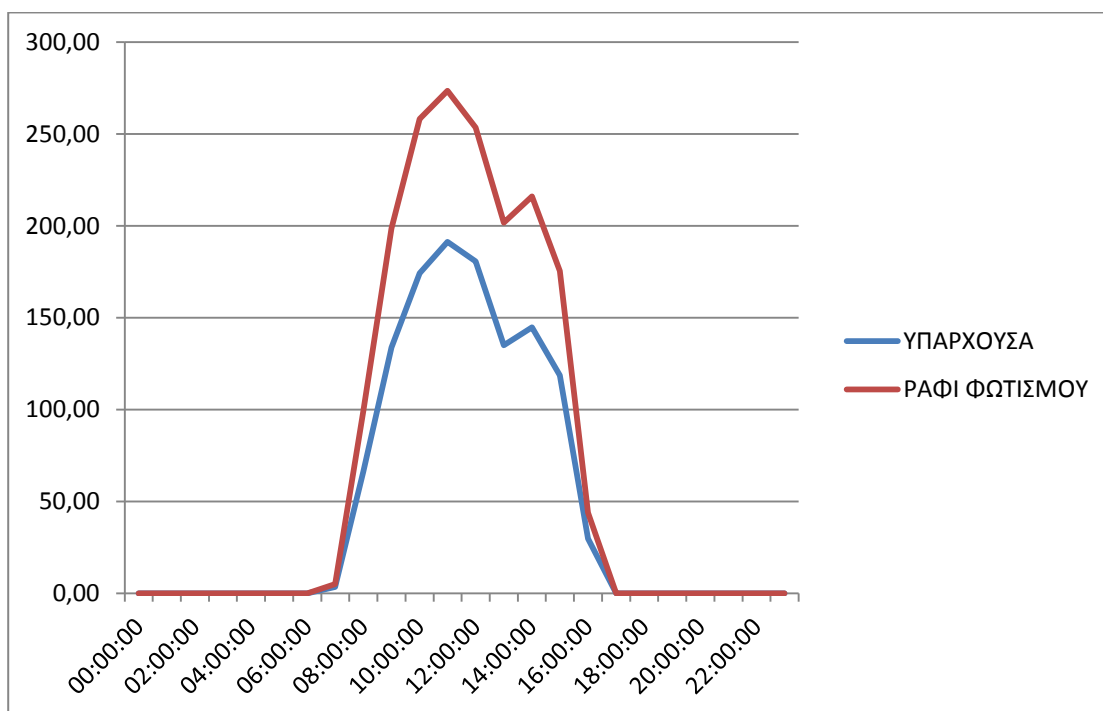
5.2.7 Σύγκριση αποτελεσμάτων για την υπάρχουσα κατάσταση και τα τρία σενάρια σκίασης-φωτισμού που εξετάστηκαν

Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά και με την μορφή διαγραμμάτων η επίδραση των βελτιωτικών σεναρίων σκίασης και φωτισμού που εξετάστηκαν, σε σχέση με την υπάρχουσα κατάσταση για τον τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας και τα γραφεία ιατρών.

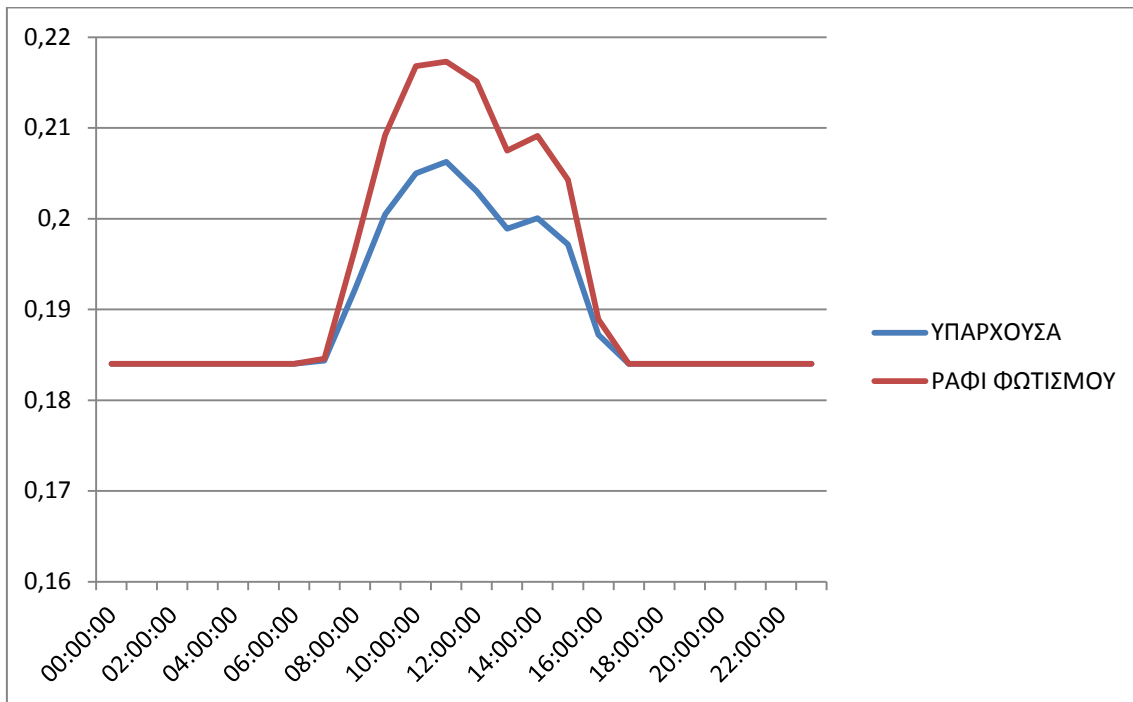
5.2.7.1 Τετράκλιнос θάλαμος νοσηλείας

Στα διαγράμματα που ακολουθούν φαίνεται για κάθε μία από τις τέσσερις εξεταζόμενες θέσεις, για την ημερομηνία που παρουσιάζεται εντονότερο πρόβλημα φωτισμού σε κάθε μία από αυτές αντίστοιχα, η συμβολή του συστήματος φωτισμού του σεναρίου που μελετήθηκε.

Θέση 1 θαλάμου νοσηλείας – 21 Δεκεμβρίου

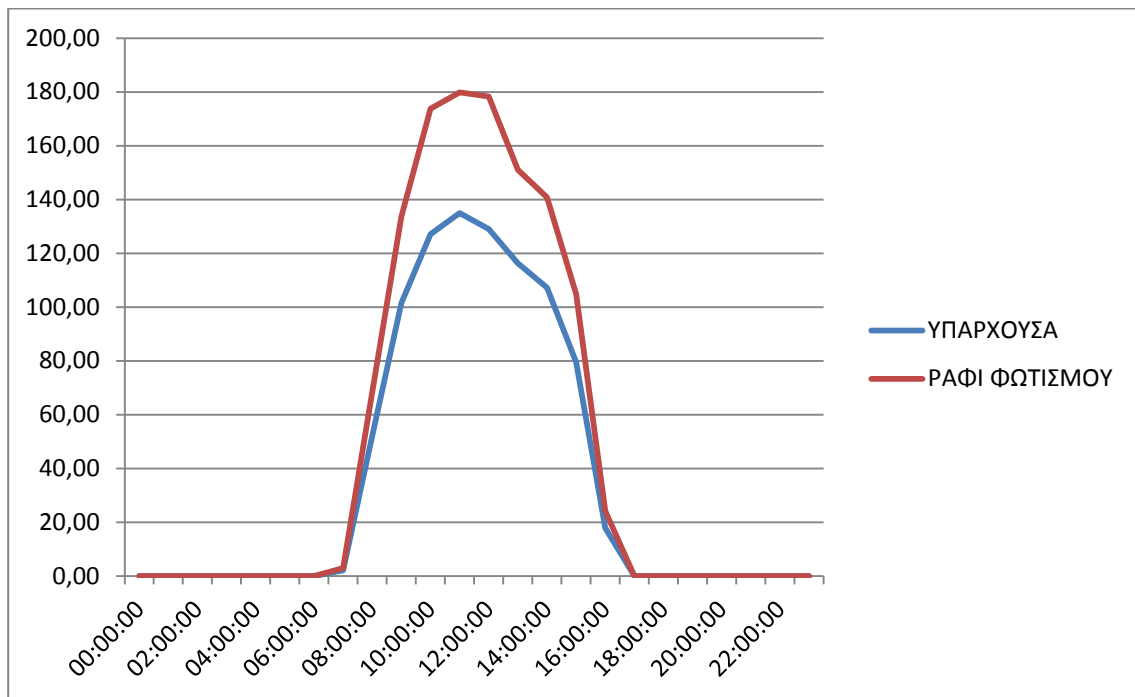


Εικ.5.117 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 1» την 21^η Δεκεμβρίου

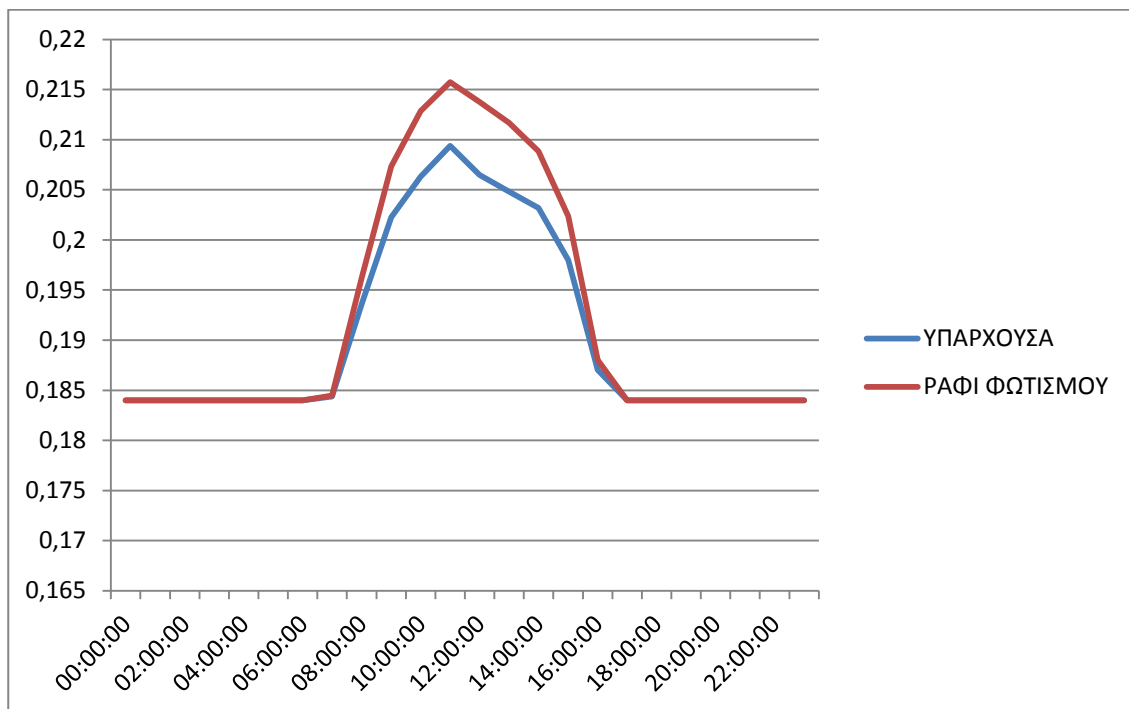


Εικ.5.118 Τιμές Θάμβωσης στη «Θέση 1» την 21^η Δεκεμβρίου

Θέση 2 θαλάμου νοσηλείας – 21 Δεκεμβρίου

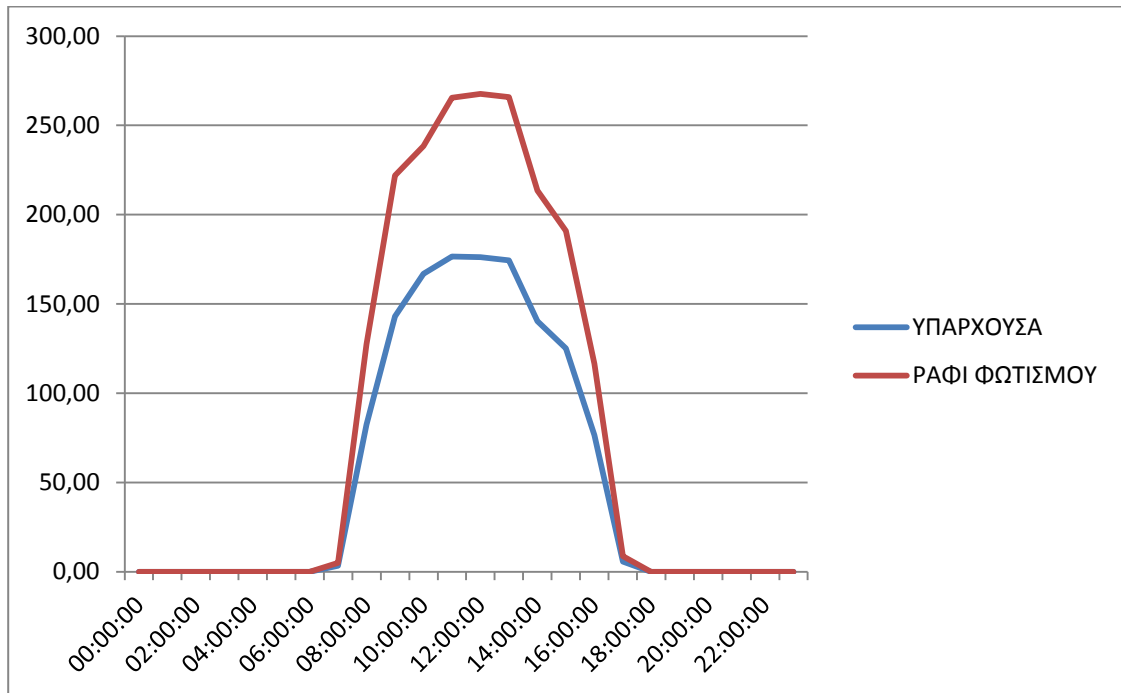


Εικ.5.119 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 2» την 21^η Δεκεμβρίου

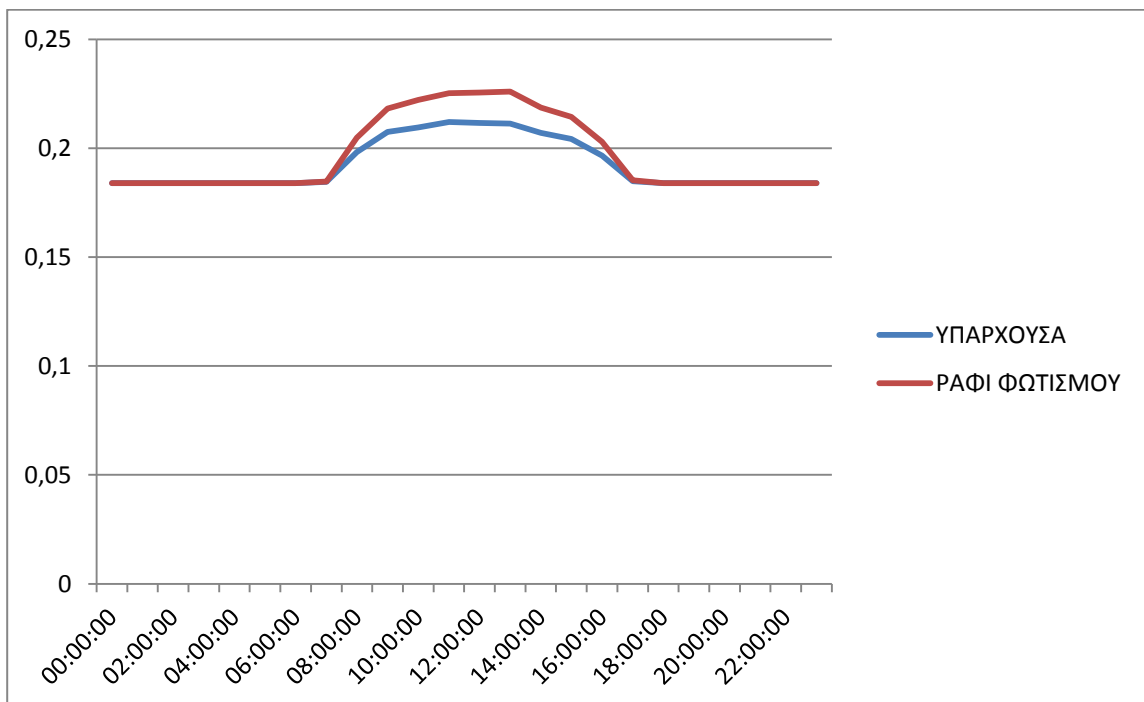


Εικ.5.120 Τιμές θάμβωσης στη «Θέση 2» την 21^η Δεκεμβρίου

Θέση 3 θαλάμου νοσηλείας – 15 Ιανουαρίου

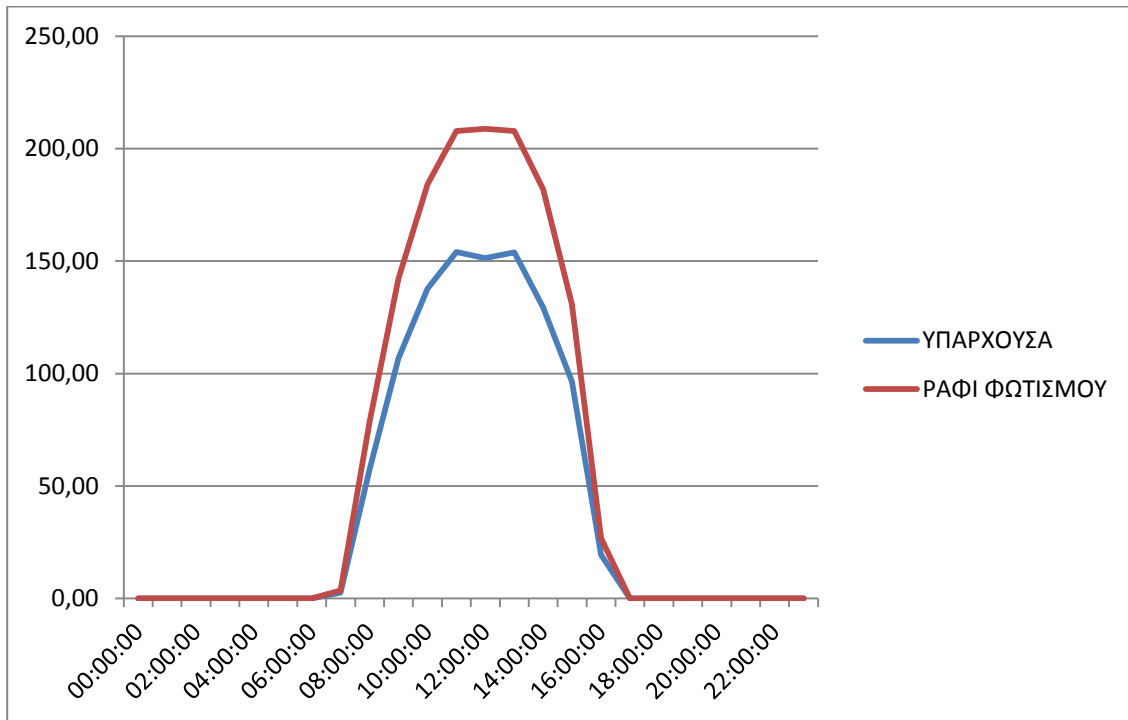


Εικ.5.121 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 3» την 15^η Ιανουαρίου

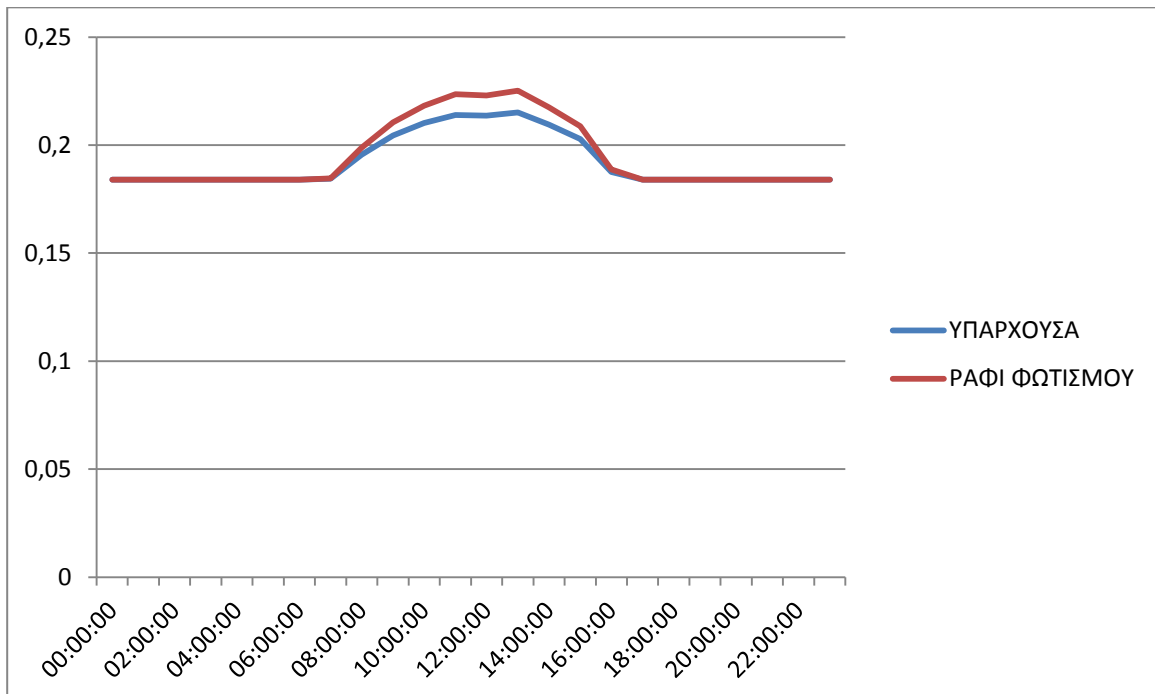


Εικ.5.122 Τιμές Θάμβωσης στη «Θέση 3» την 15^η Ιανουαρίου

Θέση 4 θαλάμου νοσηλείας – 21 Δεκεμβρίου



Εικ.5.123 Τιμές έντασης φωτισμού στη «Θέση 4» την 21^η Δεκεμβρίου



Εικ.5.124 Τιμές Θάμβωσης στη «Θέση 4» την 21^η Δεκεμβρίου

Στα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται η μεγάλη αύξηση της έντασης του φωτισμού που προήλθε από την τοποθέτηση του ανακλαστικού ραφιού φωτισμού, η οποία σχεδόν σε όλες τις εξεταζόμενες θέσεις φτάνει το επίπεδο των 100 lux κυρίως κατά τις μεσημβρινές ώρες της ημέρας.

Δυστυχώς, σε καμία από τις θέσεις του θαλάμου δεν επιτυγχάνεται το επιθυμητό κατώτερο όριο φωτισμού των 300 lux κατά τους χειμερινούς μήνες, παρόλο που πλησιάζουν αρκετά οι τιμές σε αυτό το επίπεδο.

Η θάμβωση σε όλες τις θέσεις ακολουθεί ανάλογη αύξηση με αυτήν της έντασης φωτισμού, μετά την τοποθέτηση του συγκεκριμένου συστήματος φωτισμού, χωρίς, όμως, να ξεπερνά το όριο δυσφορίας του 0,35.

Γενικά, γίνεται φανερή η μεγάλη προσφορά του συστήματος φωτισμού που μελετήθηκε πάνω στην υφιστάμενη κατάσταση για τον τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας. Ωστόσο, θα μπορούσε να συνδυαστεί και με μια επιπλέον βελτιωτική πρόταση, όπως θα ήταν η αντικατάσταση των υαλοπινάκων με μικρότερη ανακλαστικότητα, έτσι ώστε να επιτευχθούν τα επιθυμητά όρια φωτισμού και κατά τους χειμερινούς μήνες.

Παρακάτω παρατίθενται ο πίνακας σύγκρισης για τους δυναμικούς δείκτες φωτισμού της υπάρχουσας κατάστασης και των σεναρίων σκίασης για τον τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας.

ΔΕΙΚΤΕΣ	ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ			ΡΑΦΙ ΦΩΤΙΣΜΟΥ		
	0,3	1399	4685	0,57	2675	4685
ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,3	1399	4685	0,57	2675	4685
ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,65	3053	4685	0,77	3608	4685
ΩΦΕΛΙΜΟΥ ΦΦ	0,78	3053	4685	0,83	3608	4685

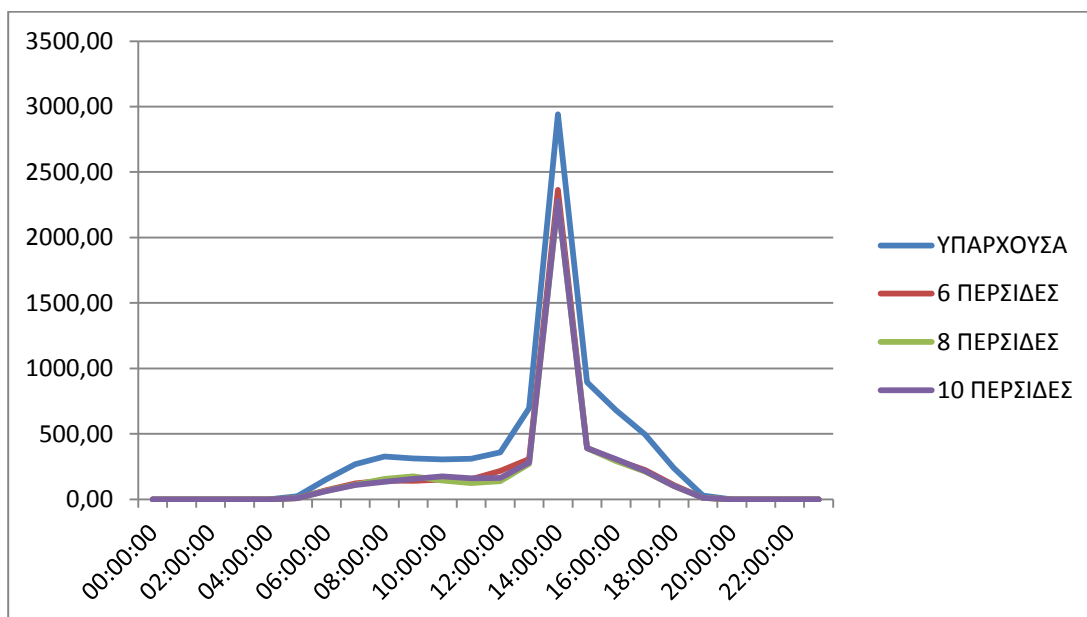
Εικ.5.125 Συγκριτικός Πίνακας των δεικτών απόδοσης ΦΦ του θαλάμου νοσηλείας

Τα ποσοστά που εκφράζουν οι δυναμικοί δείκτες φωτισμού, μετά την τοποθέτηση του ανακλαστικού ραφιού φωτισμού αυξήθηκαν όπως ήταν αναμενόμενο, αφού επιτεύχθηκε ενίσχυση του φυσικού φωτισμού στον χώρο του τετράκλινου θαλάμου νοσηλείας, όπως είδαμε αναλυτικά και στα παραπάνω διαγράμματα.

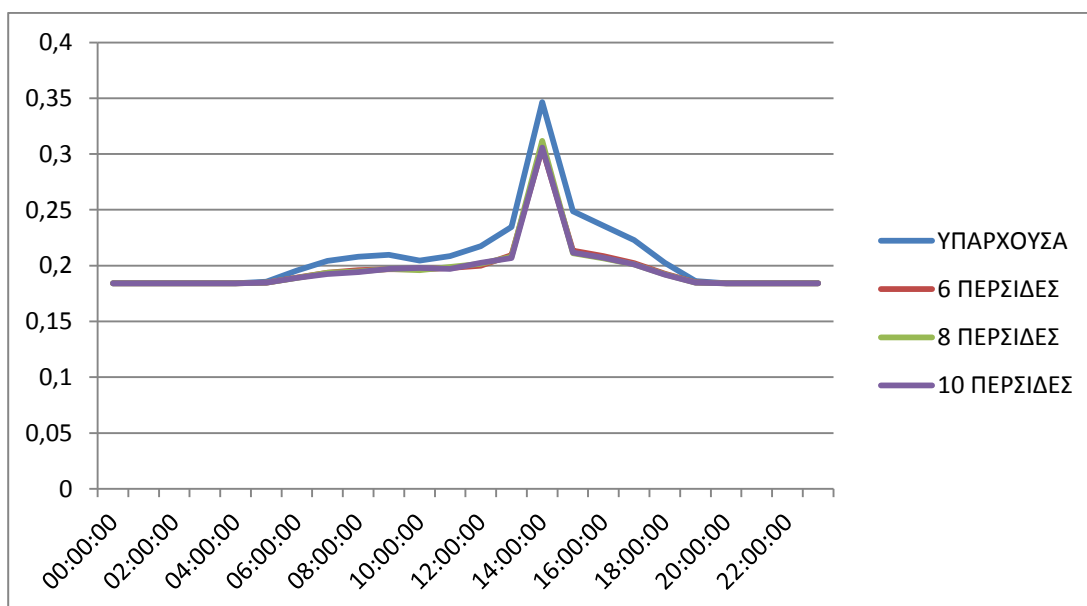
5.2.7.2 Γραφεία Ιατρών

Στα διαγράμματα που ακολουθούν φαίνεται για κάθε ένα από τα δύο εξεταζόμενα γραφεία, για την ημερομηνία που παρουσιάζεται εντονότερη δυσφορία σε κάθε ένα από αυτά αντίστοιχα, η συμβολή των συστημάτων σκίασης που μελετήθηκαν στα τρία σενάρια σκίασης, σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση αλλά και μεταξύ τους.

Γραφείο 1 (κοντά στο παράθυρο) – 15 Ιουλίου

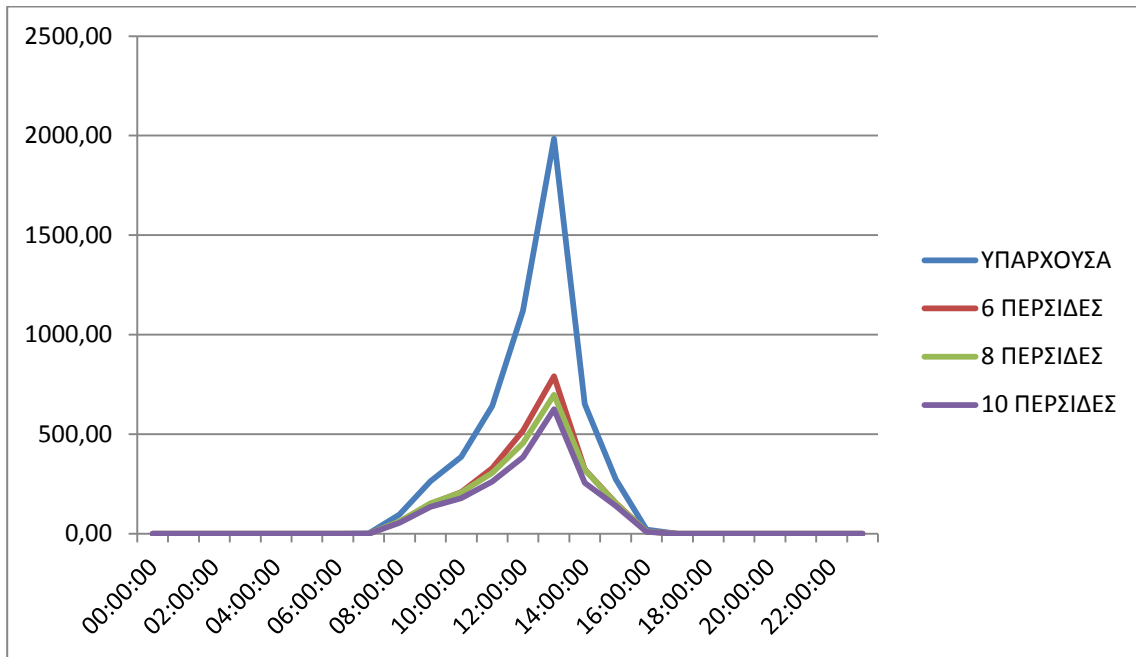


Εικ.5.126 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο την 15^η Ιουλίου

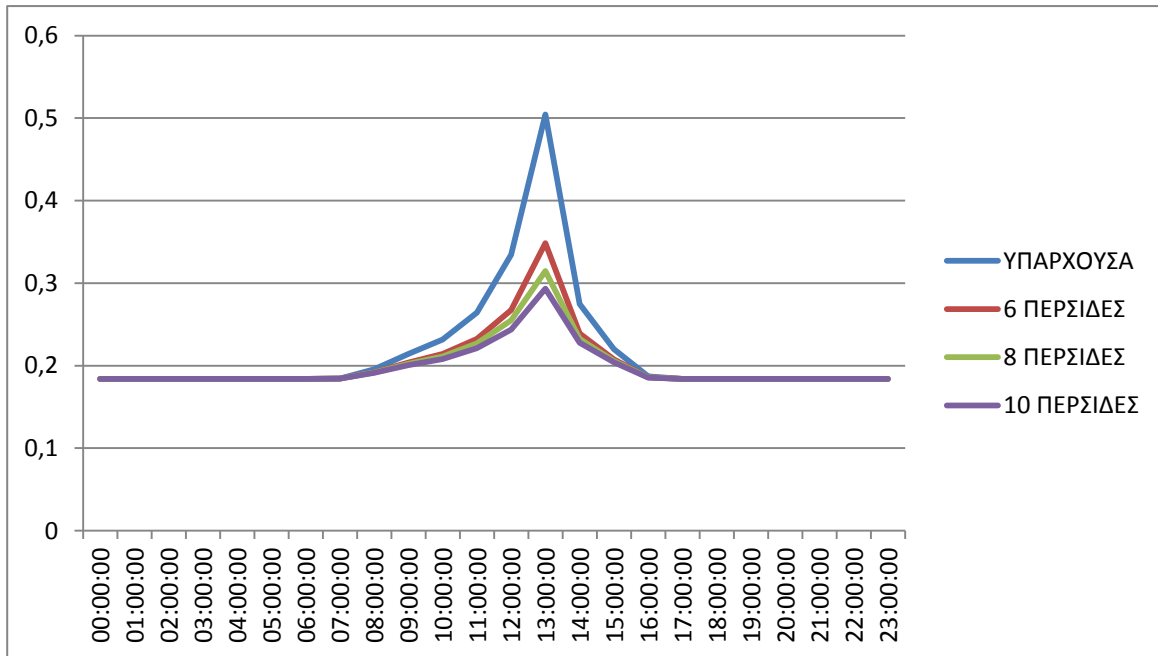


Εικ.5.127 Τιμές Θάμβωσης για το Γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο την 15^η Ιουλίου

Γραφείο 2 (μακριά από το παράθυρο) – 21 Δεκεμβρίου



Εικ.5.128 Τιμές έντασης φωτισμού για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο την 21^η Δεκεμβρίου



Εικ.5.129 Τιμές θάμβωσης για το Γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο την 21^η Δεκεμβρίου

Συμπεράσματα :

- Για το γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο, η συμβολή του συστήματος σκίασης των οριζόντιων περσίδων είναι αρκετά σημαντική, όπως φαίνεται και στα διαγράμματα έντασης φωτισμού και θάμβωσης, καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας, και χωρίς να μειώνει την ένταση του φωτισμού σε επίπεδα κάτω από τα επιτρεπτά για κανένα από τα τρία σενάρια που εξετάστηκαν.
- Για το γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο, παρατηρούμε ακόμα μεγαλύτερη μείωση της θάμβωσης, μετά την τοποθέτηση των οριζόντιων περσίδων σκίασης, με αποτέλεσμα να πέφτει στο επιθυμητό επίπεδο, δηλαδή κάτω το 0,35 . Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε και πιο αναλυτικά σε προηγούμενη υποενοότητα δεν μπορούμε να αμελήσουμε την μεγάλη πτώση της έντασης του φωτισμού για το συγκεκριμένο γραφείο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες του έτους. Επομένως, το βέλτιστο των τριών σεναρίων είναι αυτό που μειώνει την θάμβωση σε ανεκτό επίπεδο και, ταυτοχρόνως, μας δίνει τις υψηλότερες τιμές έντασης φωτισμού κατά τους θερινούς μήνες, δηλαδή η τοποθέτηση έξι οριζόντιων περσίδων σκίασης.

Παρακάτω παρατίθενται και ο συγκριτικός πίνακας για τους δείκτες φυσικού φωτισμού, σε σχέση με την υπάρχουσα κατάσταση των γραφείων ιατρών.

ΓΡΑΦΕΙΟ 1(κοντά στο παράθυρο)												
ΔΕΙΚΤΕΣ	ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ			6 ΠΕΡΣΙΔΕΣ			8 ΠΕΡΣΙΔΕΣ			10 ΠΕΡΣΙΔΕΣ		
ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,61	2737	4485	0,33	1475	4485	0,28	1245	4485	0,23	1042	4485
ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,78	3477	4485	0,62	2803	4485	0,59	2645	4485	0,56	2504	4485
ΩΦΕΛΙΜΟΥ ΦΦ	0,76	3477	4485	0,72	2803	4485	0,7	2645	4485	0,68	2504	4485

ΓΡΑΦΕΙΟ 2(μακριά από το παράθυρο)												
ΔΕΙΚΤΕΣ	ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ			6 ΠΕΡΣΙΔΕΣ			8 ΠΕΡΣΙΔΕΣ			10 ΠΕΡΣΙΔΕΣ		
ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,56	2511	4485	0,3	1342	4485	0,25	1127	4485	0,21	936	4485
ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ ΦΦ	0,75	3359	4485	0,6	2672	4485	0,56	2523	4485	0,53	2370	4485
ΩΦΕΛΙΜΟΥ ΦΦ	0,75	3359	4485	0,7	2672	4485	0,67	2523	4485	0,65	2370	4485

Εικ.5.130 Συγκριτικός Πίνακας των δεικτών απόδοσης ΦΦ των γραφείων ιατρών

Στους παραπάνω πίνακες βλέπουμε την τεράστια μείωση στα ποσοστά των δεικτών φυσικού φωτισμού (σχεδόν 50% μείωση του δείκτη αυτονομίας φυσικού φωτισμού), αφού μειώθηκε η ένταση φυσικού φωτισμού και στα δύο γραφεία, μετά την τοποθέτηση των συστήματος σκίασης, που εξετάστηκαν σαν βελτιωτικά σενάρια σκίασης της υφιστάμενης κατάστασης.

5.3 Βιβλιογραφία 5^{ου} Κεφαλαίου

{1} Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-1/2010, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την Έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης», Β' Έκδοση, Αθήνα, Απρίλιος 2012

{2} <http://www.ntua.gr/arch/geometry/postgrad/Geometry6GR.pdf>

{3} Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-3/2010, «ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ», Α' Έκδοση, Αθήνα, Ιούλιος 2010

{4} <http://www.sustainableceilings.com/>

{5} http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1_41/df-c-iliasmus.pdf

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΘΑΛΑΜΟΥ ΝΟΣΗΛΕΙΑΣ, ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΝΟΝΤΑΣ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ENERGY_PLUS

Το EnergyPlus πραγματοποιεί μία ενεργειακή-θερμική ανάλυση, η οποία με βάση την κτιριακή περιγραφή του χρήστη από δομικής και μηχανολογικής άποψης, υπολογίζει τα απαιτούμενα φορτία θέρμανσης και ψύξης, τις συνθήκες εν μέσω ενός δευτερεύοντος συστήματος HVAC, αλλά και την κατανάλωση ενέργειας του πρωτογενούς εξοπλισμού της μονάδας. Κατά συνέπεια, με την ένταξη όλων αυτών των στοιχείων η προσομοίωση γίνεται όσο το δυνατόν πιο προσκείμενη στην πραγματική κατάσταση του κτιρίου.

Αφού καταγράφηκε ο προς μελέτη χώρος και διεκπεραιώθηκε ο έλεγχος φωτισμού, γίνεται, τέλος, η ανάλυση αναγκών ενέργειας του θαλάμου νοσηλείας με τη βοήθεια του προγράμματος EnergyPlus. Επειδή το τελευταίο δεν περιέχει γραφικό περιβάλλον εργασίας, τα δεδομένα εισήχθησαν κατά την προσομοίωση έπειτα από συνεργασία με τα προαναφερθέντα προγράμματα, SketchUp και Open Studio.

Στο τελευταίο αυτό στάδιο, τα βασικότερα δεδομένα που εισήχθησαν στο εν λόγω λογισμικό (EnergyPlus), για την περίπτωση της παρούσας εργασίας, είναι τα εξής:

- Δομικά υλικά (Material): τα υλικά που παρατέθηκαν και στο προηγούμενο κεφάλαιο, χρησιμοποιούνται με ακριβώς τον ίδιο τρόπο. Στο σημείο αυτό, υπάρχουν υποενότητες για κάθε είδος υλικού της εκάστοτε περίπτωσης, όπως για τα τζάμια (WindowMaterial:Glazing), για το κενό ανάμεσα στους υαλοπίνακες (WindowMaterial:Gas) ή εκείνου της σκίασης (WindowMaterial: π.χ.Blind για τις περσίδες).
- Δομικά στοιχεία (Construction): τα στοιχεία που παρατέθηκαν και στο προηγούμενο κεφάλαιο, χρησιμοποιούνται με ακριβώς τον ίδιο τρόπο, με την εισαγωγή αντίστοιχων στρώσεων από έξω προς τα μέσα.
- Καθορισμός κουφώματος (FenestrationSurface:Detailed, WindowProperty:ShadingControl, WindowProperty:FrameAndDivider): γεωμετρία παραθύρου, είδος πιθανής σκίασης, κάσα και διαχωριστικά, κλπ.
- Διείσδυση αέρα (ZoneInfiltration:DesignFlowRate): ροή αέρα απ' το εξωτερικό περιβάλλον εντός της θερμικής ζώνης, λόγω του ανοίγματος/κλεισίματος των πορτών και του παραθύρου ή ρωγμών γύρω απ' τα παράθυρα.
- Αερισμός (ZoneVentilation:DesignFlowRate): σκόπιμη ροή αέρα απ' το εξωτερικό περιβάλλον εντός της θερμικής ζώνης, για την παροχή ποσότητας, μη-μηχανικού, δροσισμού.
- Χρονοδιαγράμματα (Schedule:Compact): για την εισαγωγή και αποσαφήνιση ορισμένων δεδομένων απαιτείται ο ορισμός χρονοδιαγράμματος, όπως του αερισμού, εν προκειμένω.

• Μεταβλητές που μελετώνται (Output:Variable): για την εξαγωγή συγκεκριμένων αποτελεσμάτων επιλέγονται οι προς αξιολόγηση, μέσα από ένα σύνολο μεγάλου αριθμού παραμέτρων, που το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα να ελέγξει.

Για την παρούσα διπλωματική μελετήθηκαν οι εξής μεταβλητές :

- › Zone Windows Total Transmitted Solar Radiation Rate (W): συνολική απορροφώμενη ηλιακή ακτινοβολία θερμικής ζώνης 111
- › Zone Windows Total Heat Gain Rate (W): συνολικά θερμικά κέρδη θερμικής ζώνης από το παράθυρο
- › Zone Windows Total Heat Loss Rate (W): συνολικές θερμικές απώλειες θερμικής ζώνης από το παράθυρο
- › Surface Outside Face Incident Solar Radiation Rate per Area (W/m²): προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά μιας εξωτερικής επιφάνειας
- › Surface Outside Face Incident Beam Solar Radiation Rate per Area (W/m²): άμεση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά μιας εξωτερικής επιφάνειας
- › Surface Inside Face Exterior Windows Incident Beam Solar Radiation Rate per Area (W/m²): άμεση ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στην εσωτερική πλευρά μιας επιφάνειας, που εισέρχεται απ' το παράθυρο
- › Surface Inside Face Temperature(0C): θερμοκρασία της εσωτερικής πλευράς μίας επιφάνειας
- › Surface outside Face Temperature(0C): θερμοκρασία της εξωτερικής πλευράς μίας επιφάνειας
- › Zone Mean Air Temperature (0C): Μέση θερμοκρασία θερμικής ζώνης (σε βαθμούς κελσίου)

Επίσης, σε αυτήν την ενότητα θα γίνει ο τελικός έλεγχος ποσού ενέργειας που απαιτείται από μηχανολογικό εξοπλισμό για θέρμανση και ψύξη του θαλάμου νοσηλείας, ώστε ο χώρος να διατηρείται σε επίπεδα άνεσης. Για να επιτευχθεί αυτό, στο EnergyPlus τροποποιήθηκαν τα κελιά HVACTemplate:Thermostat και HVACTemplate:IdealLoadsAirSystem, κατάλληλα, έτσι ώστε να τηρηθούν τα θερμοκρασιακά όρια της θερμικής άνεσης για νοσηλευτικό θάλαμο. Αυτά, σύμφωνα με την ASHRAE, είναι 70-75 °F, δηλαδή 21-24 °C, περίπου. Κατά τις προσομοιώσεις, ωστόσο, τέθηκαν τα όρια 22-25 °C, σύμφωνα με τις διατάξεις της Τεχνικής Οδηγίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας.

Οι μεταβλητές που εισήχθησαν στο Output:Variable για να εξάγουν τα συγκεκριμένα αποτελέσματα είναι οι εξής:

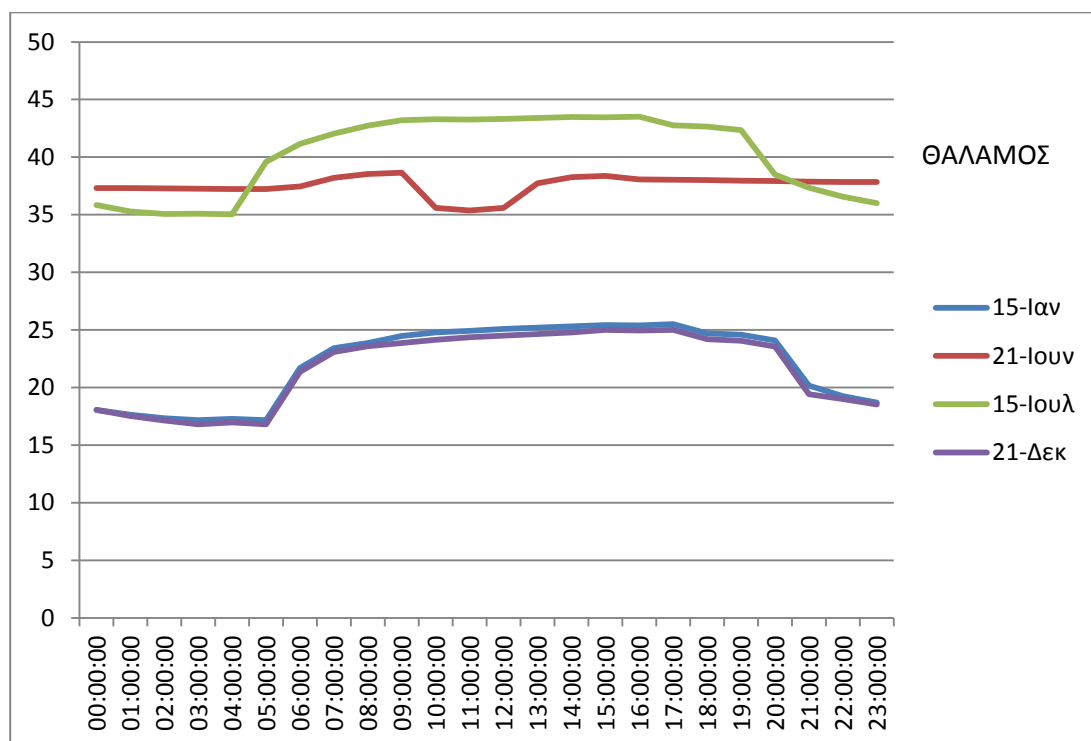
- › Zone Ideal Loads Zone Total Heating Energy (J): Η ενέργεια που απαιτείται από το μηχανολογικό εξοπλισμό για θέρμανση και
- › Zone Ideal Loads Zone Total Cooling Energy (J): Η ενέργεια που απαιτείται από το μηχανολογικό εξοπλισμό για ψύξη.

Μετά και την τροποποίηση $1 \text{ kWh} = 3600000 \text{ J}$, τα αποτελέσματα ενέργειας προκύπτουν, μηνιαίως, για κάθε σενάριο, βάση και του υπολογισμού του αντίστοιχου κόστους τους (όπου η τρέχουσα τιμή αγοράς της κιλοβατώρας από τη Δ.Ε.Η. είναι 0.0674 ευρώ).

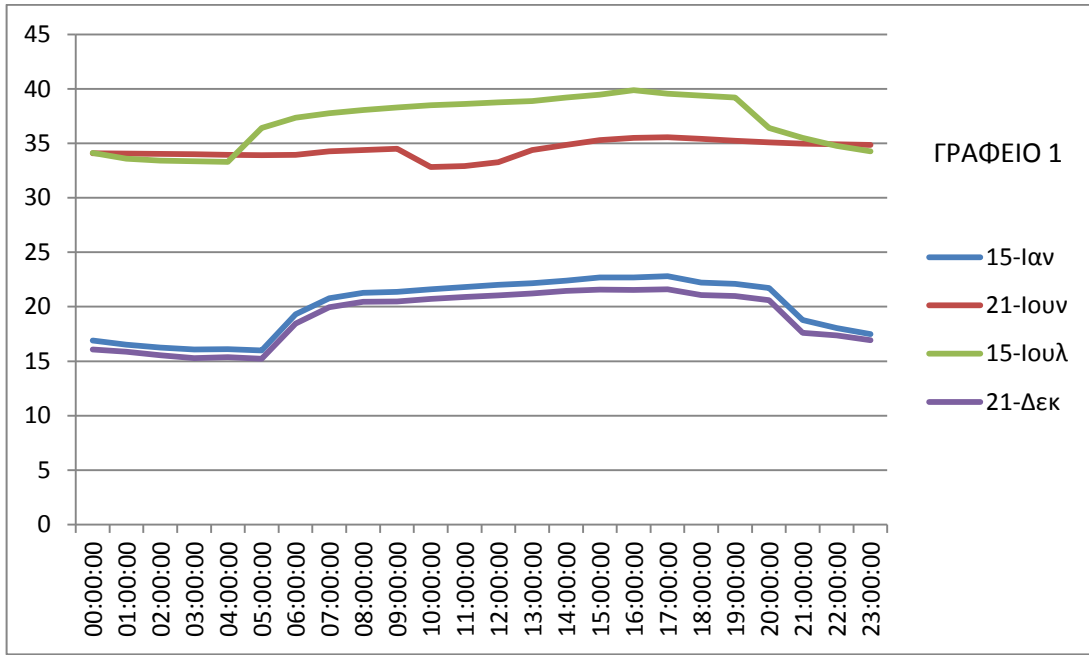
6.1 Θάλαμος ανατολικής όψης και γραφεία ιατρών δυτικής όψης

Παρακάτω παρατίθενται για την υφιστάμενη κατάσταση, καθώς και για τα σενάρια σκίασης (μετά την τοποθέτηση του θερμοστάτη) που εξετάστηκαν, η διακύμανση της θερμοκρασίας για τις τέσσερις χαρακτηριστικές ημερομηνίες, που μελετήθηκαν και στο προηγούμενο κεφάλαιο, αλλά και τα θερμικά κέρδη για τον τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας ανατολικής όψης και τα γραφεία ιατρών δυτικής όψης, για τους τρεις χειμερινούς μήνες (Δεκέμβριος-Ιανουάριος-Φεβρουάριος) και για τους τρεις θερινούς μήνες (Ιούνιος-Ιούλιος-Αύγουστος), μετά και την τοποθέτηση των συστημάτων σκίασης.

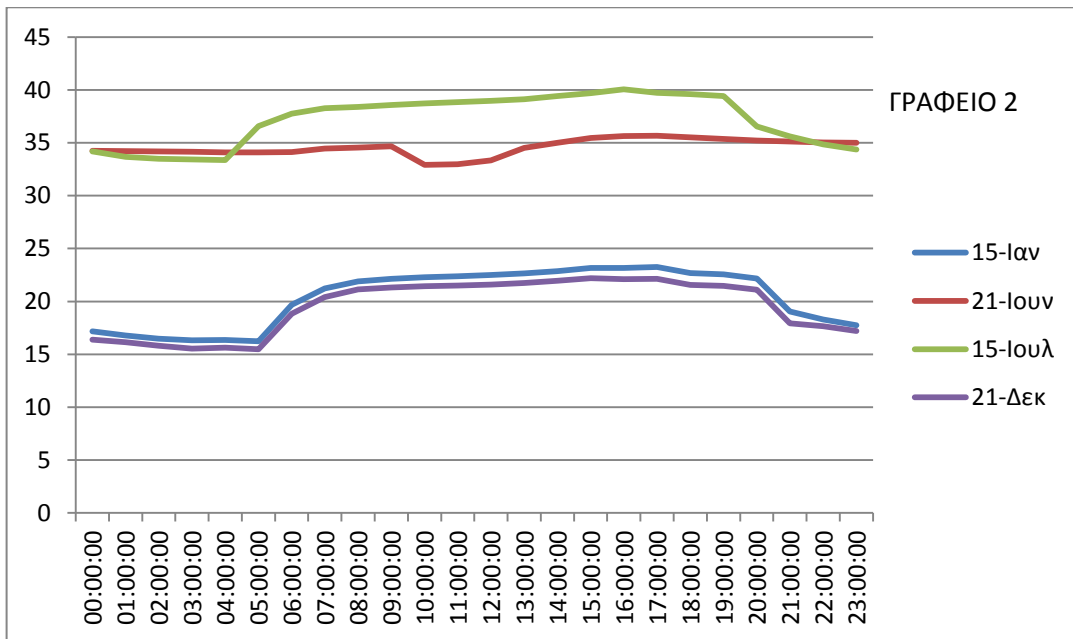
Υπάρχουσα κατάσταση θαλάμου νοσηλείας και γραφείων ιατρών



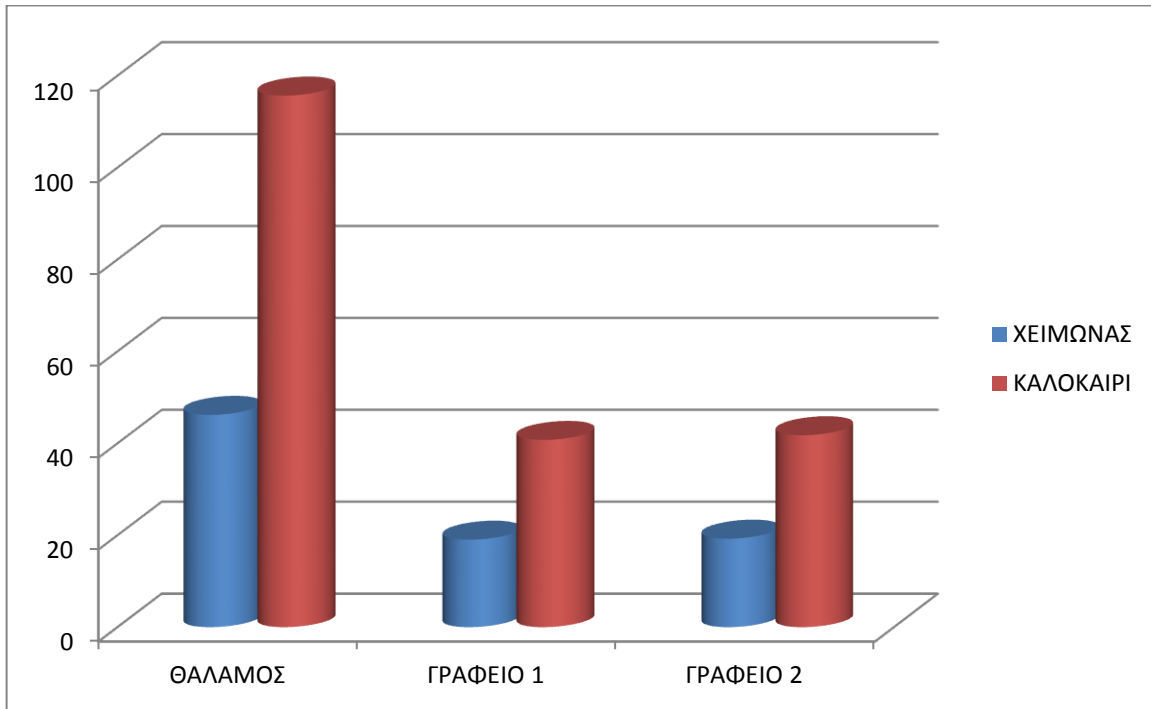
Εικ.6.1 Διάγραμμα Θερμοκρασιών υφιστάμενης κατάστασης θαλάμου ανατολικής όψης



Εικ.6.2 Διάγραμμα Θερμοκρασιών υφιστάμενης κατάστασης Γραφείου 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο



Εικ.6.3 Διάγραμμα Θερμοκρασιών υφιστάμενης κατάστασης Γραφείου 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο

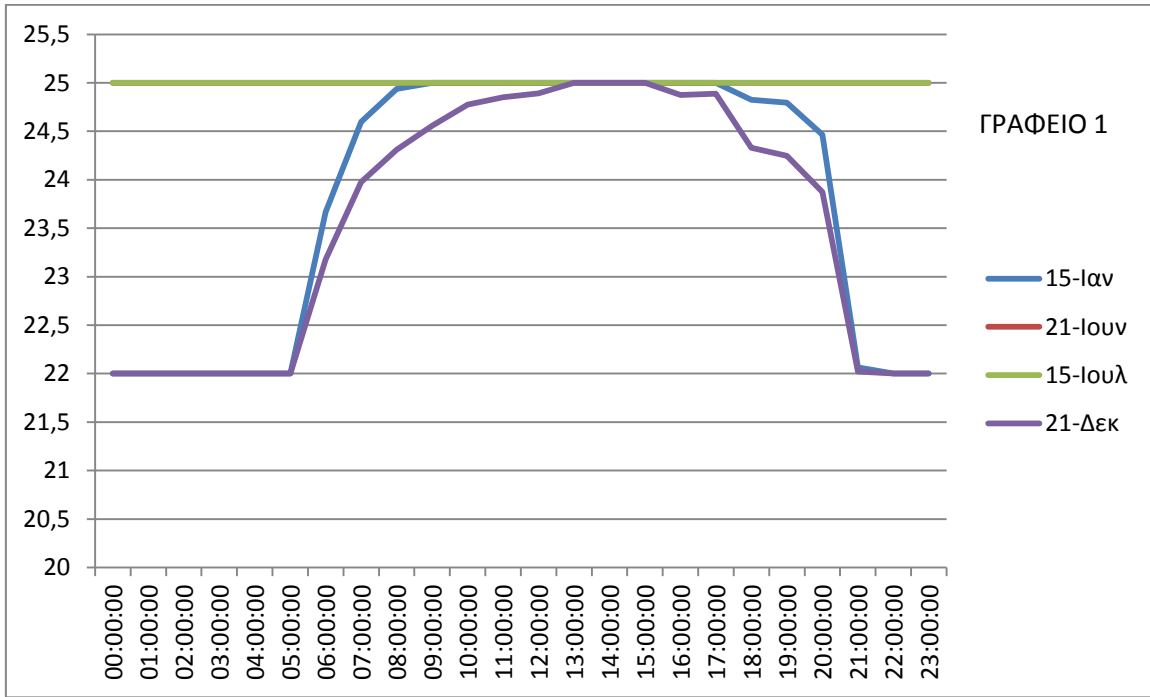


Εικ.6.4 Διάγραμμα κόστους θέρμανσης-ψύξης υφιστάμενης κατάστασης

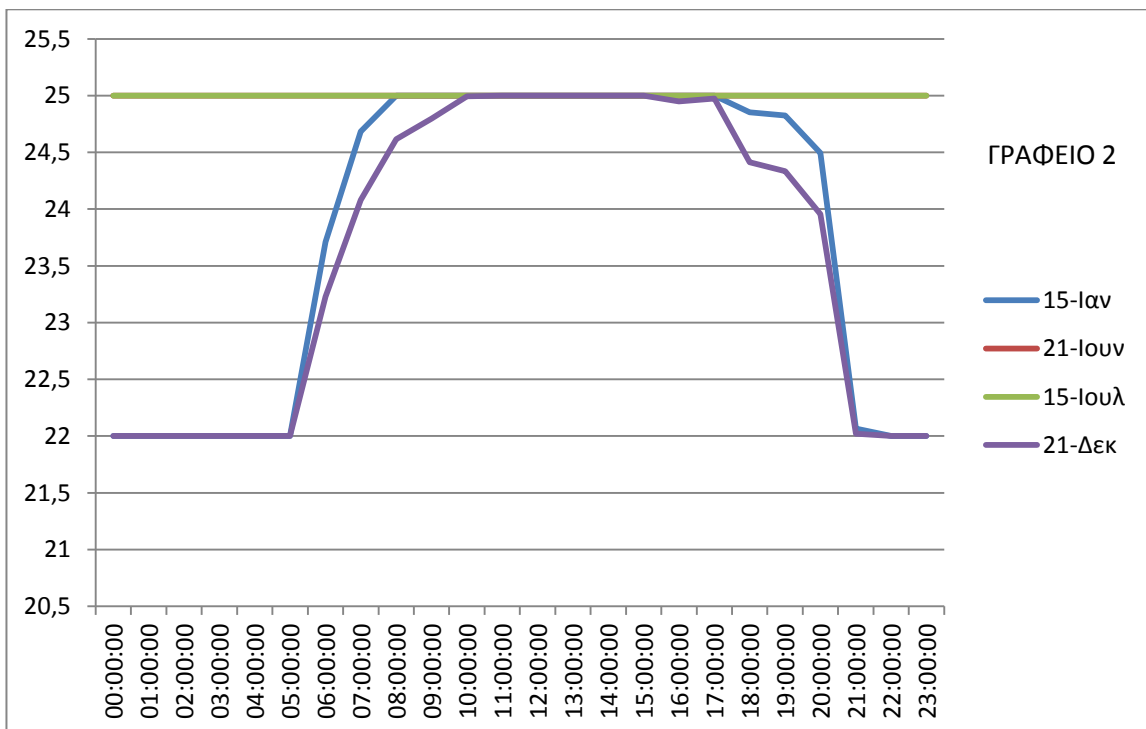
1^ο Σενάριο σκίασης για τον θάλαμο νοσηλείας και τα γραφεία ιατρών



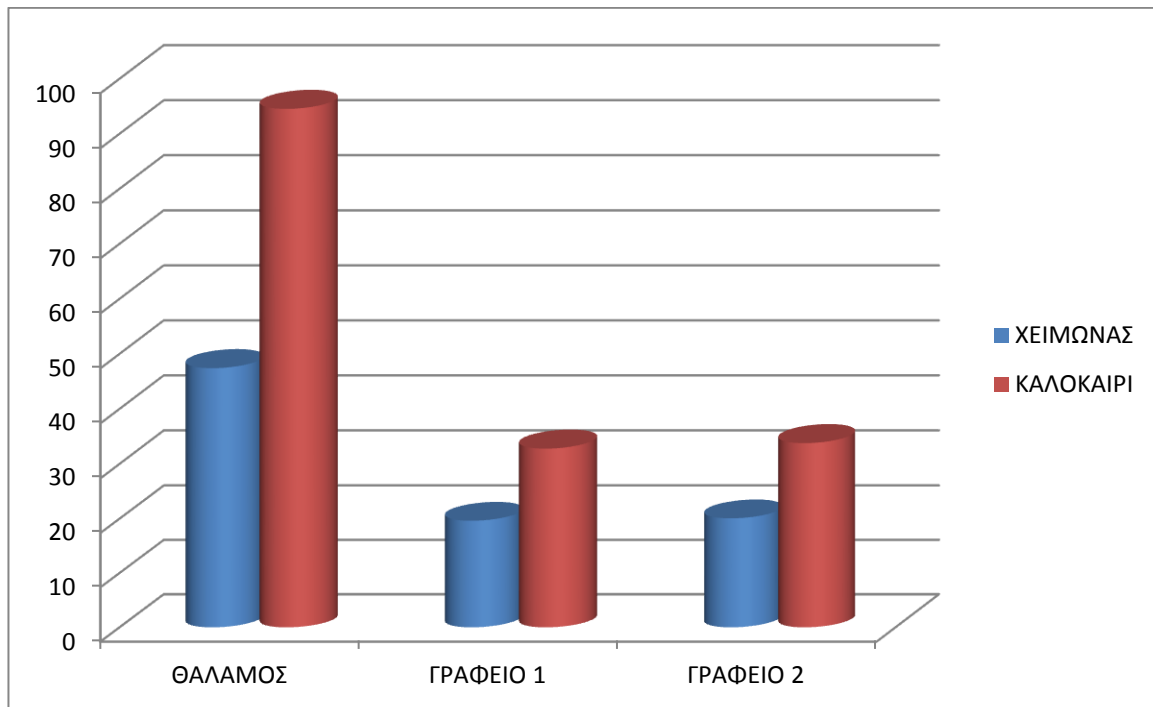
Εικ.6.5 Διάγραμμα Θερμοκρασιών 1^{ου} σεναρίου σκίασης θαλάμου ανατολικής όψης



Εικ.6.6 Διάγραμμα Θερμοκρασιών 1^{ου} σεναρίου σκίασης Γραφείου 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

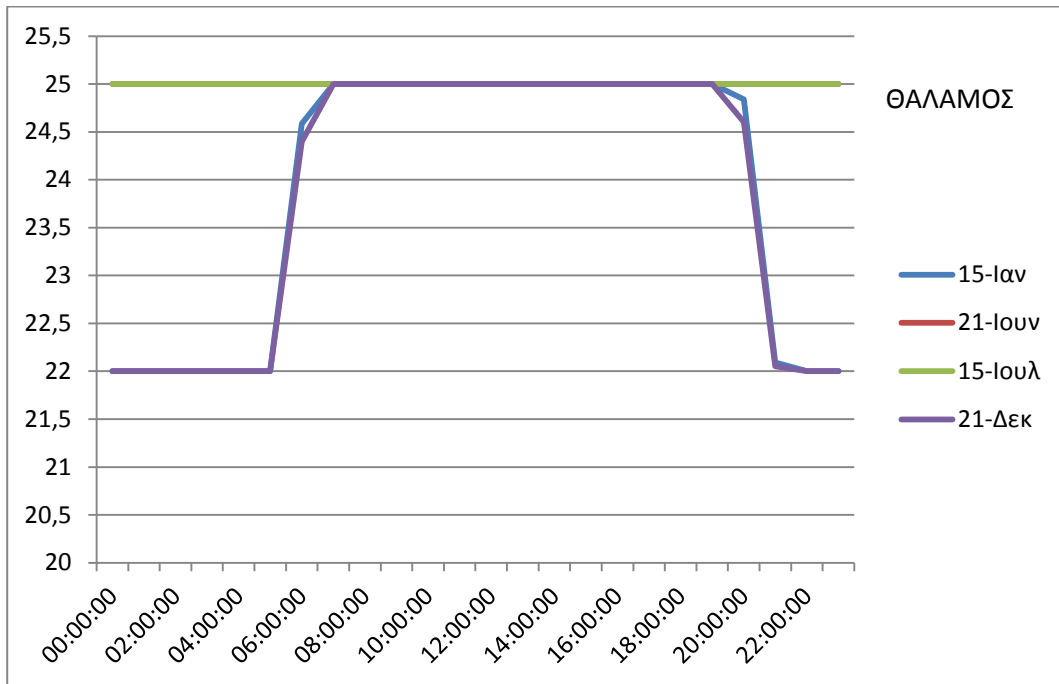


Εικ.6.7 Διάγραμμα Θερμοκρασιών 1^{ου} σεναρίου σκίασης Γραφείου 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο

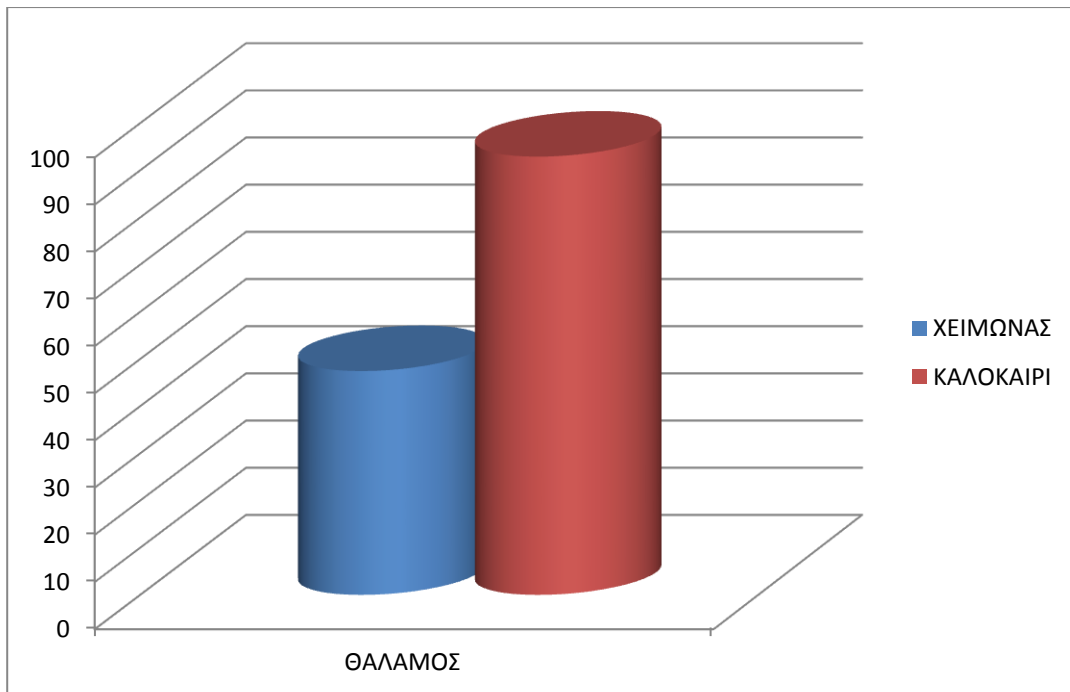


Εικ.6.8 Διάγραμμα κόστους θέρμανσης-ψύξης 1^{ου} σεναρίου σκίασης

2^ο Σενάριο σκίασης για τον θάλαμο νοσηλείας

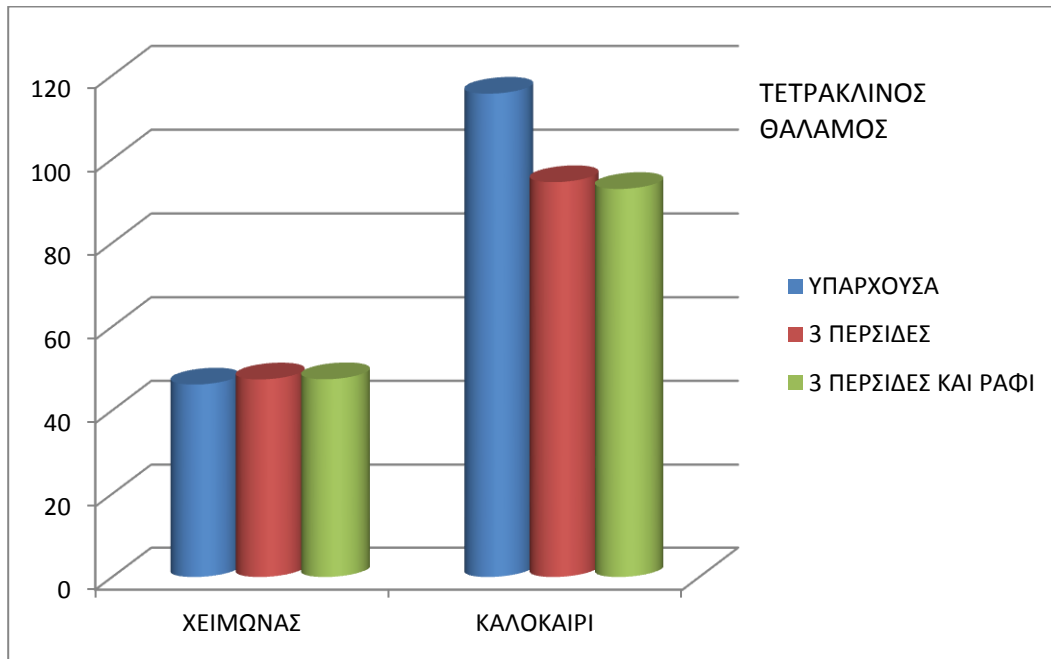


Εικ.6.9 Διάγραμμα Θερμοκρασιών 2^{ου} σεναρίου σκίασης θαλάμου ανατολικής όψης

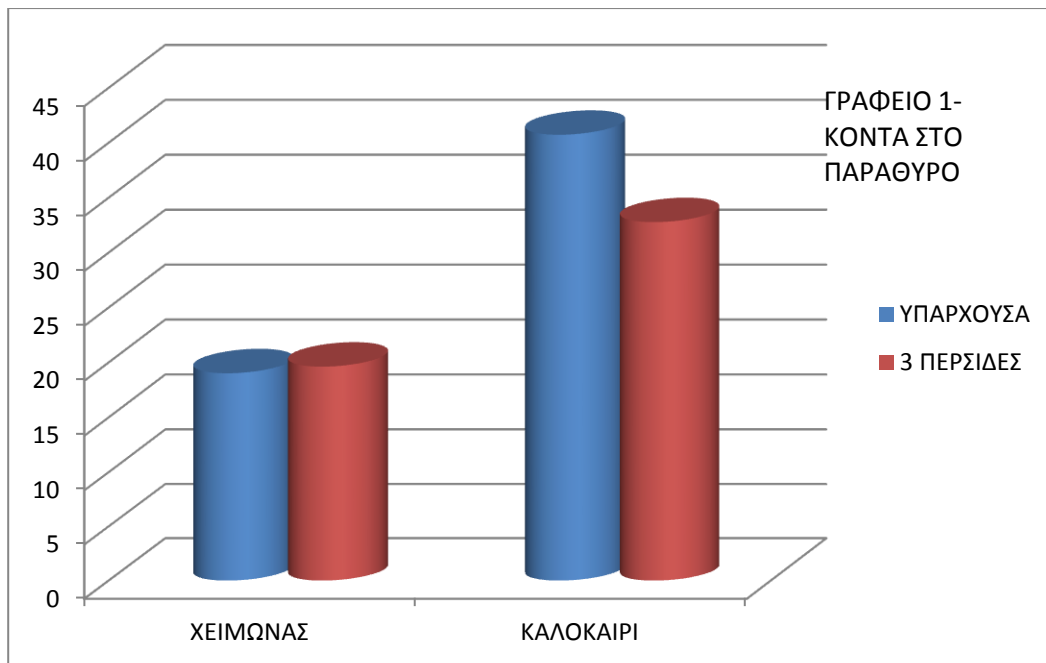


Εικ.6.10 Διάγραμμα κόστους θέρμανσης-ψύξης 2^{ου} σεναρίου σκίασης

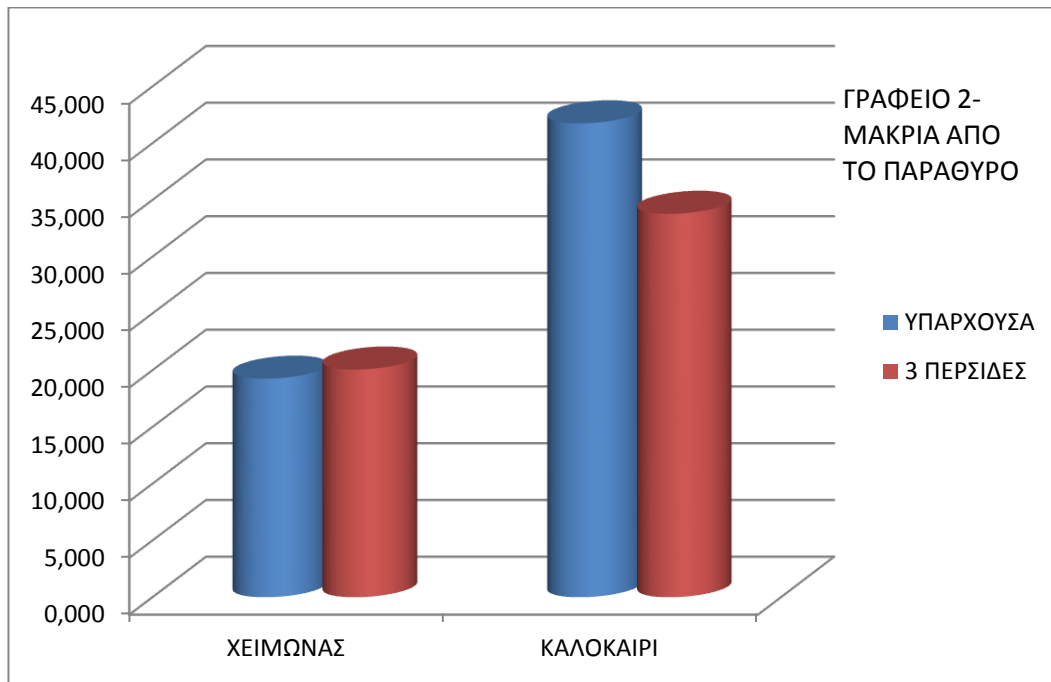
Σύγκριση υπάρχουσας κατάστασης και σεναρίων σκίασης



Εικ.6.11 Συγκριτικό διάγραμμα κόστους θέρμανσης-ψύξης του τετράκλινου ανατολικού θαλάμου νοσηλείας



Εικ.6.12 Συγκριτικό διάγραμμα κόστους θέρμανσης-ψύξης για το δυτικό γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο



Εικ.6.13 Συγκριτικό διάγραμμα κόστους θέρμανσης-ψύξης για το δυτικό γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο

Στα παραπάνω διαγράμματα μπορεί κανείς εύκολα να διακρίνει την ευεργετική επίδραση των συστημάτων σκίασης που προτάθηκαν ως σενάρια σκίασης επί της υφιστάμενης κατάστασης.

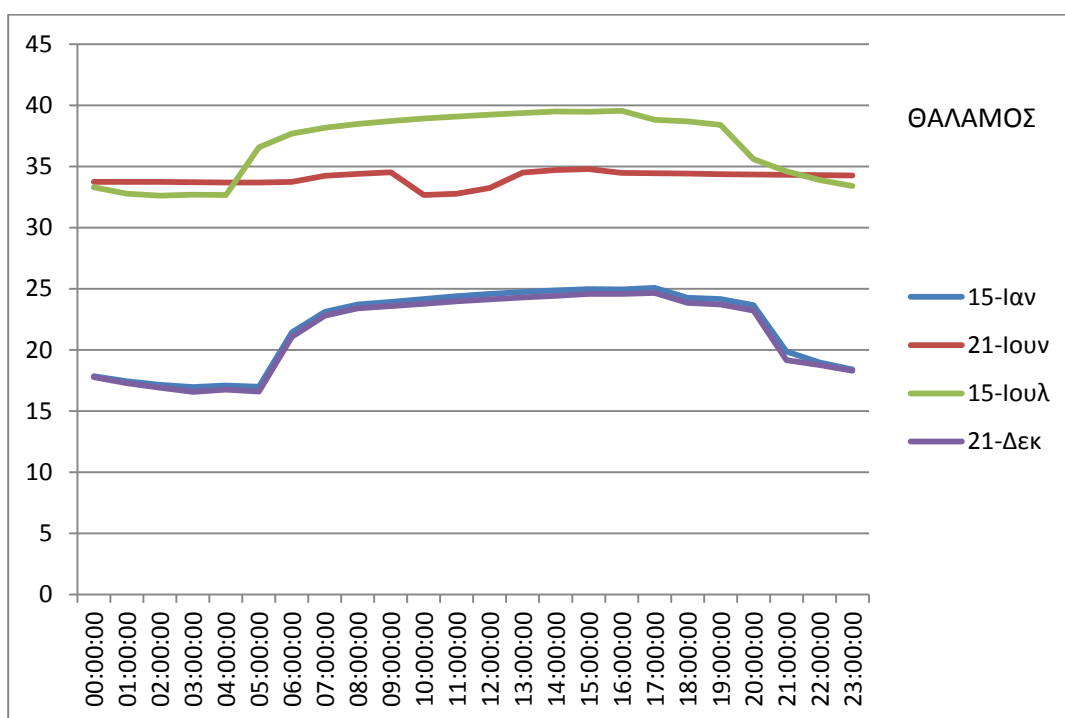
Επί της ουσίας, το γενικό συμπέρασμα που διεξάγεται είναι ότι και για τον τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας, αλλά και για τα γραφεία ιατρών που εξετάστηκαν, το κόστος ψύξης για τους θερινούς μήνες μειώθηκε δραστικά μετά την τοποθέτηση των τριών κατακόρυφων περσίδων σκίασης, ενώ ταυτόχρονα η αύξηση του κόστους θέρμανσης για τους χειμερινούς μήνες ήταν κάτω του 1%. Ειδικότερα, για τον θάλαμο νοσηλείας, μετά και την τοποθέτηση του ραφιού φωτισμού, παρατηρήθηκε ακόμα περισσότερη μείωση του κόστους ψύξης.

Επομένως, γίνεται αντιληπτή η μείωση των πόρων που απαιτούνται για ψύξη τους καλοκαιρινούς μήνες, μετά την τοποθέτηση των συστημάτων σκίασης.

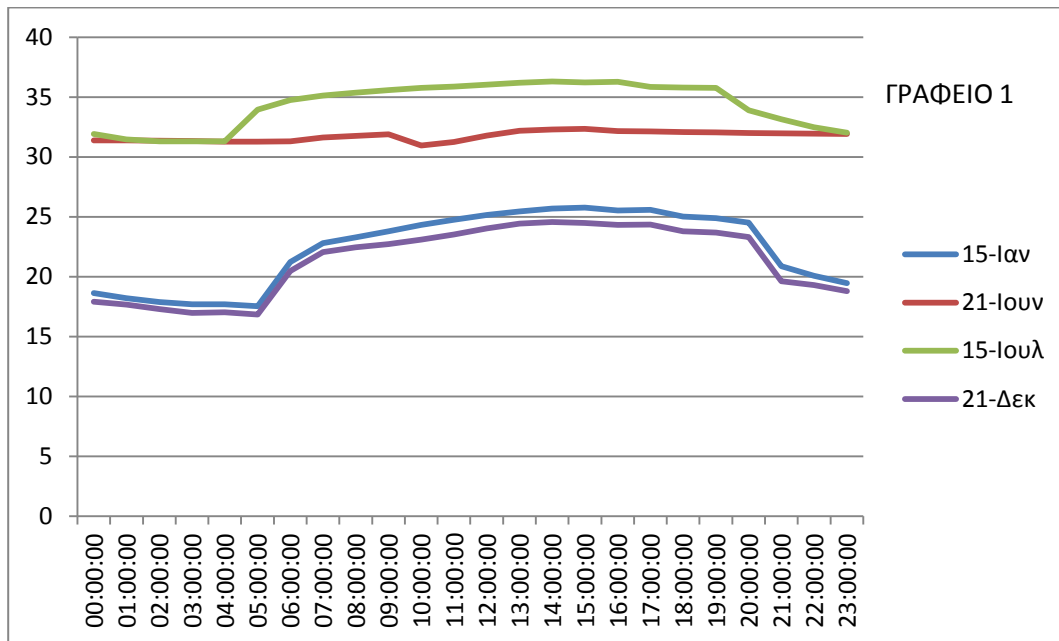
6.2 Θάλαμος βορινής όψης και γραφεία ιατρών νότιας όψης

Όπως και προηγουμένως, παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά και με την μορφή διαγραμμάτων η διακύμανση της θερμοκρασίας, για την υφιστάμενη κατάσταση και τα σενάρια σκίασης-φωτισμού (μετά και την τοποθέτηση θερμοστάτη), και τα θερμικά οφέλη για χειμώνα και καλοκαίρι, μετά την τοποθέτηση των συστημάτων σκίασης και φωτισμού, για τον τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας βορινής όψης και τα γραφεία ιατρών νότιας όψης.

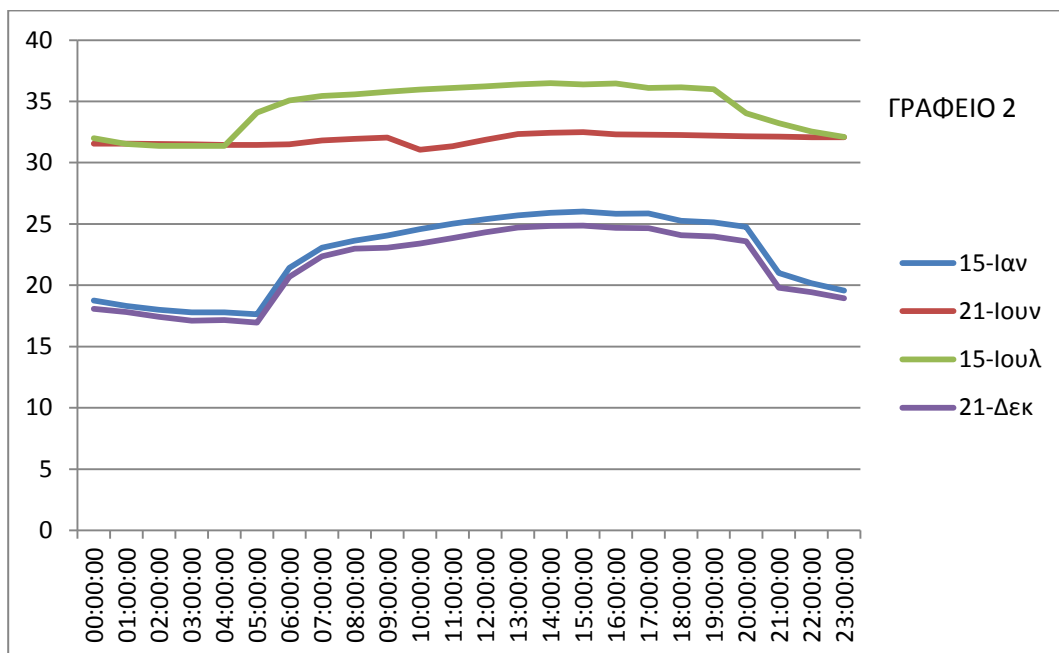
Υπάρχουσα κατάσταση θαλάμου νοσηλείας και γραφείων ιατρών



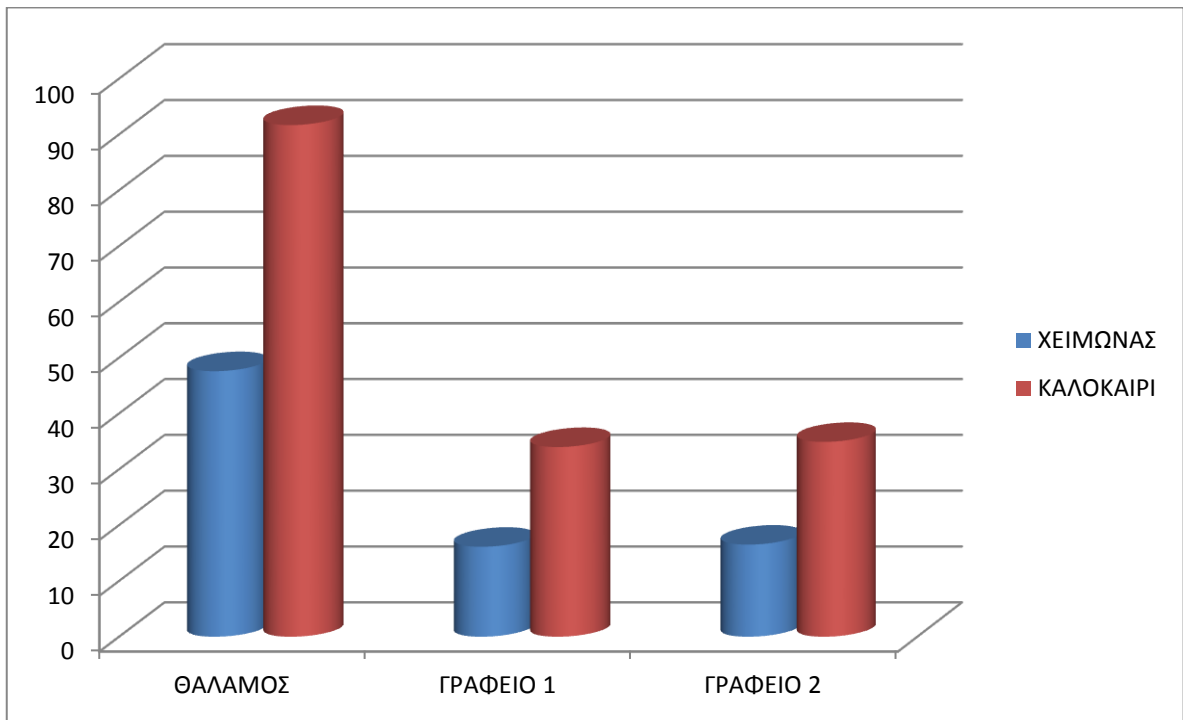
Εικ.6.14 Διάγραμμα Θερμοκρασιών υφιστάμενης κατάστασης θαλάμου βορινής όψης



Εικ.6.15 Διάγραμμα Θερμοκρασιών υφιστάμενης κατάστασης Γραφείου 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

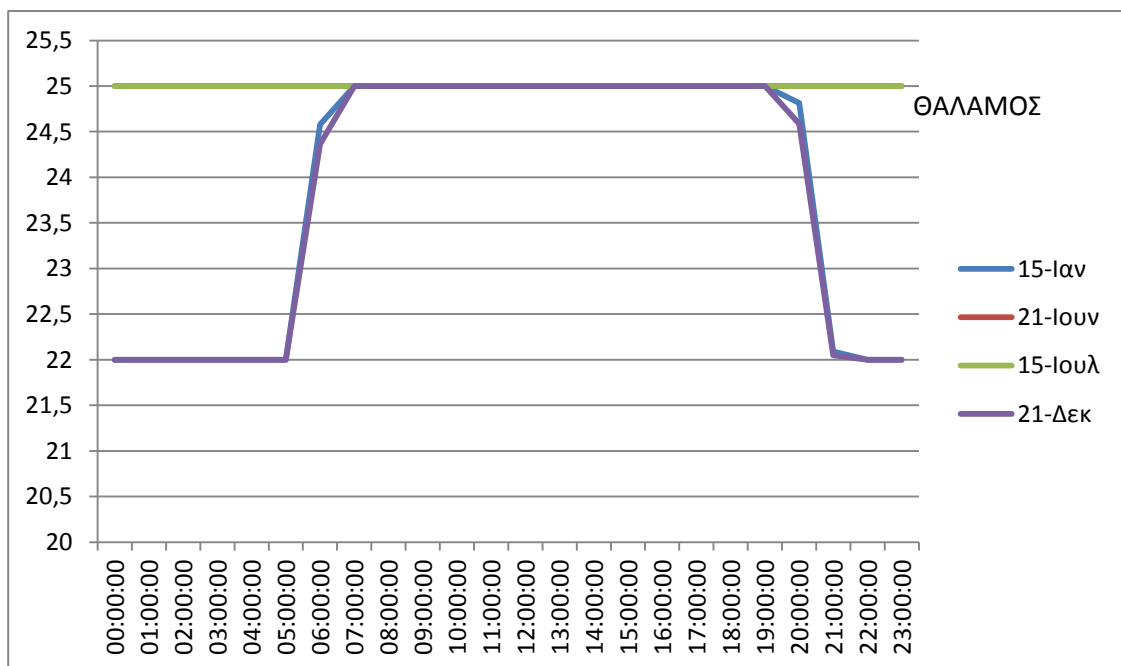


Εικ.6.16 Διάγραμμα Θερμοκρασιών υφιστάμενης κατάστασης Γραφείου 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο

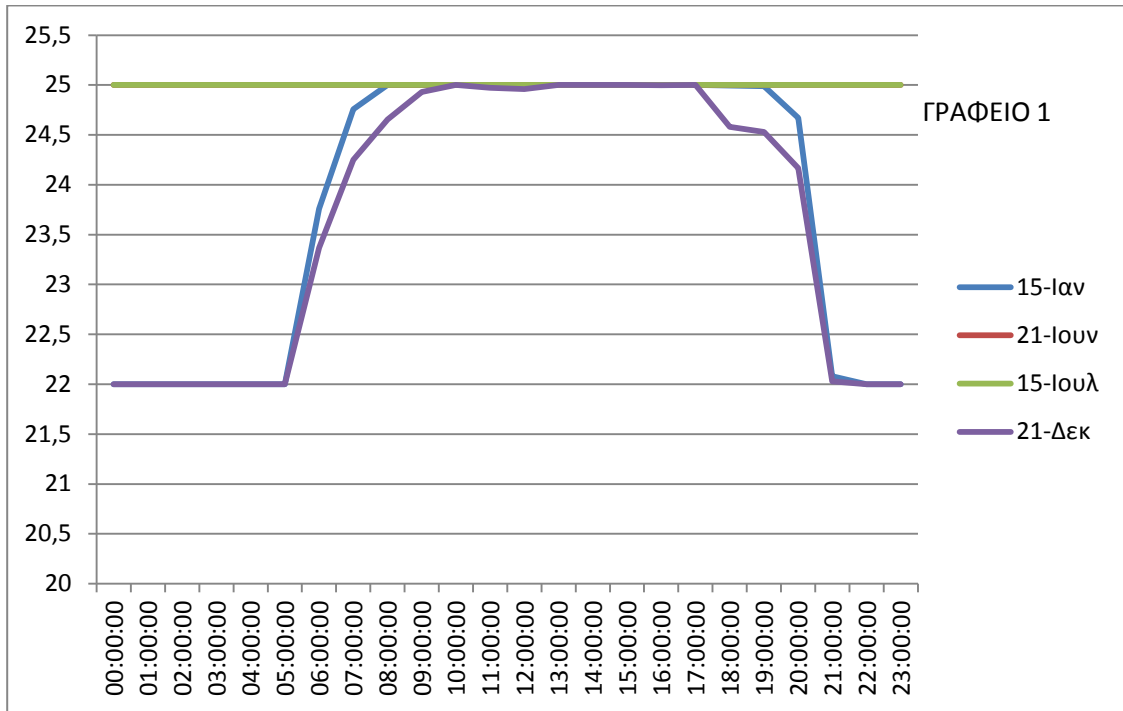


Εικ.6.17 Διάγραμμα κόστους θέρμανσης-ψύξης υφιστάμενης κατάστασης

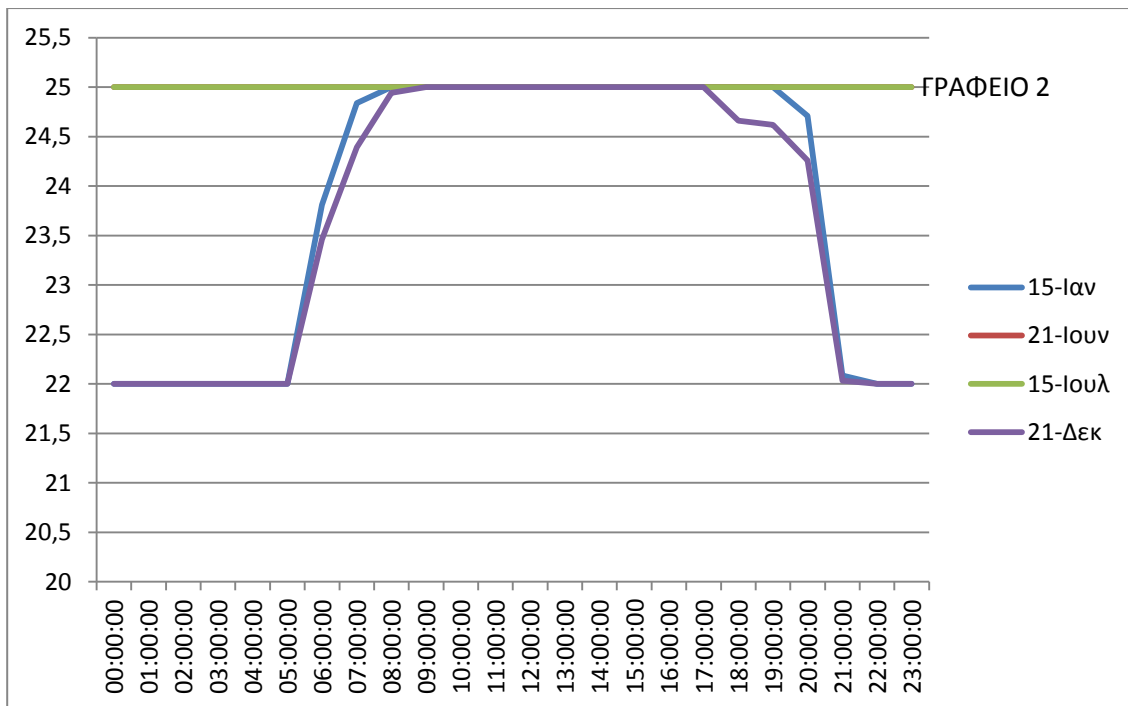
1^ο Σενάριο φωτισμού για τον θάλαμο νοσηλείας και σκίασης για τα γραφεία ιατρών



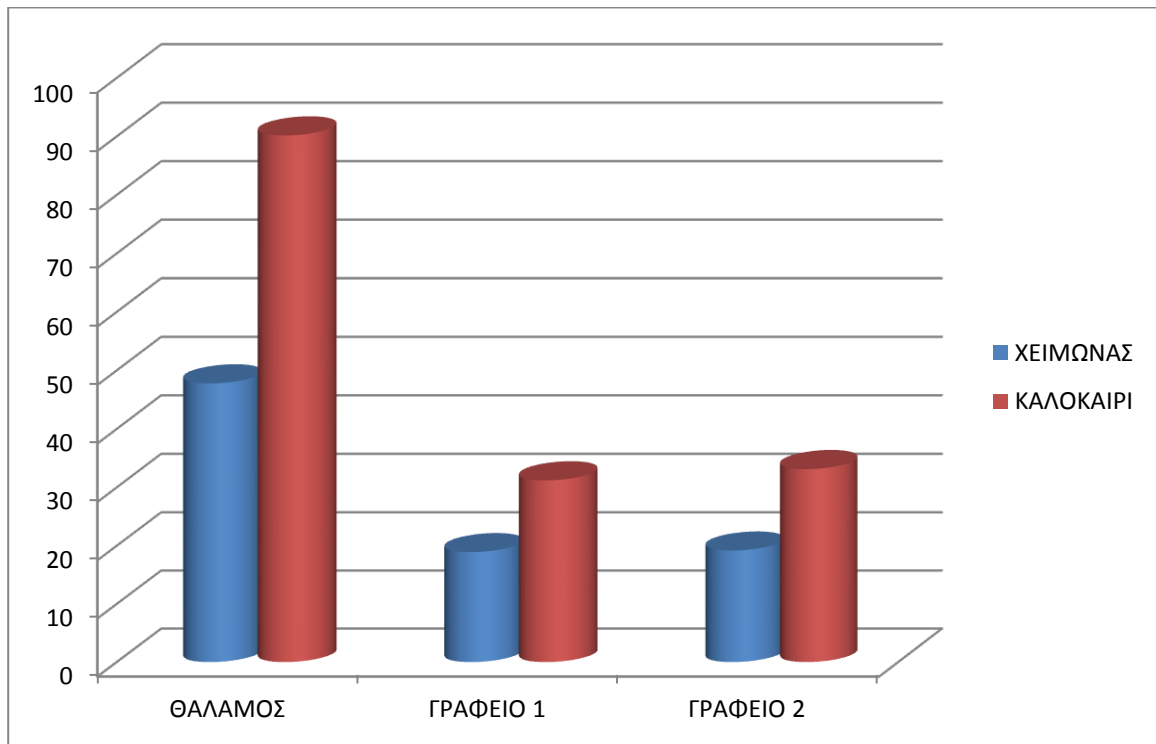
Εικ.6.18 Διάγραμμα Θερμοκρασιών 1^{ου} σεναρίου φωτισμού θαλάμου βορινής όψης



Εικ.6.19 Διάγραμμα Θερμοκρασιών 1^{ου} σεναρίου σκίασης Γραφείου 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

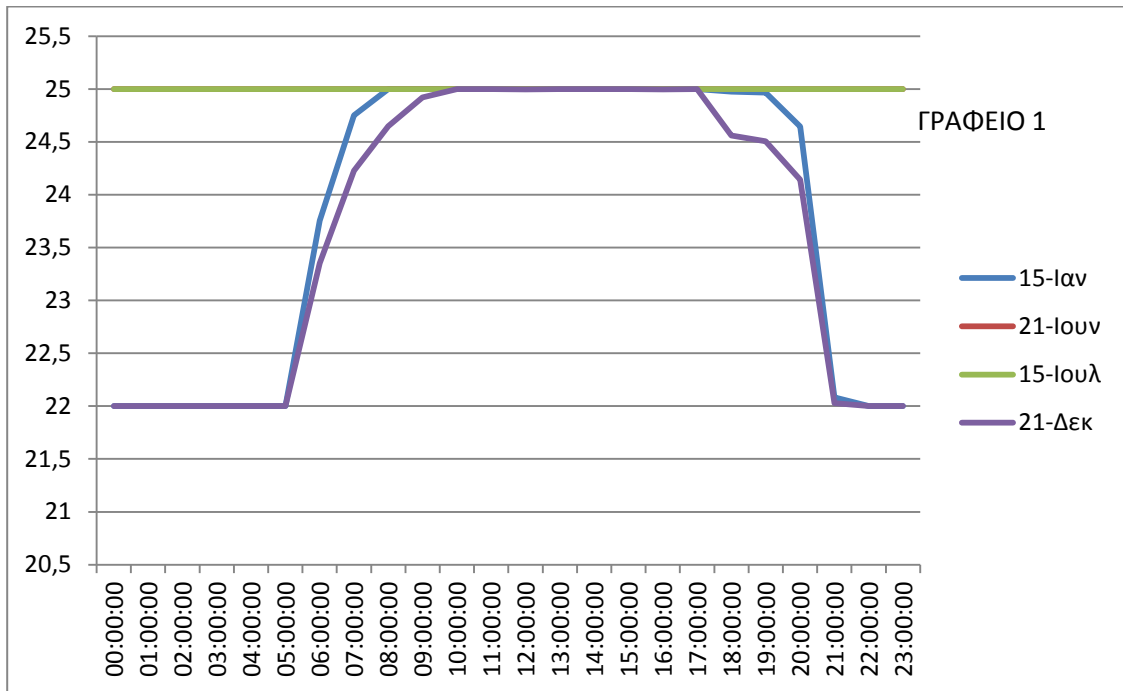


Εικ.6.20 Διάγραμμα Θερμοκρασιών 1^{ου} σεναρίου σκίασης Γραφείου 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο

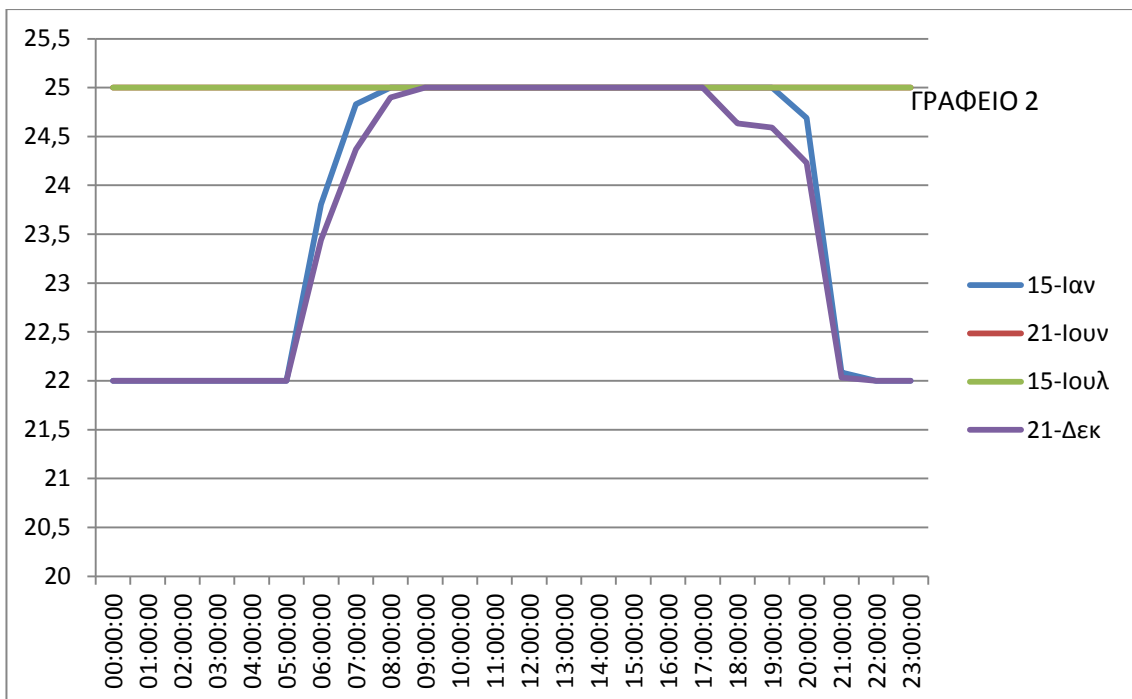


Εικ.6.21 Διάγραμμα κόστους θέρμανσης-ψύξης 1^{ου} σεναρίου σκίασης-φωτισμού

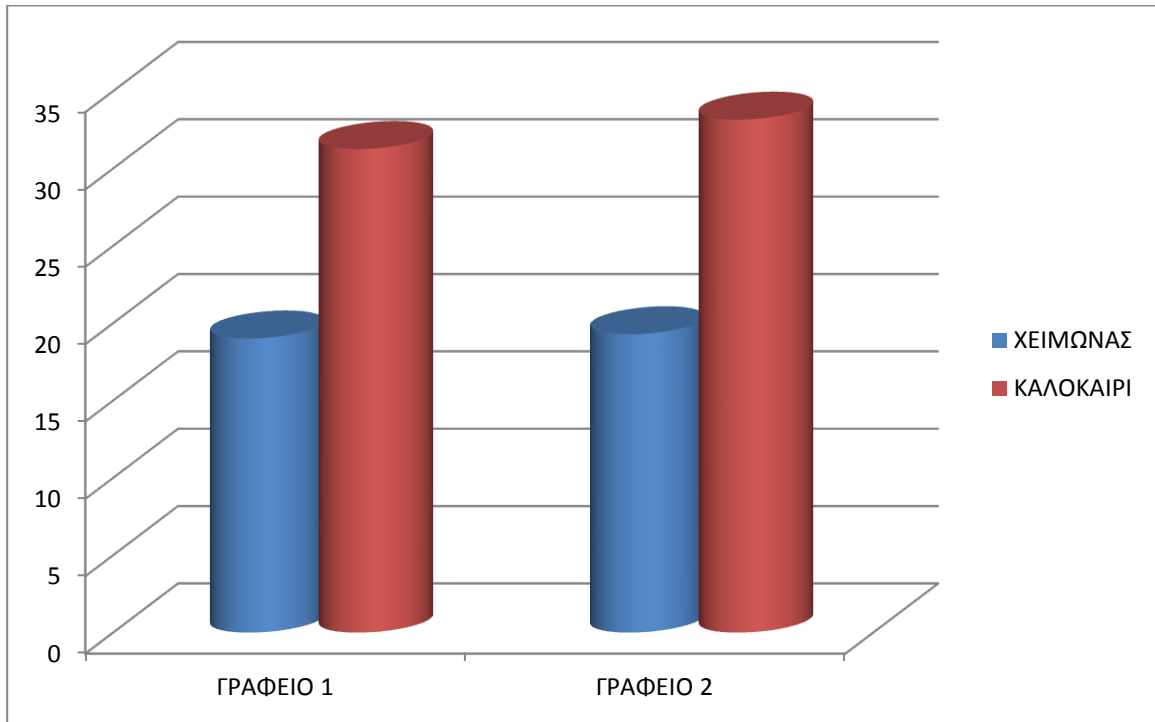
2^ο Σενάριο σκίασης για τα γραφεία ιατρών



Εικ.6.22 Διάγραμμα Θερμοκρασιών 2^{ου} σεναρίου σκίασης Γραφείου 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

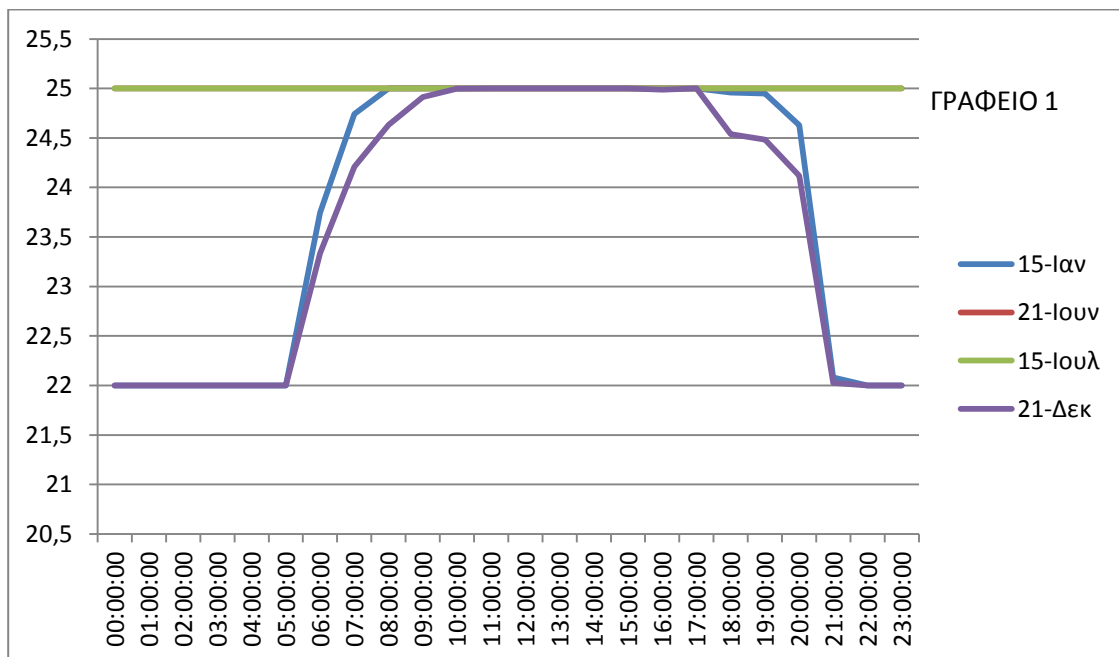


Εικ.6.23 Διάγραμμα Θερμοκρασιών 2^{ου} σεναρίου σκίασης Γραφείου 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο

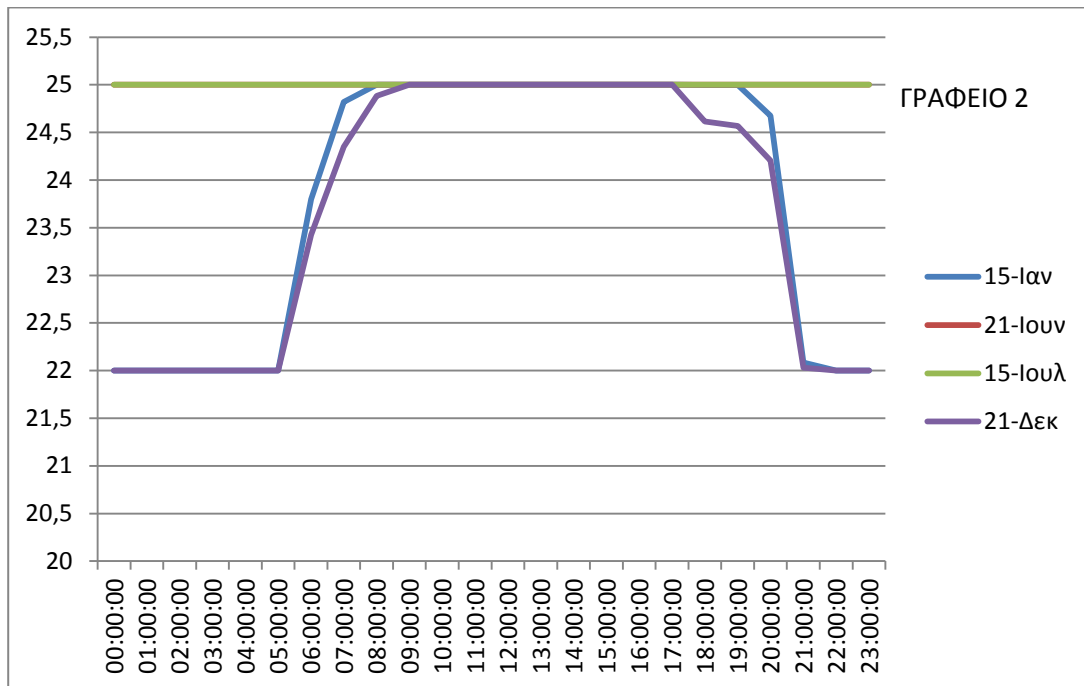


Εικ.6.24 Διάγραμμα κόστους θέρμανσης-ψύξης 2^{ου} σεναρίου σκίασης

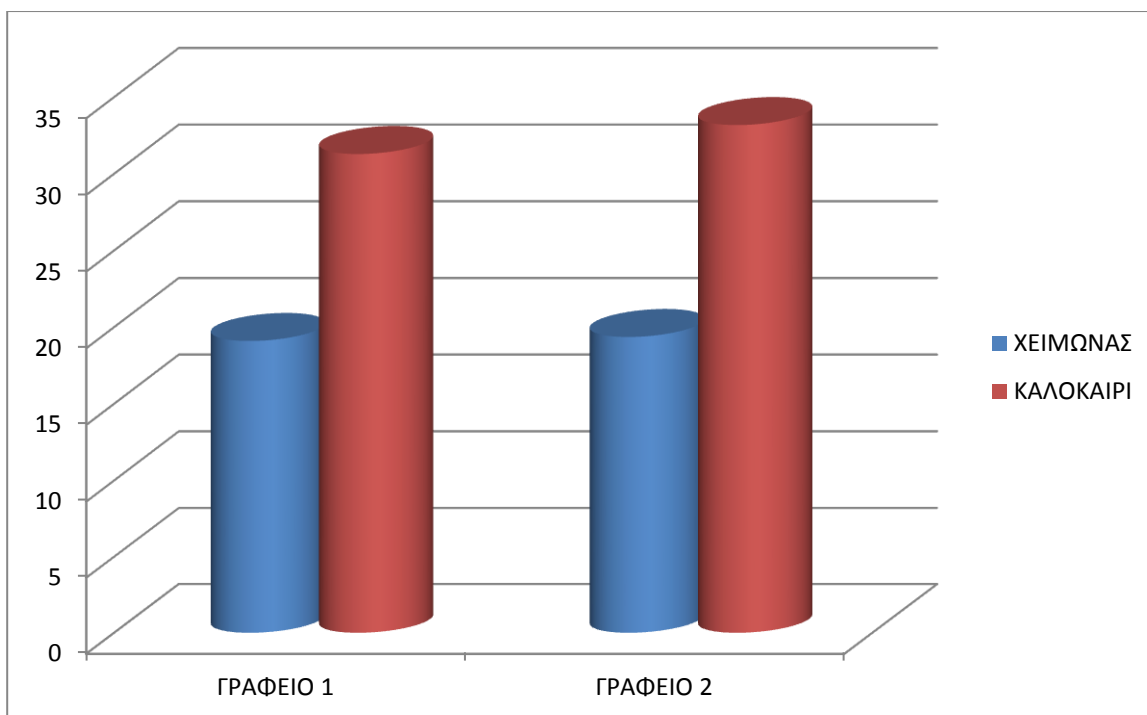
3^ο Σενάριο σκίασης για τα γραφεία ιατρών



Εικ.6.25 Διάγραμμα Θερμοκρασιών 3^{ου} σεναρίου σκίασης Γραφείου 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο

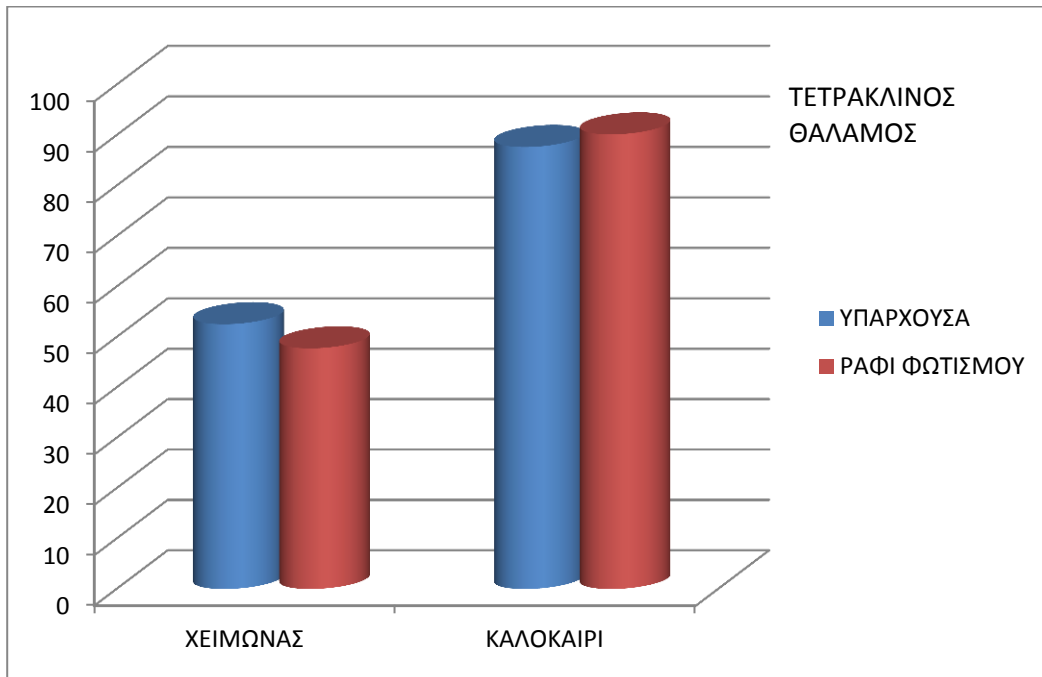


Εικ.6.26 Διάγραμμα Θερμοκρασιών 3^{ου} σεναρίου σκίασης Γραφείου 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο

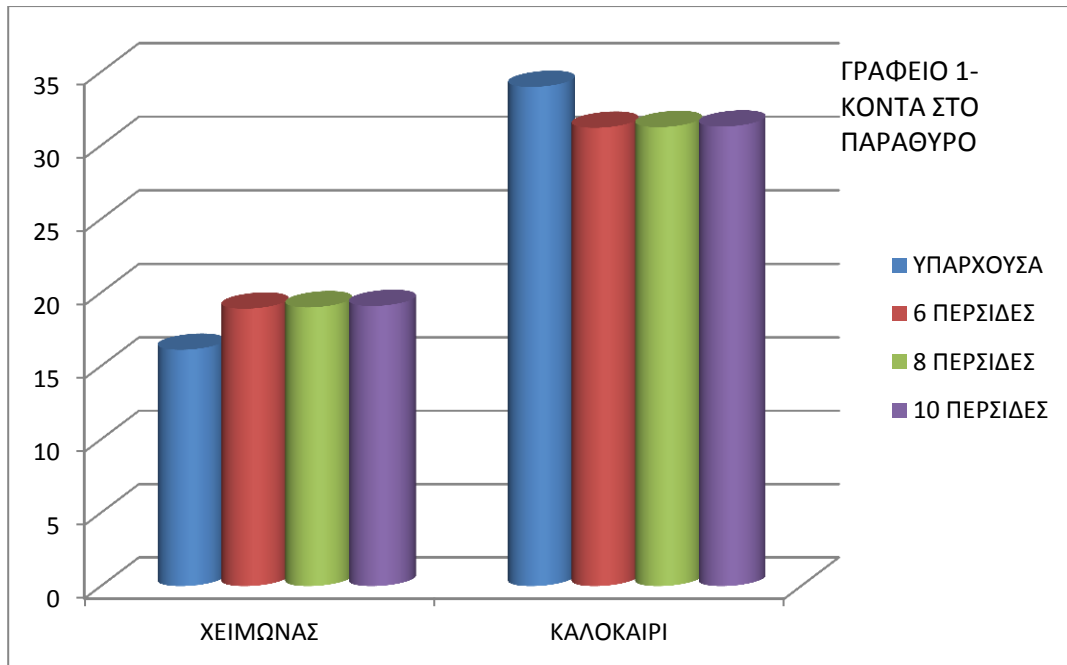


Εικ.6.27 Διάγραμμα κόστους θέρμανσης-ψύξης 3^{ου} σεναρίου σκίασης

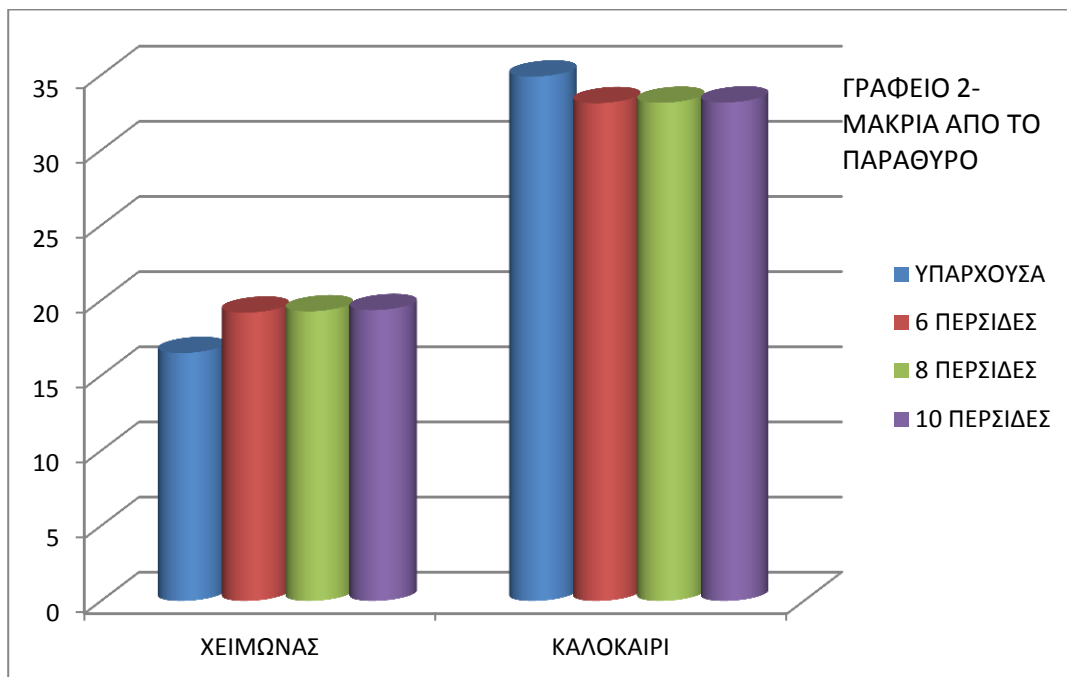
Σύγκριση υπάρχουσας κατάστασης και σεναρίων σκίασης – φωτισμού



Εικ.6.28 Συγκριτικό διάγραμμα κόστους θέρμανσης-ψύξης του τετράκλινου ανατολικού θαλάμου νοσηλείας



Εικ.6.29 Συγκριτικό διάγραμμα κόστους θέρμανσης-ψύξης για το δυτικό γραφείο 1 που βρίσκεται κοντά στο παράθυρο



Εικ.6.30 Συγκριτικό διάγραμμα κόστους θέρμανσης-ψύξης για το δυτικό γραφείο 2 που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο

Στα παραπάνω διαγράμματα καθίσταται σαφές ότι τα συστήματα σκίασης-φωτισμού που μελετήθηκαν ως σενάρια σκίασης-φωτισμού παρουσιάζουν θετικό πρόσημο και για τον τετράκλινο βορινό θάλαμο και για τα νότια γραφεία ιατρών.

Πιο αναλυτικά, για τον θάλαμο νοσηλείας παρατηρείται μείωση του κόστους θέρμανσης κατά τους χειμερινούς μήνες και μια ανεπαίσθητη αύξηση του κόστους ψύξης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, μετά την τοποθέτηση του ραφιού φωτισμού. Γενικά, ο θάλαμος, όπως είδαμε και για τον φωτισμό στο προηγούμενο κεφάλαιο, δεν παρουσιάζει θεαματικές αλλαγές μετά την τοποθέτηση του συστήματος φωτισμού, λόγω του «δύσκολου» προσανατολισμού του (βορινός), επομένως είναι απόλυτα φυσιολογικό αυτό να ερμηνεύεται και με μικρές διακυμάνσεις στο ενεργειακό του αποτύπωμα.

Αντιθέτως, για τα γραφεία ιατρών, μετά την τοποθέτηση των εξωτερικών οριζόντιων περσίδων, εμφανίζεται μεγάλη διαφοροποίηση σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση, όχι όμως και μεταξύ των σεναρίων σκίασης. Έτσι λοιπόν, παρατηρείται για τα γραφεία ιατρών με νότια όψη, μείωση του κόστους ψύξης τους καλοκαιρινούς μήνες, μετά την εφαρμογή της σκίασης, ενώ για τους χειμερινούς μήνες, μικρή αύξηση του κόστους θέρμανσης. Τα σενάρια σκίασης μεταξύ τους δεν παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις ως προς το κόστος θέρμανσης και ψύξης, πράγμα απόλυτως φυσιολογικό, αν σκεφτεί κανείς ότι η αύξηση δύο ή τεσσάρων περσίδων σκίασης δεν είναι δυνατόν να επιφέρει εμφανή αποτελέσματα στο ενεργειακό αποτύπωμα των χώρων αυτών.

6.3 Βιβλιογραφία 6^ο Κεφαλαίου

{1} «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης», ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ, Τ.Ο.ΤΕΕ, 20701-1/2010, Β' Έκδοση, Αθήνα, Απρίλιος 2012

{2} Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-3/2010, «ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ», Α' Έκδοση, Αθήνα, Ιούλιος 2010

{3} <https://www.ashrae.org/>

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Ανακεφαλαιώνοντας, λοιπόν, για τον τετράκλινο θάλαμο με ανατολική όψη η μελέτη των παραμέτρων του φωτισμού της υφιστάμενης κατάστασης επεσήμανε την ανάγκη άμεσης εξωτερικής σκίασης. Όπως είδαμε, το πρώτο σενάριο σκίασης των τριών κατακόρυφων περσίδων δεν επέφερε σημαντικές αλλαγές στην μείωση των επιπέδων θάμβωσης, ενώ συνδυαστικά με το ράφι φωτισμού-σκιάστρο στο δεύτερο σενάριο σκίασης, παρατηρήθηκαν επιτρεπτές τιμές έντασης φωτισμού και θάμβωσης για τον θάλαμο. Ως προς την ενεργειακή μελέτη του θαλάμου, διαπιστώθηκε μεγάλη μείωση του κόστους ψύξης για τους θερινούς μήνες του έτους και για τα δύο παραπάνω σενάρια σκίασης, με ασήμαντη την μεταξύ τους διαφορά, ενώ, ταυτόχρονα, δεν σημειώθηκε υψηλή αύξηση κόστους θέρμανσης για τους χειμερινούς μήνες του έτους. Επομένως, ως ευεργετικότερο σενάριο των μελετηθέντων προτείνεται η τοποθέτηση ραφιού φωτισμού-σκιάστρου.

Παράλληλα, για τα γραφεία με δυτική όψη, η μελέτη φωτισμού της υφιστάμενης τους κατάστασης, κατέστησε αναγκαία την τοποθέτηση συστήματος σκίασης, ιδιαίτερα για το γραφείο που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο, το οποίο παρουσίασε έντονες αιχμές θάμβωσης κατά τις απογευματινές ώρες. Μετά την τοποθέτηση των κατακόρυφων περσίδων σκίασης εμφανίστηκε αισθητή μείωση της «δυσφορίας», ενώ ταυτόχρονα μειώθηκε δραστικά και το κόστος ψύξης για τους θερινούς μήνες.

Εκ διαμέτρου αντίθετες ήταν οι ανάγκες που παρουσιάστηκαν από την μελέτη της υπάρχουσας κατάστασης του θαλάμου με βορινή όψη. Ο συγκεκριμένος προσανατολισμός, όπως αποδείχθηκε, δεν ενδείκνυται για χώρο νοσηλείας ασθενών, καθώς τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων φανέρωσαν αρκετά χαμηλά επίπεδα φωτισμού και, κατά συνέπεια, αναγκαία την τοποθέτηση κατάλληλου συστήματος φωτισμού. Έτσι επιλέχθηκε η τοποθέτηση εξωτερικού ραφιού φωτισμού στο ύψος της ποδιάς του παραθύρου, μετά από ενδελεχή διερεύνηση για το ύψος τοποθέτησης και το πλάτος του ραφιού φωτισμού, έτσι ώστε να προσφέρει τα βέλτιστα αποτελέσματα. Πράγματι, όπως είδαμε αναλυτικά και στο κεφάλαιο της μελέτης φυσικού φωτισμού, το ράφι φωτισμού επέφερε σημαντικά, αισθητά, ευεργετικά αποτελέσματα στον τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας, ενώ ταυτόχρονα μείωσε το κόστος θέρμανσης κατά τους χειμερινούς μήνες του έτους, όπως έδειξε η ενεργειακή του μελέτη.

Τέλος, τα γραφεία ιατρών με νότια όψη παρουσίασαν αρκετά υψηλά ποσοστά έντασης φωτισμού και θάμβωσης, ενώ ταυτόχρονα μικρούς δείκτες αυτονομίας χρήσιμου φυσικού φωτισμού. Η τοποθέτηση των οριζόντιων περσίδων σκίασης ήταν η λύση που προσδιόρισε τους παραπάνω δείκτες σε επίπεδα εντός ανεκτών ορίων. Η αύξηση των οριζόντιων περσίδων από έξι σε οχτώ ή δέκα επέφερε συγκριτικά μεταξύ τους μικρή μείωση στα επίπεδα φυσικού φωτισμού τους καλοκαιρινούς μήνες, όμως μεγάλη ήταν η διαφορά στην μείωση του επιπέδου έντασης φωτισμού σε επίπεδα κάτω των 300 lux κατά τους χειμερινούς μήνες, για το γραφείο που βρίσκεται μακριά από το παράθυρο, βαθιά μέσα στο χώρο. Ταυτόχρονα, η μείωση του κόστους ψύξης που επέφεραν τα σενάρια σκίασης των οριζόντιων περσίδων ήταν σχεδόν εφάμιλλα της αύξησης του κόστους θέρμανσης για τον χειμώνα. Επομένως, ως βέλτιστο σενάριο σκίασης των

εξετασθέντων, για τα γραφεία ιατρών με νότια όψη, κρίνεται, αναμφισβήτητα, η τοποθέτηση των έξι, εξωτερικών, οριζόντιων περσίδων σκίασης.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στην παρούσα έρευνα υπάρχουν πεδία που ένας μελλοντικός μελετητής θα μπορούσε να εμβαθύνει και να διευρύνει.

Κατ' αρχάς, θα μπορούσε να γίνει τεκμηρίωση και αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης ως προς τα επίπεδα φυσικού φωτισμού αλλά και θάμβωσης με λογισμικά αντίστοιχης εγκυρότητας, η χρήση των οποίων επιτρέπει τη δυναμική προσομοίωση κυρίως των βελτιωτικών προτάσεων και ειδικότερα των σεναρίων σκίασης.

Έπειτα, κατά την βιβλιογραφική αναφορά που έγινε στο πρώτο μέρος της έρευνας αυτής παρουσιάστηκαν αναλυτικά αρκετά συστήματα σκίασης και φωτισμού, τα οποία σε συνδυασμό ή με τροποποίηση κάποιων χαρακτηριστικών τους, πιθανόν να οδηγήσουν σε ευεργετικότερα αποτελέσματα από αυτά που παρουσιάστηκαν στην παρούσα μελέτη (π.χ. αντικατάσταση του ραφιού φωτισμού με ειδικούς υαλοπίνακες μειωμένης ανακλαστικότητας ή διερεύνηση των μοιρών κλίσης των περσίδων σκίασης).

Τέλος, θα μπορούσε να γίνει, επιπλέον, προσπάθεια εξαγωγής συμπερασμάτων για τα ετήσια κόστη ψύξης και θέρμανσης του θαλάμου σε επίπεδο πλέον ολόκληρου του νοσοκομειακού συγκροτήματος, δηλαδή μια οικονομικοτεχνική μελέτη των σεναρίων και των πιθανών διατάξεών τους, ώστε να διαπιστωθεί και η εκάστοτε οικονομική απόσβεση κάθε σεναρίου στην πάροδο του χρόνου, πράγμα που στην παρούσα έρευνα υπερέβαινε τις ανάγκες εκπαιδευτικής εργασίας.

Copyright © Ουρανία Καρδάρα

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

