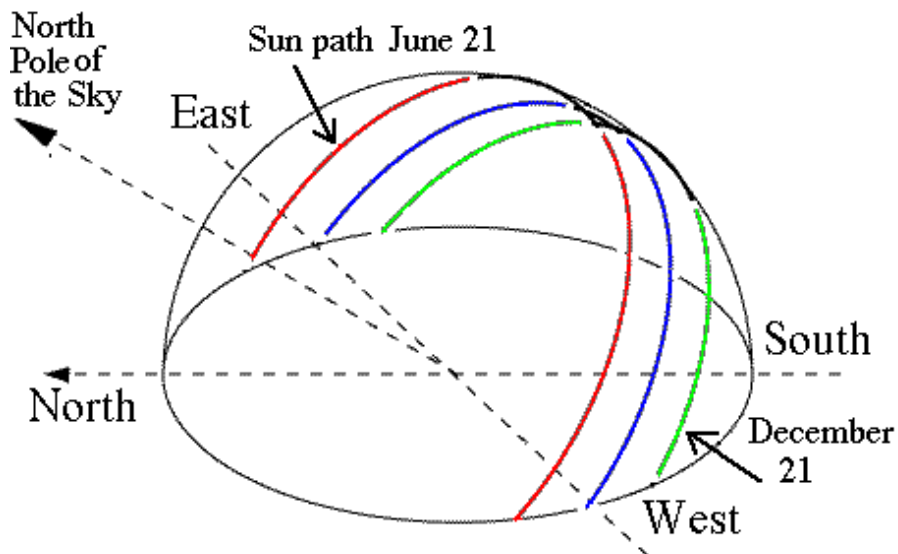




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

Διπλωματική Εργασία:

«ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΗΛΙΑΣΜΟΥ ΘΑΛΑΜΩΝ
ΝΟΣΗΛΕΙΑΣ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ ΚΑΤ»



ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Ν. ΚΟΥΦΟΣ

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

ΑΘΗΝΑ, Δεκέμβριος 2014



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

Διπλωματική Εργασία:

**«ΜΕΛΕΤΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΗΛΙΑΣΜΟΥ ΘΑΛΑΜΩΝ
ΝΟΣΗΛΕΙΑΣ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ ΚΑΤ»**

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Ν. ΚΟΥΦΟΣ

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

ΑΘΗΝΑ, Δεκέμβριος 2014

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Ιωάννη Τζουβαδάκη, 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 καθοδήγηση που μου παρείχε και το χρόνο που αφιέρωσε σε όλα τα στάδια εκπόνησης της εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τη συμφοιτήτρια μου, Βενεδίκη Άννα για την πολύτιμη βοήθεια και τις πληροφορίες που μου προσέφερε.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής εργασίας, με αφορμή το ολοένα και αυξανόμενο επιστημονικό ενδιαφέρον για τη σχέση του φυσικού φωτός που εισρέει σε θαλάμους νοσηλείας με την ταχύτητα ανάρρωσης των ασθενών, εξετάζουμε το φυσικό φωτισμό και τον ηλιασμό θαλάμων νοσηλείας. Στην προκειμένη περίπτωση το εξεταζόμενο κτίριο είναι η νοσοκομειακή μονάδα Γ.Ν.Α. 'ΚΑΤ' και συγκεκριμένα οι εξάκλινοι θάλαμοι του 4^{ου} ορόφου σε Νότιο και Νοτιοανατολικό προσανατολισμό που είναι μέρος της ημικυκλικής μορφής του κτιρίου. 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. Στη συνέχεια, γίνεται ανάλυση των βελτιωτικών μέτρων που προτείνονται όσο και αναφορά στη βιβλιογραφία που οδήγησε στην τελική επιλογή αυτών των μέτρων. Παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα κάθε βελτιωτικού μέτρου και γίνεται αξιολόγηση τους με βάση τα νέα επίπεδα φυσικού φωτισμού και θάμβωσης που καταγράφονται αλλά και τις νέες ενεργειακές ανάγκες για ψύξη και θέρμανση. Έπειτα προτείνονται επιπλέον μέτρα σε συνέχιση των πρώτων με κοινή συνεργία. Τα μέτρα αυτά μελετούν την επίδραση της εξωτερικής σκίασης του θαλάμου τόσο στα επίπεδα φυσικού φωτισμού, θάμβωσης αλλά και ενεργειακών αναγκών για ψύξη και θέρμανση του θαλάμου. Βασικό στοιχείο για όλη την πορεία της έρευνας είναι η τελική πρόταση ενός θαλάμου που θα έχει μειωμένες τιμές φυσικού φωτός και θάμβωσης σε σχέση με την υπάρχουσα κατάσταση χωρίς όμως να τίθεται θέμα περιορισμού τους σημαντικά κάτω απ' τις μέγιστες τιμές τους, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, καθώς στόχος είναι η όσο το δυνατόν πληρέστερη και αποτελεσματικότερη εκμετάλλευση του φυσικού φωτός με τις πολλαπλές θετικές του επιδράσεις που αναλύονται στη συνέχεια. Τέλος γίνεται σύγκριση της τελικής πρότασης με την υφιστάμενη κατάσταση τόσο ως προς τις παραμέτρους του φυσικού φωτισμού αλλά και ως προς τα ενεργειακά ετήσια κόστη του θαλάμου που εξετάστηκε και για τους δύο προσανατολισμούς. Για τη χρήση των προσομοιώσεων χρησιμοποιήθηκαν με τη σειρά τα προγράμματα: Google SketchUp, Open Studio, Radiance και τέλος για τα ενεργειακά μεγέθη το Energy Plus.

ABSTRACT

Motivated by the constantly risen modern scientific interest in the relation between daylighting coming into medical wards and patients recovery, the purpose of this thesis is to examine the daylight and the effects of sunlight in medical wards. The medical facility that this thesis examines is KAT hospital in Athens and in particular the 6-bedded wards in the 4th floor, in South and Southeast orientation that are part of the semicircular shape of the building. An analysis of the current situation regarding daylight of the 4th floor wards is done and an evaluation of the findings follows based on international bibliography. Moreover, an analysis of the proposed set of actions for retrofitting the wards in order to satisfy the DSI and DGP requirements is presented as well as the respective bibliography based on which these actions were decided. The results of each set of actions taken are analytically presented and they are evaluated with respect to the DSI and DGP decided limits and the energy needs for cooling and heating of the medical ward that derive. Furthermore, a second set of actions to be taken is presented in addition to the first set. These actions include the installation of external shadowing of the ward and the study of how they are affecting the level of DSI, DGP and energy costs for cooling and heating of the ward. The main element based on which every set of actions is proposed and evaluated is to finally retrofit the current medical ward with reduced levels of DSI and DGP, however without risking concluding to level below the minimum ones since the most essential goal is to benefit as much as possible from the positive effects of daylight that are scholastically presented in this thesis. Finally, a comparison of the final proposition, including both set of actions, with the current situation is done based on the levels of DSI and DGP as well as on the energy costs of the examined wards for both orientations. For simulation purposes the software used was: Google SketchUp, Open Studio, Radiance, and finally for energy variables Energy Plus.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο :ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1 Βιοκλιματικός σχεδιασμός.....	7
1.2 Εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη	8
1.2.1 Ειδικό Υαλοπίνακες.....	8
1.3 Εξοικονόμηση ενέργειας για φωτισμό	12
1.3.1 Χρώμα και υφή των επιφανειών – ανακλαστικότητα	12
1.4 Ηλιοπροστασία.....	14
1.5 Συνθήκες άνεσης στο εσωτερικό των κτιρίων	18
1.5.1 Θερμική άνεση.....	18
1.5.2 Οπτική άνεση.....	20
1.6 Φυσικό φως και υγεία	23
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 1 ^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.....	28
2.1 Ένταση φυσικού φωτισμού / Illuminance (E).....	29
2.2 Θάμβωση.....	31
2.3 Ηλιακή Γεωμετρία	33
2.4 Δυναμικοί δείκτες απόδοσης και κριτήρια αξιολόγησης Φυσικού Φωτισμού	36
2.5 Χρησιμοποιούμενο λογισμικό	38
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 2 ^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	42
3.1 Εξεταζόμενο Νοσοκομείο.....	42
3.2 Αποτελέσματα προσομοίωσης υφιστάμενης κατάστασης με το πρόγραμμα Radiance.....	45
3.3.1 Ένταση Φυσικού Φωτισμού (DSI)	49
3.3.2 Θάμβωση (DGP)	62
3.3.3 Δυναμικοί Δείκτες Φυσικού Φωτός.....	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : ΠΡΩΤΗ ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ	77
4.1 Ένταση Φυσικού Φωτισμού (DSI)	80
4.2 Θάμβωση (DGP).....	88
4.3 Δυναμικοί δείκτες φυσικού φωτός.....	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 4 ^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ.....	97

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο : ΔΕΥΤΕΡΗ ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ	98
5.1 Ένταση φυσικού φωτισμού (DSI).....	100
5.2 Θάμβωση (DGP).....	104
5.3 Δυναμικοί δείκτες φυσικού φωτός.....	107
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο : ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΘΑΛΑΜΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΝΟΝΤΑΣ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ENERGY PLUS	110
6.1 Διακύμανση θερμοκρασιών	112
6.2 Κόστος για θέρμανση και ψύξη	116
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ^ο	119
7.1 Επίλογος.....	119
7.2 Προτάσεις για τη συνέχιση της εργασίας.....	121
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	122
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	126

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο :ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί πλέον στα περισσότερα κράτη αξιοσημείωτο κριτήριο σχεδιασμού μικρών και μεγάλων κτιρίων, το οποίο **λαμβάνεται σοβαρά υπόψη από το σύνολο των μελετητών αρχιτεκτόνων και μηχανικών, μιας και τις τελευταίες δεκαετίες έχει αποτελέσει βασική προσέγγιση στην κατασκευή κτιρίων παγκοσμίως**. Γίνεται εύκολα, λοιπόν, αντιληπτό ότι οι αιτίες που συμβαίνει αυτό, δεν είναι άλλες από τις χαμηλότερες απαιτήσεις ενέργειας για τη θέρμανση, το δροσισμό και το φωτισμό των κτιρίων που προκύπτουν απ' την πρακτική της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, όπως επίσης και τα πολλαπλά οφέλη που τη συνεπάγονται: ενεργειακά (εξοικονόμηση και θερμική/ οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση κόστους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων και επιβάρυνσης εδάφους, θάλασσας και ατμόσφαιρας γενικότερα), αλλά και κοινωνικά.

Τα κτίρια αποτελούν ένα μεγάλο ενεργειακό καταναλωτή που, ταυτοχρόνως, διαθέτει υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Ιδιαίτερη σημασία για την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου έχει η χρήση των τεχνικών του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Εκτός από την εφαρμογή αυτών των τεχνικών, δυνατότητες εξοικονόμησης υπάρχουν και στα συστήματα που καταναλώνουν ενέργεια για να καλύψουν τις ανάγκες για θέρμανση και ψύξη, καθώς και στο σύστημα τεχνητού φωτισμού.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό χώρων και γενικότερα, κτιρίων (εξωτερικών, εσωτερικών και υπαίθριων) **βάσει του τοπικού κλίματος**, με σκοπό την **εξασφάλιση συνθηκών οπτικής και θερμικής άνεσης**, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές καθώς και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα **παθητικά συστήματα**, που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων, όπως αναλύεται και παρακάτω.

Γενικά, τα **Παθητικά 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 [3]

Το πιο σύνθηδες 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 της ημέρας το χειμώνα. Επίσης, 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 της θερμοκρασίας μέσα στο 24ωρο. Βέβαια, τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει να συνοδεύονται από ηλιοπροστασία (σκίαση) και συχνά, από τη δυνατότητα επαρκούς αερισμού.

Λόγω των δυνητικά **αυξημένων νότιων ανοιγμάτων**, η εξοικονόμηση της ενέργειας εξαρτάται από την επιφάνειά τους, αλλά και από τη συνολική λειτουργία του κτιρίου (μόνωση, εσωτερικά κέρδη, κλίμα της περιοχής, κλπ.). Μάλιστα, η αυξημένη γυάλινη επιφάνεια σε ορισμένες περιπτώσεις, λόγω των έντονων νυχτερινών απωλειών θερμότητας σε περιοχές με ψυχρές νύχτες, συντελεί στην αισθητή αύξηση του φορτίου θέρμανσης του κτιρίου. Το φαινόμενο αυτό, βέβαια, μπορεί να περιοριστεί με τη χρήση νυχτερινής μόνωσης στα ανοίγματα.[2]

Ο **νότιος προσανατολισμός** είναι αρκετά καλός ως προς τη διαθέσιμη ποσότητα φυσικού φωτός, ιδιαίτερα τη χειμερινή περίοδο. Η νότια όψη των κτηρίων δέχεται την απευθείας ηλιακή ακτινοβολία σε μεγαλύτερο ποσοστό, με σταθερότερο ρυθμό και με καλύτερη κατανομή τόσο στις εποχές του έτους, όσο και στη διάρκεια της ημέρας. Τη θερινή περίοδο όμως, λόγω της υψηλής λαμπρότητας που παρατηρείται στις Μεσογειακές χώρες και τη συνεχή μεταβολή της στάθμης του φωτισμού, εάν δε συνδυαστεί με κατάλληλη σκίαση, μπορεί να προκαλέσει προβλήματα ανισοκατανομής και θάμβωσης.

Πολύ μεγάλης σημασίας είναι το γεγονός ότι η αρχή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων θέρμανσης βασίζεται στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου», ενώ τα παθητικά συστήματα δροσισμού βασίζονται στην ηλιοπροστασία του κτιρίου και συγκεκριμένα, στην παρεμπόδιση της εισόδου των ανεπιθύμητων ακτινών του ήλιου στο κτίριο κατά τη θερινή περίοδο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση κινητών ή σταθερών σκιάστρων (πρόβολοι, τέντες, περσίδες, κληματαριές, κ.ά.), μερικά από τα οποία μελετώνται στην παρούσα έρευνα (παρακάτω κεφάλαιο), που τοποθετούνται κατάλληλα, καθώς επίσης και με τη διευκόλυνση της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων.

1.2 Εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη

Για τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης ιδιαίτερη σημασία έχει η σωστή διαστασιολόγησή τους, η τακτική συντήρησή τους, καθώς και η κατάλληλη μόνωση των μερών τους. Επίσης, η χρήση αυτοματισμών, όπως οι θερμοστατικοί διακόπτες και οι χρονοδιακόπτες, εξασφαλίζουν, με χαμηλό κόστος, σημαντική μείωση στην κατανάλωση καυσίμου. Αντίστοιχα, τα συστήματα ψύξης πρέπει να διαστασιολογούνται και να συντηρούνται σωστά. Εξάλλου, οι κλιματιστικές συσκευές, όπως και όλες σχεδόν οι οικιακές ηλεκτρικές συσκευές, φέρουν ειδική ενεργειακή σήμανση, που βοηθά στην επιλογή της πλέον κατάλληλης και ενεργειακά αποδοτικής.

1.2.1 Ειδικοί Υαλοπίνακες

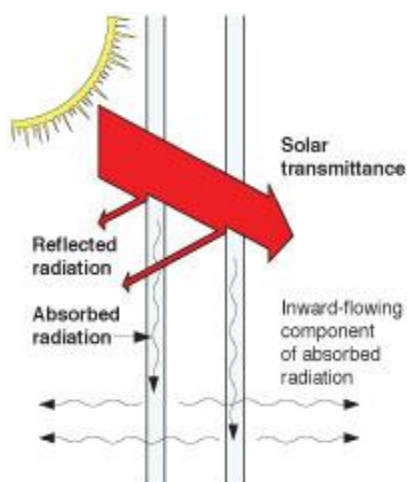
Το κοινό γυαλί έχει διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία από 0,78 - 0,91, ανάλογα με την ποιότητα και το πάχος του. Εάν χρησιμοποιηθούν πολλαπλοί υαλοπίνακες, μειώνεται η διαπερατότητα του

συστήματος, αλλά βελτιώνεται σημαντικά ο συντελεστής θερμοπερατότητας. Ανακλαστικοί και απορροφητικοί υαλοπίνακες με υψηλό συντελεστή ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας αντίστοιχα, πρέπει να χρησιμοποιούνται με σύνεση στα παθητικά ηλιακά συστήματα, γιατί μειώνουν το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στο χώρο. Αντίθετα, ενδείκνυνται υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμπιμότητας (low-e), κατάλληλα τοποθετημένοι, οι οποίοι περιορίζουν τη διαφυγή της θερμικής ενέργειας με ακτινοβολία προς το εξωτερικό περιβάλλον.[1]

Οι υαλοπίνακες είναι τα πλέον συνηθισμένα διαφανή υλικά που χρησιμοποιούνται στα ανοίγματα των κτιριακών κατασκευών. Γενικά, η διαπερατότητα των υαλοπινάκων εξαρτάται από την καθαρότητα του υλικού, από τον αριθμό, τον τύπο και το πάχος των υαλοπετασμάτων καθώς και από το πάχος του διακένου και του υλικού πλήρωσής του. Για τη βελτιστοποίηση του φυσικού φωτισμού χρησιμοποιούνται με αρκετή επιτυχία, αλλά υψηλό κόστος, ειδικού τύπου υαλοπίνακες, οι οποίοι αλλάζουν την πορεία του φωτός και το κατευθύνουν προς το εσωτερικό του χώρου. Τέτοιοι υαλοπίνακες είναι οι πρισματικοί, τα ειδικά πετάσματα, επεξεργασμένα με λέιζερ, και οι ολογραφικοί υαλοπίνακες.[2]

Τρόποι αύξησης της θερμικής αντίστασης

- Αυξάνοντας το πλάτος του διακένου
- Χρησιμοποιώντας υαλοπίνακες με επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής (low -e)
- Γεμίζοντας το διάκενο με αέρια χαμηλής αγωγιμότητας από αυτήν του ξηρού αέρα
- Μειώνοντας τη συναγωγή στην περιοχή του διακένου
- Δημιουργώντας συνθήκες μερικού ή ολικού κενού στο διάκενο[3]

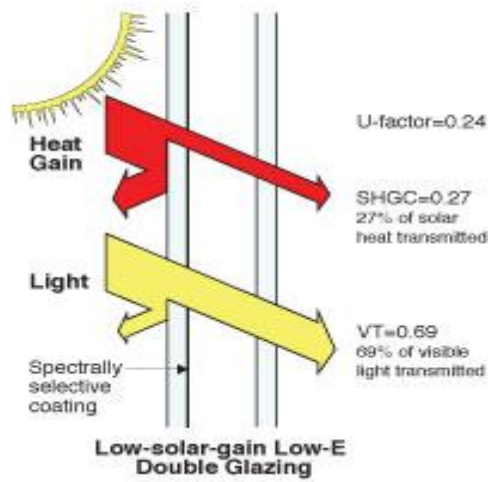
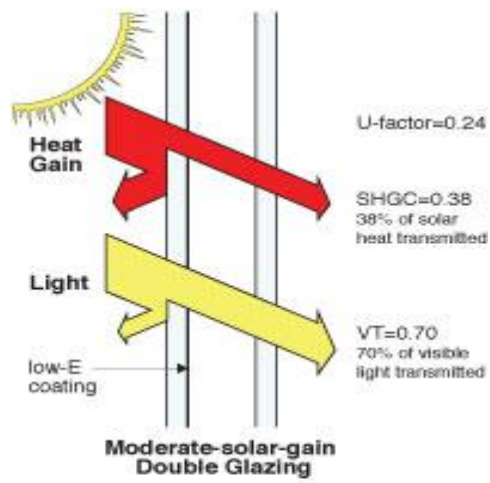
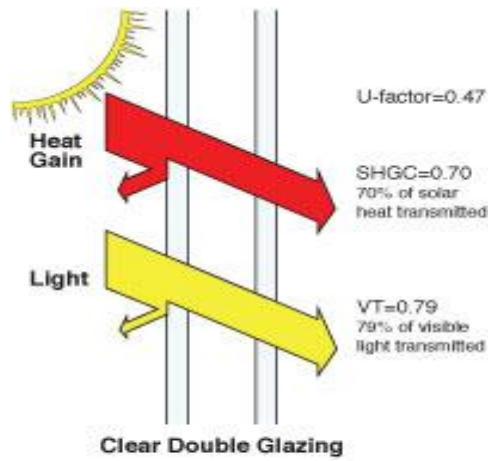


Εικ.1.1 Ιδιότητες υαλοπινάκων Πηγή: <http://www.commercialwindows.org/shgc.php>

- **ανάκλαση:** εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας κάθετα στην επιφάνεια του γυαλιού που ανακλάται από το γυαλί
- **απορρόφηση:** εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια του γυαλιού και απορροφάται από τη μάζα του
- **άμεση περατότητα:** εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει κάθετα και διαπερνά άμεσα τη μάζα του γυαλιού[4]

Είδη υαλώσεων για έλεγχο ηλιακής ακτινοβολίας

- **Χρωματιστά στη μάζα τους γυαλιά-αυξημένη απορροφητικότητα**
- **Γυαλιά ανακλαστικής επίστρωσης-αυξημένη ανακλαστικότητα και συνήθως και απορροφητικότητα**
- **Συνδυασμός των παραπάνω**
- **Διπλές υαλώσεις με ενσωματωμένα σκιάδια**
- **Γυαλιά μεταβαλλόμενης περατότητας φωτός-τελευταία εμπορική εξέλιξη, ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες [5]**



Εικ.1.2 Χαρακτηριστικά διαφορετικών τύπων υαλοπινάκων Πηγή:www.commercialwindows.org

1.3 Εξοικονόμηση ενέργειας για φωτισμό

Σημαντικές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας μπορούμε να έχουμε και από το σύστημα τεχνητού φωτισμού. Η αντικατάσταση του τεχνητού φωτισμού από φυσικό μπορεί να αποφέρει εξοικονόμηση ενέργειας (30-70%), όταν η ένταση των λαμπτήρων αυξομειώνεται σε σχέση με τα διαθέσιμα επίπεδα φυσικού φωτισμού στο χώρο. Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό αντιστοιχεί περίπου στο 20% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού παγκοσμίως και αυξάνεται με ρυθμό (2005-2010) περίπου 2.4% το χρόνο. Από μελέτη προσομοίωσης που πραγματοποιήθηκε, προέκυψε ότι η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το φωτισμό ενός γραφείου 54 τ.μ. αποτελεί περίπου το 35% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας (για θέρμανση, δροσισμό και φωτισμό), είτε ο χώρος βρίσκεται στην Αθήνα, είτε στο Λονδίνο, είτε στην Κοπεγχάγη. Συγκεκριμένα στην Ελλάδα, η κατανάλωση για φωτισμό, σύμφωνα με τα στοιχεία που παρουσιάζονται στο Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης, αντιπροσωπεύει το 4% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στον οικιακό τομέα και 18% στον τριτογενή. Στα κτίρια γραφείων ειδικότερα ο φωτισμός αποτελεί το 28% της τελικής ηλεκτρικής κατανάλωσης με το ποσοστό αυτό να τροποποιείται ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου.

Η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί είτε με τη μείωση της εγκατεστημένης ισχύος, μέσα από τη χρήση αποδοτικότερων συστημάτων και βελτιωμένου σχεδιασμού, είτε με τη μείωση του χρόνου λειτουργίας, μέσα από την προσωπική ευαισθητοποίηση και την υιοθέτηση συστημάτων ελέγχου. Η χρήση ροοστατών συμβάλλει στο να έχουμε την ποσότητα του φωτισμού που επιθυμούμε και οι χρονοδιακόπτες μπορούν να ρυθμιστούν ώστε να κλείνουν και να ανοίγουν την παροχή του ρεύματος σε συσκευές και στο φωτισμό όποτε είναι επιθυμητό. Παρά το γεγονός ότι οι αισθητήρες ανίχνευσης της παρουσίας φωτός και ο χρονοπρογραμματισμός αποφέρουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, δεν σχετίζονται με τα επίπεδα φυσικού φωτισμού στο χώρο.

Ακόμη, εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται με την αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως με νέους ενεργειακούς, οι οποίοι μπορεί να έχουν υψηλότερο κόστος, αλλά χρησιμοποιούν το ένα τέταρτο της ενέργειας και διαρκούν πολύ περισσότερο, περίπου 10.000 ώρες. Έχει υπολογισθεί ότι το αυξημένο κόστος κτήσης ενός τέτοιου λαμπτήρα αποσβένεται σε 500 ώρες περίπου, και από εκεί και πέρα η χρήση του αφήνει κέρδος. Επίσης, μελλοντική επιλογή αποτελεί και η τεχνολογία LED που προσφέρει μεγαλύτερη οικονομία και περισσότερη διάρκεια από τους ενεργειακούς λαμπτήρες. Η χρήση λαμπτήρων φθορισμού ή led αντί για τους συμβατικούς λαμπτήρες πυράκτωσης μπορεί να οδηγήσει στη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος πάνω από 90%.

1.3.1 Χρώμα και υφή των επιφανειών – ανακλαστικότητα

Το χρώμα και η υφή των επιφανειών του κτιρίου καθορίζουν την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται, καθώς και την ποσότητα της θερμότητας που αποβάλλεται το βράδυ, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία των επιφανειών του κτιρίου και κατ' επέκταση τη διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας.

Για παράδειγμα, ένα δώμα βαμμένο με σκούρο χρώμα μπορεί να παρουσιάζει επιφανειακή θερμοκρασία αυξημένη κατά 32oC, σε σχέση με τη μέγιστη θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα. Αντίθετα, η επιφανειακή θερμοκρασία ενός δώματος βαμμένου με ασβέστη, μόλις ξεπερνά τον 1oC σε σχέση με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος.[6]

Επισημαίνεται ότι οι επιφάνειες του κελύφους, οι προσανατολισμένες προς την δύση, καθώς και οι οριζόντιες –τα δώματα– υποφέρουν ιδιαίτερα από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι. Συνεπώς, συνιστάται η βαφή τους με ανοιχτά χρώματα. Ειδικά για τα δώματα αποτελεσματική είναι η επικάλυψή τους με ανακλαστική επιφάνεια, όπως για παράδειγμα η επίστρωση με φύλλο αλουμινίου, ψυχρά χρώματα ή γενικότερα με ψυχρά υλικά, καθώς και με φυτά.

Επίσης, η υφή των επιφανειών –αδρή ή λεία– επηρεάζει την ανακλαστική τους ικανότητα και κατά συνέπεια την απορρόφηση ή μη της θερμότητας. **Ο συντελεστής ανάκλασης του φωτός σε ένα χώρο παίζει σημαντικό ρόλο επηρεάζοντας τη φωτεινότητά του, αλλά και την απορρόφηση ενέργειας.**[7]

Στο πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι συντελεστές ανάκλασης των βασικών χρωμάτων σε τρεις διαφορετικές αποχρώσεις.

Συντελεστές Ανάκλασης Βασικών Χρωμάτων			
Χρώμα	Ανοιχτό	Μέσο	Σκούρο
Κίτρινο	0,7	0,5	0,3
Μπεζ	0,65	0,45	0,25
Κόκκινο	0,35	0,2	0,1
Πράσινο	0,6	0,3	0,12
Μπλε	0,5	0,2	0,05
Γκριζο	0,6	0,35	0,2
Καφέ	0,5	0,25	0,08
Λευκό	0,8	0,7	-
Μαύρο	-	0,04	-

Εικ.1.3: Συντελεστές ανάκλασης των βασικών χρωμάτων σε τρεις διαφορετικές αποχρώσεις Πηγή: Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010, Α' Έκδοση, Αθήνα, Ιανουάριος 2011

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η συμπεριφορά οροφών και τοίχων σε περίπτωση πρόσπτωσης φωτός.

Συντελεστές Ανάκλασης Οροφών και Τοίχων			
Συντελεστής Ανάκλασης Οροφής		Συντελεστής Ανάκλασης Τοίχων	
Πολύ ανοιχτά χρώματα	0,7		-
Ανοιχτά χρώματα	0,5		0,5
Μεσαία χρώματα	0,3		0,3
Σκούρα χρώματα	-		0,1

Εικ.1.4: Συντελεστές ανάκλασης οροφών και τοίχων για διαφορετικές αποχρώσεις Πηγή: Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010, Α' Έκδοση, Αθήνα, Ιανουάριος 2011

1.4 Ηλιοπροστασία

Τα **συστήματα σκίασης** αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Προφυλάσσουν τα κτίρια από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία και συμβάλλουν στη διαμόρφωση των ιδανικών συνθηκών σε εσωτερικούς - κοινόχρηστους χώρους. 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.**

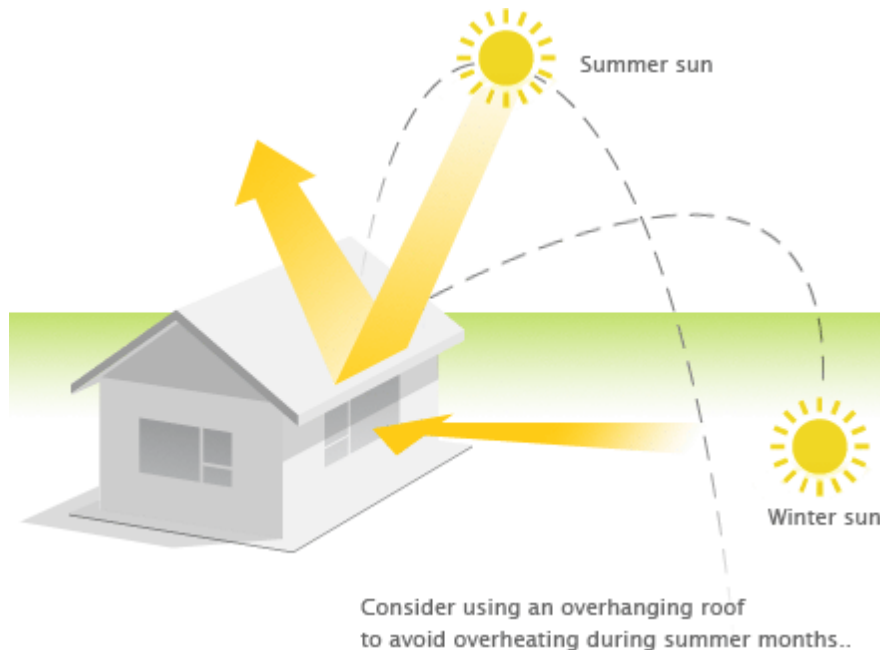
Βασικός είναι ο προσεκτικός σχεδιασμός του συστήματος σκίασης, που μπορεί να ελέγξει αποτελεσματικά την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, αποκόποντάς την όταν δεν είναι επιθυμητή και ανακατανέμοντάς την σε μεγαλύτερο βάθος χώρου, καθώς και να ρυθμίσει, εν μέρει, τη διάχυτη ακτινοβολία και την ακτινοβολία από ανάκλαση. Ακόμα, οφείλει να ελέγξει φαινόμενα θάμβωσης από εξωτερικές ή εσωτερικές πηγές, ικανοποιώντας ταυτόχρονα τα επιθυμητά επίπεδα φυσικού φωτισμού χωρίς να εμποδίζει το φυσικό αερισμό. Για τη μελέτη των συστημάτων σκίασης πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν η ακριβής θέση του κτιρίου και ο προσανατολισμός του. [8]

Προφανώς, **σε κάθε όψη του κτιρίου οι απαιτήσεις σκίασης είναι διαφορετικές, αφού αλλάζει ο προσανατολισμός.** Ο έλεγχος της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να γίνει με:

- συστήματα σκίασης (μόνιμα εξωτερικά σκίαστρα ή κινητά σκίαστρα)
- έλεγχο της γεωμετρίας του κτιρίου και του προσανατολισμού
- έλεγχο των διαστάσεων των ανοιγμάτων και των ιδιοτήτων των υαλοπινάκων
- προσαρμογή στο σχεδιασμό των γειτονικών κτιρίων και έλεγχο της σκίασης από άλλα εμπόδια
- φύτευση [1]

Τα κινητά σκίαστρα είναι γενικώς πιο αποδοτικά γιατί μπορούμε ανά πάσα στιγμή να ρυθμίσουμε το μήκος του προβόλου ανάλογα με την θερμοκρασία που υπάρχει την δεδομένη ημέρα.

Ένας σωστός σχεδιασμός ηλιοπροστασίας πρέπει να παρέχει κατάλληλη σκίαση τους καλοκαιρινούς μήνες χωρίς όμως να μειώνει σημαντικά το φυσικό φως ενώ τους χειμερινούς μήνες να επιτρέπει στην ηλιακή ακτινοβολία να εισέρχεται στο κτίριο ώστε να δημιουργεί ένα παθητικό σύστημα ηλιακής θέρμανσης. Ο κατάλληλος τύπος στεγάστρου είναι **οριζόντιας μορφής για τα νότια ανοίγματα** ενώ για τα **δυτικά και ανατολικά ανοίγματα απαιτούνται κατακόρυφα ανοίγματα**. [7]



Εικ.1.5 Λειτουργία σκιάστρων το καλοκαίρι και το χειμώνα. Πηγή: <http://construction.about.com>

Η σωστή μελέτη ηλιασμού έχει ως σκοπό την προστασία του κτιρίου από την ηλιακή ακτινοβολία όταν αυτή είναι ανεπιθύμητη, δηλαδή κατά τους θερινούς μήνες, χωρίς όμως να εμποδίζεται η πρόσδοδος της το χειμώνα που είναι επιθυμητή. Για το λόγο αυτό, το μήκος των εξωτερικών σκιάστρων υπολογίζεται σε χαρακτηριστικές ημερομηνίες και συγκεκριμένα, πρέπει να έχει τέτοιο μήκος, ούτως ώστε κατά το χειμερινό ηλιοστάσιο να εισέρχεται επαρκής ακτινοβολία στο εσωτερικό του κτιρίου ενώ κατά το θερινό ηλιοστάσιο να παρέχεται επαρκής σκίασμός. Η θέση του ηλίου μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια για μια δεδομένη ώρα της ημέρας συγκεκριμένου μήνα για δεδομένο γεωγραφικό πλάτος. Στην παρούσα εργασία, λήφθηκαν υπόψη οι διατάξεις βάσει της Τεχνικής Οδηγίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, οι οποίες και θα παρατεθούν παρακάτω.

Ο ρόλος της ηλιακής ακτινοβολίας είναι διπλός : για τη θέρμανση και το φωτισμό του κτιρίου. Η άμεση ακτινοβολία μπορεί να δημιουργήσει θάμβωση στο εσωτερικό. Για την αποφυγή του φαινομένου αυτού, θα ήταν προτιμότερο να χρησιμοποιηθούν είτε υαλοστάσια προηγμένης τεχνολογίας, είτε πιο ευέλικτα συστήματα σκίασης, όπως για παράδειγμα εξωτερικές ή εσωτερικές περσίδες, ρυθμιζόμενα στόρια παραθύρου, κουρτίνες ή τέντες. [2]

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

Σταθερά συστήματα σκίασης

Τα σταθερά συστήματα σκίασης συνήθως είναι **εξωτερικά** και αποτελούν κυρίως αρχιτεκτονικά στοιχεία. Μπορεί να είναι οριζόντιες ή κατακόρυφες περσίδες, είτε σκίαστρο, ή ακόμα και **συνδυασμός** τους. Επίσης, τον ίδιο ρόλο μπορεί να επιτελέσει το μεγάλο πάχος του τοίχου όταν το παράθυρο τοποθετείται στην εσωτερική παρειά του. Το πλάτος του σκιάστρου καθορίζεται από τον προσανατολισμό, το γεωγραφικό πλάτος, το ύψος του παραθύρου και την κατακόρυφη απόσταση ανάμεσα στο πρέκι του παραθύρου και το σκίαστρο. Το μήκος του καθορίζεται από το μήκος του παραθύρου και το γεωγραφικό πλάτος. Στις νότιες προσόψεις το καλοκαίρι μπορεί να αποκλείσει την ηλιακή ακτινοβολία, ενώ το χειμώνα να της επιτρέψει να εισχωρήσει στο κτίριο. Έπειτα, για να διευκολυνθεί η κυκλοφορία του αέρα το σκέπαστρο μπορεί να είναι περσιδωτό (π.χ. πέργκολα). Γενικότερα, τα σταθερά συστήματα σκίασης δεν προσφέρουν επαρκή σκίαση στον πρωινό και απογευματινό ήλιο που βρίσκεται χαμηλά, γι' αυτό είτε πρέπει να προεξέχει αρκετά από τα δύο άκρα του παραθύρου είτε να υπάρχουν και κατακόρυφα στοιχεία (τα οποία όμως μειώνουν το ποσό του φυσικού φωτός που εισέρχεται στο δωμάτιο, πράγμα που δεν είναι καθόλου θεμιτό). Σε αυτές τις περιπτώσεις, ιδιαίτερα αποτελεσματική μπορεί να αποδειχθεί η φύτευση ή η τοποθέτηση κινητών στοιχείων σκίασης.[3]

Κινητά συστήματα σκίασης

Τα κινητά, ή αλλιώς δυναμικά, συστήματα σκίασης τοποθετούνται **εσωτερικά, εξωτερικά ή στο κενό ενός διπλού ή τριπλού υαλοπίνακα**. Ο χειρισμός τέτοιων συστημάτων είναι πιο εύκολος και φθηνός όταν γίνεται χειροκίνητα. Γι' αυτό συνήθως τοποθετούνται εσωτερικά. Στα εξωτερικά συστήματα ο χειρισμός τους είναι αποδοτικός όταν έχουμε να αντιμετωπίσουμε άμεση ηλιακή ακτινοβολία χαμηλού ύψους, διάχυτη ή από ανάκλαση. Όταν ο χειρισμός γίνεται μηχανικά, τότε μιλάμε για **ακριβή λύση**, η οποία κάθε φορά πρέπει να εξετάζεται για το αν αξίζει να εφαρμοστεί, αφού, εκτός από το αρχικό κόστος εγκατάστασης, πρέπει να υπολογιστεί το κόστος και η δυνατότητα συντήρησης και αντικατάστασης. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα συστήματα σκίασης που τοποθετούνται εσωτερικά μπορούν να εξυπηρετήσουν μόνο λόγους ιδιωτικότητας και περιορισμού της φωτεινής έντασης ή της θάμβωσης, ενώ δε συμβάλλουν στο φυσικό δροσισμό, εφόσον επιτρέπουν στην ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει στο χώρο χωρίς να την περιορίζουν, με αποτέλεσμα να απαιτούνται πρόσθετα μέτρα για τη μείωση των θερμικών κερδών το καλοκαίρι. [1]

Περσίδες σκίασης και στόρια

Οι περσίδες σκίασης και τα κινητά στόρια αποτελούν κλασσικούς τρόπους αποφυγής της διείδυσης 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.[5]

Η ηλιοπροστασία του κτιρίου από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία και κυρίως σκίαση των ανοιγμάτων του είναι απαραίτητη έτσι ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου. Το καλοκαίρι οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλές και η ηλιακή ακτινοβολία έντονη, με αποτέλεσμα το κτίριο να απορροφά θερμότητα, πολύ περισσότερη μάλιστα όταν είναι εκτεθειμένο στον ήλιο, με άμεσες επιπτώσεις στο εσωτερικό του (κίνδυνος υπερθέρμανσης). Κατά συνέπεια, τα συστήματα σκίασης πρέπει να παρέχουν αποτελεσματική προστασία από τον ήλιο το καλοκαίρι, χωρίς όμως να παρεμποδίζουν τον ηλιασμό του κτιρίου το χειμώνα ή να περιορίζουν τον φυσικό του φωτισμό. [9]

Για τα **ελληνικά κλιματικά δεδομένα**, ο **σκιασμός του κτιρίου**, ιδιαίτερα των ανοιγμάτων του, είναι αναγκαίος για τους **μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο**, ενώ για τους **μήνες Μάιο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο** είναι επιθυμητός κατά κανόνα τις **μεσημβρινές ώρες**.

Η σκίαση των ανοιγμάτων επιβάλλεται να είναι στην εξωτερική πλευρά του υαλοστασίου, προκειμένου να αποφευχθεί η διείσδυση του ήλιου και η συνεπαγόμενη υπερθέρμανση του χώρου. Η προστασία με σκίαστρα στο εσωτερικό των υαλοστασίων (π.χ. κουρτίνες, περσίδες) ή ανάμεσα στους υαλοπίνακες (π.χ. περσίδες) προσφέρει μεν μείωση της θάμβωσης από το έντονο ηλιακό φως, όμως δεν απαλλάσσει το χώρο από την υπερθέρμανση.

Επίσης, πρέπει να αποφεύγεται ο εγκλωβισμός του θερμού αέρα κάτω από τα σκίαστρα, όπως συμβαίνει σε συμπαγείς προεξοχές, προβόλους, μαρκίζες και άλλα, γιατί η συσσωρευμένη πρόσθετη θερμότητα επηρεάζει το εσωτερικό του κτιρίου. Κατασκευές που επιτρέπουν την ανεμπόδιστη απομάκρυνση του θερμού αέρα από το κτίριο είναι τα διάτρητα σκίαστρα –μεταλλικά, ξύλινα ή και συμπαγή με κενό/σχισμή ανάμεσα στο κτίριο και στον πρόβολο-, τα οποία δεν εγκλωβίζουν τον θερμό αέρα. [4]

Τα βασικά κριτήρια για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων, σε μορφή, μέγεθος και θέση, είναι:

- ο προσανατολισμός της όψης,
- η χρήση του χώρου (κατοικία, σχολείο, εργασιακός χώρος),
- η μορφή των ανοιγμάτων - ανοίγματα συνεχόμενα ή διακοπτόμενα από τοίχους
- ο παράγων οικονομία, ως αρχική επένδυση και ως κόστος λειτουργίας του κτιρίου.

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 της υψηλής τροχιάς του ήλιου τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο. Το κρίσιμο σημείο είναι το πλάτος της 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. [10]

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος σκίασης -μορφής και αποδοτικότητας- εξαρτάται άμεσα και από τη χρήση του κτιρίου και από τις ώρες λειτουργίας του. Η ηλιοπροστασία μιας κατοικίας καλύπτεται πλήρως με μια τέντα, ενώ για ένα κτίριο γραφείων ή μια βιβλιοθήκη το είδος του σκιάστρου οφείλει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των μόνιμων, σταθερών θέσεων εργασίας. Επίσης, και το υλικό κατασκευής του ηλιοπροστατευτικού συστήματος επηρεάζει την απόδοσή του. Σκίαστρα κατασκευασμένα με υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, όπως το σκυρόδεμα, αποθηκεύουν θερμότητα την οποία ακτινοβολούν και ενώ εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει στο χώρο, δεν αποτρέπουν την υπερθέρμανση του κτιρίου.[6]

Αξιολογώντας την αποτελεσματικότητα των συστημάτων ηλιοπροστασίας, συμπεραίνεται ότι τα σταθερά προστεγάσματα ή σκίαστρα, ανεξάρτητα από προσανατολισμό, παρουσιάζουν προβλήματα ως προς την απόδοσή τους, γιατί η πλήρης σκίαση των ανοιγμάτων το μήνα Αύγουστο, που είναι απολύτως επιθυμητή, διακόπτει τον ηλιασμό του χώρου και το μήνα Απρίλιο, λόγω της ίδιας φαινόμενης τροχιάς του ήλιου. Συνεπώς η **κινητή εξωτερική ηλιοπροστασία** παρουσιάζει πλεονεκτήματα, γιατί μπορεί να ρυθμίζεται ανάλογα με τις εποχές και τις ανάγκες των χρηστών του κτιρίου.

Τέλος, ως προς το οικονομικό σκέλος, παρά το γεγονός ότι η κινητή εξωτερική ηλιοπροστασία είναι πιο ακριβή σε σχέση με τη σταθερή ή τα εσωτερικά σκίαστρα, όμως είναι πιο αποδοτική, άρα και πιο οικονομική στη λειτουργία της, γιατί απαλλάσσει τα κτίρια από την υπερβολική ζέστη του καλοκαιριού και συνεπώς από τη συνεχή χρήση του κλιματισμού.[11]

1.5 Συνθήκες άνεσης στο εσωτερικό των κτιρίων

Ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός ενός κτιρίου θα πρέπει να έχει ως στόχο τη βελτιστοποίηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο εσωτερικό του. Σύμφωνα με την Αμερικάνικη Επιστημονική Εταιρία Θέρμανσης, Ψύξης και Κλιματισμού (ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning), ως θερμική άνεση ορίζεται η κατάσταση του μυαλού κατά την οποία ένα άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή του εσωτερικού περιβάλλοντος και εκφράζει ικανοποίηση με τις επικρατούσες θερμικές συνθήκες. [15]

1.5.1 Θερμική άνεση

Η φυσιολογία της θερμικής άνεσης

Η υγεία και ευεξία του ανθρώπου εξαρτώνται άμεσα από τον καιρό και το κλίμα και ειδικότερα από τη θερμοκρασία και την υγρασία του αέρα, την ηλιοφάνεια, τον άνεμο και την ατμοσφαιρική πίεση. Σύμφωνα με τη φυσιολογία, η θερμοκρασία του δέρματος είναι ο κατάλληλος δείκτης για τη θερμική αίσθηση του περιβάλλοντος. Συμπληρωματικά, έχει προταθεί η εισαγωγή και άλλων φυσικών παραμέτρων για την αξιολόγηση της θερμικής άνεσης όπως:

- Μέση θερμοκρασία δέρματος
- Ρυθμός εφίδρωσης
- Ξηρότητα του δέρματος

Παράμετροι οι οποίες επηρεάζουν την θερμική άνεση

Όπως είναι προφανές η κατάσταση στην οποία ένα άτομο αισθάνεται θερμικά άνετα έχει υποκειμενικό χαρακτήρα. Έτσι στον ίδιο χώρο είναι δυνατόν κάποιο άτομο να εκφράζει την ικανοποίησή του για τις θερμικές συνθήκες, ενώ κάποιο άλλο άτομο τη δυσαρέσκεια του. Η λέξη άνεση εμπεριέχει ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων που την ορίζουν κάθε φορά για κάθε άτομο.

• Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του αέρα θεωρείται αναμφισβήτητα καθοριστική παράμετρος όταν αναφερόμαστε στο εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου. Επηρεάζει την άνεση με πολλούς τρόπους και σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες αποτελεί το κλειδί για το ενεργειακό ισοζύγιο μας, την αίσθηση του θερμικού περιβάλλοντος, την άνεση, τη δυσφορία και την αίσθηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα. Συγκεκριμένα, ευνοϊκή και άνετη για τον άνθρωπο θερμοκρασία αέρα είναι **μεταξύ 18 °C και 22 °C**, σε συνδυασμό με σχετική υγρασία από 30% έως 60% και ασθενή άνεμο, μέχρι 2 m/sec.

Οι παράμετροι που επηρεάζουν τη θερμοκρασία στο εσωτερικό των κτιρίων μπορούν να ενταχθούν σε τρεις κατηγορίες:

- το εξωτερικό περιβάλλον
- το σχεδιασμό του κτιρίου
- το σύστημα θέρμανσης, ψύξης και αερισμού

• Υγρασία

Η υγρασία, μαζί με τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, αποτελούν τα δυσκολότερα μεγέθη κατά την αξιολόγηση του εσωκλίματος και εκφράζονται με σχετικούς και απόλυτους όρους. Ως ορισμός η υγρασία είναι το ποσό των υδρατμών που υπάρχει στον αέρα. Η σχετική υγρασία, που χρησιμοποιείται συχνότατα στην αξιολόγηση της θερμικής άνεσης, εκφράζεται ως ποσοστό του κορεσμένου αέρα σε υδρατμούς. Η σχετική υγρασία επενεργεί στην εξάτμιση του νερού από την επιδερμίδα μεταβάλλοντας τη θερμοκρασία του δέρματος και επηρεάζοντας το θερμικό ισοζύγιο του σώματος.

Το ζήτημα της θερμικής άνεσης είναι πολυπαραγοντικό με τη θερμοκρασία του αέρα να παίζει κρίσιμο ρόλο στον προσδιορισμό της αποδεκτής σχετικής υγρασίας. Ως αποτέλεσμα των ανωτέρω, τα διαγράμματα θερμικής άνεσης, όπως αυτά της σχετικής υγρασίας σε συνάρτηση της θερμοκρασίας, οριοθετούν το πεδίο θερμικής ευεξίας και προσδιορίζουν το κατάλληλο ζεύγος τιμών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας.

Με βάση τη θεωρία της θερμικής άνεσης πολλοί οργανισμοί έχουν εκδώσει οδηγίες και κανονισμούς για τα επιτρεπτά επίπεδα των τιμών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, τα οποία παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα.

Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους σύμφωνα με την τεχνική οδηγία 2425/86 του ΤΕΕ ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟ ΧΕΙΜΩΝΑ (ΤΟΤΕΕ 2425/86)			
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΥΓΡΑΣΙΑ	
Κατοικίες	22	30-50	
Κτίρια γραφείων	21-23	30-35	
Βιβλιοθήκες - Μουσεία	20-22	40-50	
Νοσοκομεία	24	30	
Εσπατόρια και Κέντρα διασκέδασης	21-23	30-40	
ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ (ΤΟΤΕΕ 2425/86)			
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΥΓΡΑΣΙΑ	
Κατοικίες	25-26	40-50	
Κτίρια γραφείων	25-26	40-50	
Βιβλιοθήκες - Μουσεία	22	40-55	
Εσπατόρια και Κέντρα διασκέδασης	23-26	50-60	
Εκπαιδευτικά κτίρια	26	45-50	
Νοσοκομεία	Αίθουσες	24	45-50
	Χειρουργεία	20-24	50-60
	Αναρρωτήρια	24	50-60

Εικ. 1.6: Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους Πηγή: ΤΟΤΕΕ 2425/86

1.5.2 Οπτική άνεση

Η παρουσία φωτός είναι απολύτως απαραίτητη σε κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα. Πλημμελής παρουσία φωτός ή λανθασμένος φωτισμός μπορεί να προκαλέσει αρνητικές συνέπειες στον εργαζόμενο, όπως μείωση της οπτικής αντίληψης ή ικανότητας. Φως μπορεί να παραχθεί από φυσικές φωτεινές πηγές, όπως ο ήλιος, οπότε μιλάμε για φυσικό φωτισμό ή με μηχανικά μέσα οπότε μιλάμε για τεχνητό ή ηλεκτρικό φωτισμό. Οι απαιτήσεις σε φωτισμό στο εσωτερικό ενός κτιρίου διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος των εργασιών ή δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται μέσα σε αυτό και με βάση αυτές πρέπει να γίνεται ο κατάλληλος σχεδιασμός του συστήματος φωτισμού.

Η οπτική άνεση σε ένα χώρο καθορίζεται, σε γενικές γραμμές, από τρεις παραμέτρους:

➤ την ποσότητα του φυσικού φωτισμού

Τα ποσοτικά κριτήρια του φωτισμού στα κτίρια αναφέρονται στις τιμές φωτισμού (lux) κυρίως για τεχνητό αλλά και για φυσικό φωτισμό, ή στον Συντελεστή Φυσικού Φωτισμού (%) για φυσικό φωτισμό, συνήθως στο επίπεδο εργασίας, δηλαδή σε ύψος 70-80cm από το δάπεδο. Το Lux (σύμβολο: lux) είναι η μονάδα SI (International System) (Μετρικό Σύστημα) του φωτισμού και φωτεινής εκπομπής. Χρησιμοποιείται στην φωτομετρία ως μέτρο της έντασης του φωτός, που πέφτει ή διέρχεται σε μία επιφάνεια, ανά τετραγωνικό μέτρο, όπως αυτή γίνεται αντιληπτή από το ανθρώπινο μάτι ($lux = lm/m^2$). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα όρια έντασης φωτισμού σύμφωνα με την Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού:

Lux	Είδος Εργασίας
150	Διάδρομοι
150-200	Αποθήκες
300-400	Απλή κατεργασία
300-500	Εργασία με Η/Υ
500	Εργασία γραφείου
500-700	Συναρμολόγηση
1500 και επάνω	Εργασίες ακριβείας

Εικ.1.7: Όρια έντασης φωτισμού σύμφωνα με την Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού Πηγή: <http://www.effe.gr/>

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα επίπεδα έντασης φωτισμού ανά κατηγορία εργασίας :

Lux	Είδος Εργασίας
1200	Πολύ δύσκολες εργασίες, μεγάλης διάρκειας, όπως λεπτό ράψιμο και κόψιμο, δύσκολη γραφική δουλειά
500-1200	Δύσκολες και μεγάλης διάρκειας εργασίες, όπως διάβασμα χειρογράφων, τυπογραφικών δοκιμών, <u>λεπτοδουλειά</u> σε μηχανές
240-600	Μέτρια δύσκολες και μεγάλης διάρκειας εργασίες, όπως γραφική δουλειά, διάβασμα, ράψιμο
120-240	Εργασίες μέτρια δυσκολίας και μεγάλης διάρκειας στο γραφείο και στο εργοστάσιο ή μικρής διάρκειας διάβασμα ή εργασία γραφείου
60-120	Εργασίες που δεν απαιτούν συνεχή παρακολούθηση και διάκριση λεπτομερειών ή μικρών αντιθέσεων
10-60	Φωτισμός που δεν επιτρέπει μια καθαρή οπτική αντίληψη, επαρκής για την παρατήρηση μεγάλων όγκων.

Εικ.1.8: Επίπεδα έντασης φωτισμού ανά κατηγορία εργασίας Πηγή: <http://www.effe.gr/>

➤ την κατανομή του φωτισμού στο χώρο

Η ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού στο χώρο, αφενός, μειώνει τις αντιθέσεις σε φωτεινότητα (άρα, μειώνει έμμεσα και την πιθανότητα θάμβωσης), αφετέρου προσφέρει τη δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας. Ένας χώρος φαίνεται στους χρήστες φωτεινότερος, όταν είναι ομοιόμορφα φωτισμένος, ακόμα κι όταν ποσοτικά το φως είναι λιγότερο. Άρα, στόχος του σχεδιασμού των ανοιγμάτων σε ένα χώρο θα πρέπει να είναι η όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού. Τις περισσότερες φορές, η ομοιομορφία στην κατανομή του φυσικού φωτισμού επιτυγχάνεται με την εφαρμογή είτε

μεγάλων γυάλινων επιφανειών, είτε αμφίπλευρου φωτισμού, είτε συνδυασμού πλευρικού φωτισμού και φωτισμού οροφής.

➤ την ύπαρξη ή απουσία θάμβωσης

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.

Η θάμβωση αποτελεί σύνθετο φαινόμενο, στο οποίο εμπλέκεται η κατανόηση πολλών παραμέτρων, όπως η χρονική διάρκεια της πηγής θάμβωσης, οι αναλογίες λαμπρότητας μεταξύ της πηγής θάμβωσης και των γύρω επιφανειών και οι απαιτήσεις σε φωτισμό του χώρου. Επιπλέον, ο σωστός σκιασμός των ανοιγμάτων είναι σε κάθε περίπτωση απαραίτητος, ώστε να αποφευχθεί τόσο η θάμβωση, όσο και η υπερθέρμανση κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου.

Παράγοντες που επηρεάζουν το φυσικό φωτισμό

Για να υλοποιηθεί ο στόχος του φυσικού φωτισμού, δηλαδή η παροχή ικανοποιητικής ποσότητας και ποιότητας και η ομαλή κατανομή του φυσικού φωτός στο κτίριο, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες και στρατηγικές σχεδιασμού:

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

Οι υαλοπίνακες είναι τα πλέον συνηθισμένα διαφανή υλικά που χρησιμοποιούνται στα ανοίγματα των κτιριακών κατασκευών. Γενικά, η διαπερατότητα των υαλοπινάκων εξαρτάται από την καθαρότητα του υλικού, από τον αριθμό, τον τύπο και το πάχος των υαλοπετασμάτων καθώς και από το πάχος του διακένου και του υλικού πλήρωσής του. Για τη βελτιστοποίηση του φυσικού φωτισμού χρησιμοποιούνται με αρκετή επιτυχία, αλλά υψηλό κόστος, ειδικού τύπου υαλοπίνακες, οι οποίοι αλλάζουν την πορεία του φωτός και το κατευθύνουν προς το εσωτερικό του χώρου. Τέτοιοι υαλοπίνακες είναι οι πρισματικοί, τα ειδικά πετάσματα, επεξεργασμένα με λέιζερ, και οι ολογραφικοί υαλοπίνακες.

1.6 Φυσικό φως και υγεία

Το φως είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για την ανθρώπινη ψυχολογία και φυσιολογία. Πολλές μελέτες παρουσιάζουν ξεκάθαρα την σημαντικότητα του φωτός στην καταπολέμηση της κατάθλιψης, την αντιμετώπιση της κούρασης, την προώθηση του κύκλου "επαγρύπνησης - εγρήγορσης", στην μοντελοποίηση του κερκάδιου συστήματος και σε άλλες καταστάσεις της ανθρώπινης δραστηριότητας. Επίσης το φως, τεχνητό ή φυσικό φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην αίσθηση ικανοποίησης και άνεσης που συνεπάγεται την αποδοτικότητα σε περιβάλλοντα εργασίας. [1] Μια μελέτη που διεξήχθη από το Ερευνητικό Κέντρο Φωτισμού έδειξε ότι σε μια μακροχρόνια θεραπεία για ασθενείς με Αλτσχάιμερ, η έκθεση σε μπλε διόδους εκπομπής φωτός (LED) σε μια προκαθορισμένη ποσότητα φάσματος έπαιξαν καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση του φυσιολογικού κύκλου ύπνου του ασθενούς. Η κανονικότητα των κύκλων του ύπνου των ασθενών δεν ωφέλησε μόνο τους ασθενείς αλλά και το προσωπικό. Η έρευνα έδειξε, ακόμα, ότι το ηλιακό φως μπορεί να βελτιώσει την απόδοση των παιδιών στο σχολείο. Έπειτα, το φως γενικά, τεχνητό ή φυσικό, φαίνεται να παίζει σημαντικό ρόλο στην αίσθηση ικανοποίησης και άνεσης που συνεπάγεται την αποδοτικότητα σε περιβάλλοντα εργασίας.

Το φυσικό φως δύναται να βελτιώσει την πορεία του ασθενούς, μειώνοντας παράλληλα την κατάθλιψη και την αναταραχή του ύπνου και ρυθμίζοντας το κερκάδιο σύστημα. Σε μια πρόσφατη σχετικά μελέτη, νοσηλεύόμενοι ασθενείς με μονοπολική και διπολική διαταραχή των οποίων τα δωμάτια δέχονταν απευθείας φυσικό φως το πρωί, η νοσηλεία τους ήταν συντομότερη σε διάρκεια συγκρινόμενη με ασθενείς των οποίων τα δωμάτια δεν είχαν άμεση πρόσβαση στο φυσικό φως. Οπότε, μπορούμε να υποστηρίξουμε την άποψη ότι η έκθεση ενός ασθενή στο φυσικό φως :

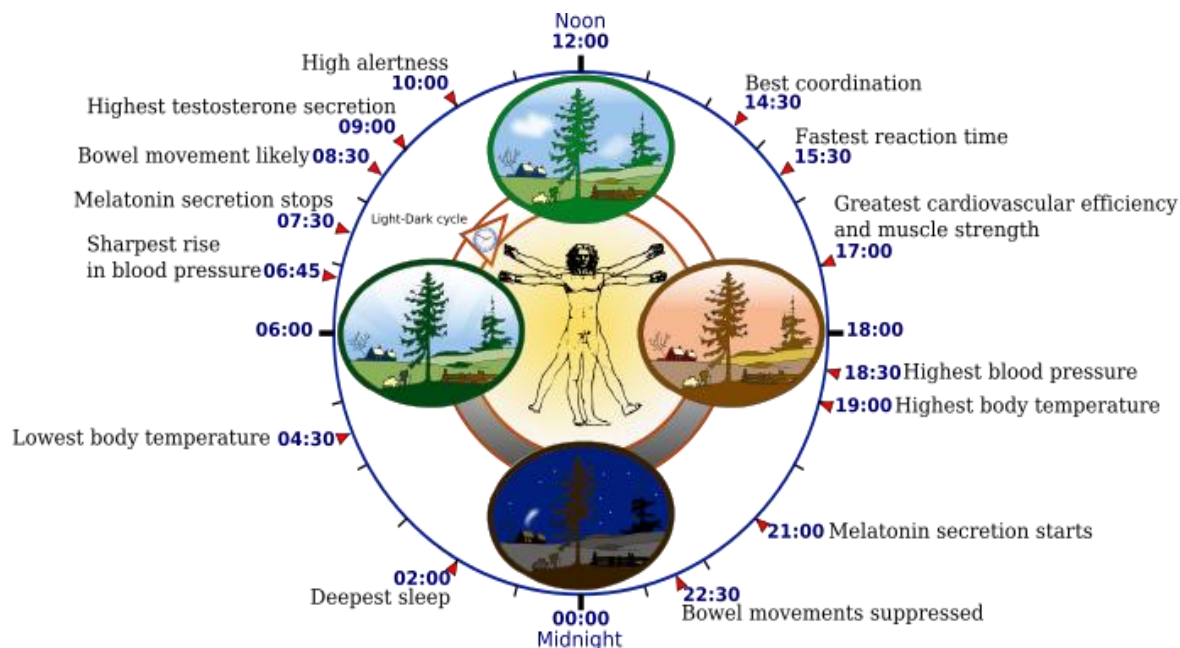
- Μειώνει τη διάρκεια νοσηλείας
- Αμβλύνει τον πόνο
- Βελτιώνει την ποιότητα του ύπνου
- Μειώνει το κόστος νοσηλείας και κατ' επέκταση, της απαιτούμενης ενέργειας για τη λειτουργία του νοσοκομείου, γενικότερα. [2]

Επιπλέον, η έκθεση σε υψηλές τιμές φωτισμού μειώνει τα συμπτώματα της κατάθλιψης και συγκεκριμένα, της εποχιακής, είτε θερινής είτε χειμερινής, με συμπτώματα όπως διαταραχές όρεξης, συγκέντρωσης, ύπνου κ.ά.. Μελέτες έχουν δείξει πως αυτό είναι εφικτό σε τιμές 2500 – 10000 lux, παρόλο που ο μηχανισμός επιρροής δεν είναι ξεκάθαρος.[3] Κάτι αντίστοιχο, επιτυγχάνεται, βεβαίως και με τη **θέαση**, στοιχείο που πρέπει αναπόφευκτα να ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό θαλάμου νοσηλείας και να παραμείνει ψηλά στη λίστα των ευεργετικών συνθηκών για τον ασθενή.

Ολοένα και συχνότερα, σύγχρονες έρευνες καταπιάνονται με τη σημαντικότητα του φυσικού φωτισμού που εισέρχεται στις νοσοκομειακές μονάδες. Μέσα από τις έρευνες αυτές αποδεικνύεται πως ο κατάλληλος σχεδιασμός των νοσοκομειακών μονάδων που επιτρέπει τη διείσδυση του φυσικού φωτός είναι πολύ βασικός και μπορεί να επηρεάσει όχι μόνο την ταχύτητα ανάρρωσης των ασθενών αλλά και την αποδοτικότητα του νοσηλευτικού προσωπικού και τέλος ακόμα και τα οικονομικά μεγέθη της νοσοκομειακής μονάδας.

Ο φυσικός φωτισμός έχει αποδεδειγμένα μεγάλη επιρροή στη διάρκεια ανάρρωσης των ασθενών και συνεπώς στο χρονικά διάστημα παραμονής τους σε θαλάμους νοσηλείας καθώς όταν είναι επαρκής το σώμα αλλά και το μυαλό λειτουργούν καλύτερα. Σύμφωνα με μελέτη του πανεπιστημίου του Pittsburgh ασθενείς εκτεθειμένοι σε 46% περισσότερο φυσικό φως έδειξαν σημαντικά μειωμένα επίπεδα άγχους αλλά και αίσθησης πόνου, στοιχεία που επιτάχυναν την εξαγωγή τους από τις μονάδες νοσηλείας.

Ακόμα πιο εμφανής είναι η σημασία του φυσικού φωτισμού στις ψυχιατρικές κλινικές. Μελέτες αποδεικνύουν πως ασθενείς που απολαμβάνουν το φυσικό φως για αρκετές ώρες κατά τη διάρκεια της ημέρας παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα διάθεσης από όσους ασθενείς το στερούνται και είναι πιο δεκτικοί στην τήρηση της αγωγής τους, με αποτέλεσμα να επιταχύνεται η ανάρρωσή τους σημαντικά. Σημαντική επίσης είναι η συνεισφορά του φυσικού φωτός στη σωστή λειτουργία του κιρκάδιου ρυθμού ο οποίος σύμφωνα με έρευνα του πανεπιστημίου του Cambridge συνδέεται άμεσα με ψυχολογικές νόσους, μεταβολικές διαταραχές ακόμα και με τη νόσο του καρκίνου.



Εικ.1.9:Χαρακτηριστικά του ανθρώπινου κιρκάδιου κύκλου Πηγή: <http://el.wikipedia.org/wiki/>

Επίσης, το φυσικό φως είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με την παραγωγή της βιταμίνης D του ανθρώπινου οργανισμού. Ο ρόλος της βιταμίνης D για τον οργανισμό είναι πολύ σημαντικός καθώς συμβάλλει θετικά στην καλή λειτουργία του καρδιαγγειακού συστήματος, στη μείωση των επιπέδων άγχους αλλά και στη διατήρηση της οστικής μάζας και της ακεραιότητας των οστών, στοιχείο ιδιαίτερα βασικό για τις ορθοπεδικές κλινικές. Αξιοσημείωτο είναι το στοιχείο πως σχεδόν το σύνολο των ανθρώπων που πάσχουν από οστεοπόρωση και λόγω αυτής έχουν υποστεί κάταγμα παρουσίαζαν και έλλειψη βιταμίνης D.

Έρευνες για τη συμβολή του φυσικού φωτισμού στο νοσηλευτικό προσωπικό αποδεικνύουν τη σημαντικότητα του για την αποδοτικότητα του προσωπικού. Συγκεκριμένα σε έρευνα που διεξήχθη, 70% του νοσηλευτικού προσωπικού που εκτέθηκε σε φυσικό φωτισμό για διάστημα τριών ωρών ημερησίως εξέφρασε πολύ μεγαλύτερη εργασιακή ικανοποίηση, μειωμένα επίπεδα άγχους, αυξημένη διάθεση για εργασία και μεγαλύτερη αποδοτικότητα σημειώνοντας αρκετά μειωμένο αριθμό λαθών. Διαφορετική έρευνα που διεξήχθη στην Αλάσκα απ' τους Ulrich & Zimring το 2004 έδειξε πως τα περισσότερα λάθη του νοσηλευτικού προσωπικού γίνονται κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών που είναι και οι σκοτεινότεροι μήνες.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως ο σωστά διαχεόμενος φυσικός φωτισμός επηρεάζει και τα διαχειριστικά κόστη των νοσηλευτικών μονάδων καθώς ο μειωμένος χρόνος ανάρρωσης των ασθενών συνεπάγεται μειωμένα κόστη φαρμακευτικής περίθαλψης , ασφαλιστικά κόστη αλλά και ενεργειακά κόστη μειώνοντας τις απαιτήσεις για ψύξη και θέρμανση, στοιχείο του σύγχρονου 'πράσινου' σχεδιασμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 1^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

[1] Tsangrassoulis A. , Synnefa A, Jacobs A., Wilson M., Solomon J., Fontoynt M., Pohl W., Zimmeremann A. , Synthlight Handbook: European Educational Infrastructure on Energy Efficient Lighting Technologies, Assisted by 3D Environments, 2004

[2] Ευγενία Α. Λάζαρη. “Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής”, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Σεπτέμβριος 2002

[3]http://www.door-royal.gr/cms/index.php?option=com_k2&view=item&id=115:βασικες_αναγκες&lang=el

[4] The worlds of David Darling, Encyclopedia of alternative energy, http://www.daviddarling.info/encyclopedia/L/AE_light_shelf.html

[5] <http://www.nulightsolutions.com/>

[6] www.flashlight.gr

[7] «Φωτισμός», http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1_41/df-c-iliamos.pdf

[8] Chartered Institution of Building Services Engineers, www.cibse.org

[9] Illuminating Engineering Society of North America, The Lighting Handbook, Ninth Edition

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

[11] CSN EN 12464-1 Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places, <http://www.en-standard.eu>

[12] 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 56

[13] Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων ,Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010

[14] Baker, N., Fanchiotti, A., Steemers, K. (eds), 1993. Daylighting in Architecture – A European Reference Book, Commission of the European Communities Directorate General XII for Science Research and Development, Brussels : James & James Ltd

[15] 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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΜΕΛΕΤΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Οι στόχοι του φυσικού φωτισμού είναι να παρέχει στο κτίριο μας κατάλληλο φωτισμό την διάρκεια της ημέρας ώστε να μην χρειάζεται να καταναλώσουμε ενέργεια για φωτισμό από άλλα μέσα αλλά ταυτόχρονα πρέπει να παρέχει κατάλληλη θέα και εισοδο ηλιακής ακτινοβολίας. Πάντως οι στόχοι του φυσικού φωτισμού διαφέρουν ανάλογα με την χρήση που προβλέπεται για τον χώρο (π.χ. γραφεία, σχολείο, κατοικία). Επίσης θα πρέπει το φως που εισέρχεται στους χώρους του κτιρίου να έχουν όσο το δυνατόν πιο ομαλή κατανομή με μικρές διακυμάνσεις.

Η ύπαρξη **φυσικού φωτισμού**, σε συνδυασμό με την ύπαρξη αερισμού, την αξιοποίηση και ρύθμιση των επιπέδων της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας, στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στους χώρους του κτιρίου, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης στο εσωτερικό του. Η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των αναγκών σε 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.

Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται άμεσα από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα/υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα/ απορροφητικότητα/ ανακλαστικότητα).

Σύστημα φυσικού φωτισμού νοείται το σύνολο:

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

Στην παρούσα έρευνα, μελετώνται εκτενώς και αναλύονται οι δύο κύριοι δείκτες μέτρησης φυσικού φωτισμού, η Ένταση Φυσικού Φωτισμού (Illuminance) και η Θάμβωση (Daylight Glare Probability). Εξετάζουν την παρουσία ή μη, ικανοποιητικής ποσότητας φυσικού φωτός σ' ένα χώρο, ούτως ώστε να τηρούνται θεσπισμένα κριτήρια.

2.1 Ένταση φυσικού φωτισμού / Illuminance (E) (DSI)

Ως «ένταση φωτισμού» μιας επιφάνειας ορίζεται ως ο λόγος της φωτεινής ροής που φθάνει σε μία ομοιόμορφη επιφάνεια προς το εμβαδόν της τελευταίας. Μονάδα μέτρησης της έντασης φωτισμού είναι το lux, όπου $lux = lm / m^2$. [1]

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.2.1 Τυπικές φωτεινές εντάσεις διάφορων περιπτώσεων Πηγή: <http://www.efe.gr/>

Χρώμα	Ανακλαστικότητα [%]	Δομικό υλικό	Ανακλαστικότητα [%]
Λευκό	70 – 80	Λευκό ξύλο (σφενδάμι, σημύδα)	50 - 60
Κίτρινο	55 - 65	Οξιά, ανοιχτόχρωμη	30 – 40
Ανοιχτό πράσινο, ροζ	45 – 50	Καρυδιά	15 – 20
Γαλάζιο, ανοιχτό γκρι	40 – 45	Γύψος	80 %
Ώχρα, μπεζ, ανοιχτό καφέ, λαδί	25 – 30	Λευκά πλακίδια, λευκό σμάλτο	60 - 75
Πορτοκαλί, κόκκινο	20 - 25	Μπετόν	20 - 40
Σκούρο πράσινο, σκούρο μπλε	10 - 15	Κίτρινο τούβλο Κόκκινο τούβλο	35 – 40 10 - 25
Μαύρο	4	Γυαλί διαυγές	6 - 10

Εικ.2.2 Τυπικές φωτεινές εντάσεις χρωμάτων και υλικών Πηγή: <http://www.efe.gr/>

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 δραστηριότητας Πηγή: www.efe.gr

Ακόμα, 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]

Στην 9η έκδοση του IESNA (Illuminating Engineering Society of North America) αναφέρονται ορισμένα γενικά όρια έντασης φωτισμού επιφανειών για τα νοσοκομεία, τα οποία είναι τα εξής:

- Γενικός φωτισμός πτερύγων : 300 lux, σε ύψος 0.80μ από το δάπεδο
- Φωτισμός απλής εξέτασης : 500 lux, σε ύψος 0.80μ από το δάπεδο
- Φωτισμός εξέτασης και θεραπείας : 1000 lux, σε ύψος 0.80μ από το δάπεδο [3]

Στην παρούσα εργασία για το όριο φωτισμού χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω πίνακας (κατά T.O.TEE):

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]*	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης (m)
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	200	6,4	0,8
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Οικοτροφείο και κοιτώνες	300	9,6	0,8
Υπνοδωμάτια ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	250	8,0	0,8
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	100	3,2	0,5
Εστιατόριο	200	6,4	0,8
Ζαχαροπλαστείο, καφενείο	250	8,0	0,8
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	3,2	0,8
Θέατρο, κινηματογράφος	100	3,2	0,8
Χώρος συναυλιών	100	3,2	0,8
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	200	6,4	0,8
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	500	16,0	0,8
Τράπεζα	500	16,0	0,8
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	300	9,6	0,8
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό καλυμβητήριο	300	9,6	0,5
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	200	6,4	0,5
Λουτρό (κοινόχρηστο)	200	6,4	0,5
Νηπιαγωγείο	300	9,6	0,8
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	300	9,6	0,8
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	16,0	0,8
Φροντιστήρια, ωδεία	500	16,0	0,8
Νοσοκομεία, κλινική	300	9,6	0,8
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	100	3,2	0,8
Χειρουργείο (τακτικό)	1000	32	0,8
Εξωτερικών ιατρείων	500	16,0	0,8

Εικ.2.4 Όρια στάθμης έντασης φωτισμού Πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010

2.2 Θάμβωση

Θάμβωση είναι η αίσθηση που προκαλείται όταν η λαμπρότητα στο οπτικό πεδίο είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη λαμπρότητα στην οποία είναι προσαρμοσμένα τα μάτια και προκαλεί ενόχληση, δυσφορία ή μείωση της απόδοσης ή και της ορατότητας. 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. [5]

Συνήθως θάμβωση προκαλείται από λαμπτήρες, παράθυρα και επιφάνειες που εμφανίζονται πολύ φωτεινότερες από τις υπόλοιπες. Διακρίνονται δύο είδη θάμβωσης, η απευθείας (άμεση) θάμβωση και η

έμμεση θάμβωση. Η απευθείας θάμβωση προκαλείται από φωτεινές πηγές, φυσικές ή τεχνητές, που είναι άμεσα ορατές και εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του δωματίου και της φωτεινής πηγής που βρίσκονται εντός του οπτικού πεδίου. Το οπτικό πεδίο καλύπτει γωνιακή απόσταση 180° οριζόντια και 60° κατακόρυφα, μετρούμενο από το οριζόντιο επίπεδο στο ύψος των ματιών. Όσο κεντρικότερα στο οπτικό πεδίο βρίσκεται η φωτεινή πηγή, τόσο πιθανότερο είναι να αποτελέσει πηγή θάμβωσης [Robbins, 1986].

Η ποιότητα φωτισμού ενός εσωτερικού χώρου προσδιορίζεται κυρίως από το ενδεχόμενο δημιουργίας θάμβωσης, η οποία, όπως έγινε κατανοητό και από τα παραπάνω, ορίζεται ως η κατάσταση κατά την οποία υπάρχει όχληση ή αδυναμία όρασης λεπτομερειών ή αντικειμένων λόγω κακής κατανομής του φωτισμού και της φωτεινότητας των εσωτερικών επιφανειών. Το φαινόμενο της θάμβωσης είναι εξαιρετικά περίπλοκο και σχετίζεται με αρκετά ζητήματα, όπως είναι ο χρόνος διάρκειάς του, η αναλογία φωτεινότητας μεταξύ του αιτίου της θάμβωσης και των περιβαλλουσών επιφανειών του και οι οπτικές ιδιαιτερότητες κάθε ατόμου.[8]

Επιπτώσεις, λοιπόν, της θάμβωσης μπορεί να είναι είτε η ανικανότητα παρατήρησης είτε η οπτική όχληση. Η ανικανότητα παρατήρησης συμβαίνει όταν η θάμβωση ελαττώνει την ικανότητα παρατήρησης λεπτομερειών, ενώ η όχληση προκαλείται από την παρουσία μιας υπερβολικά φωτεινής πηγής εντός του οπτικού πεδίου, χωρίς απαραίτητα να μειώνεται η ικανότητα όρασης. Η όχληση μπορεί να οφείλεται είτε στη σχετική ένταση της πηγής σε σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο, είτε στη φωτεινότητά της σε απόλυτα μεγέθη.

Μεγάλο μέρος της παρούσας διπλωματικής εργασίας βασίστηκε σε έναν παρεμφερή δείκτη, την Πιθανότητα Θάμβωσης λόγω φυσικού φωτός (Daylight Glare Probability, DGP), ο οποίος ορίσθηκε το 2006 από τους Wienold και Christoffersen. Η πλήρης έκφρασή του είναι:

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

Ενώ η απλοποιημένη του μορφή είναι η 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

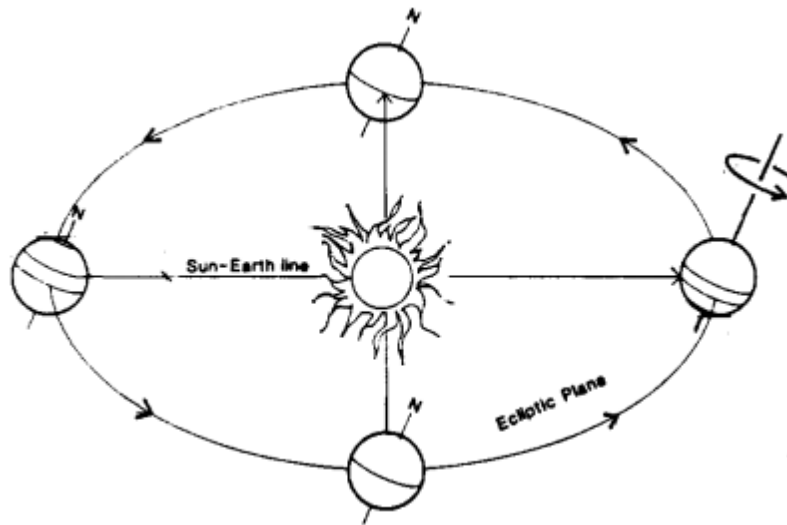
- $DGP > 0,40$ και $DGP < 0,45$: Ενοχλητική Θάμβωση

- $DGP > 0,45$: Ανυπόφορη Θάμβωση [6]

2.3 Ηλιακή Γεωμετρία

Η Ηλιακή Γεωμετρία αφορά στη μελέτη, τον υπολογισμό και την αποτύπωση, της θέσης του Ήλιου σε σχέση με δεδομένο σημείο κατά ορισμένο χρονικό διάστημα. Συνδέεται άμεσα με ποικίλα θέματα του Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού, όπως την ερμηνεία των κλιματικών συνθηκών, τον υπολογισμό της ηλιακής πρόσπτωσης, τον προσδιορισμό της ηλιακής πρόσβασης και το σχεδιασμό της ηλιοπροστασίας.[9]

Έπειτα, αναφέρεται στις δύο κύριες κινήσεις της Γης, την ετήσια περιστροφή γύρω από τον Ήλιο και την ημερήσια γύρω από τον άξονα B-N. Στην πραγματικότητα, η Γη κινείται με ελλειπτική τροχιά γύρω από τον ήλιο (με τον Ήλιο στη θέση μιας εστίας) και με μεταβλητή ταχύτητα (εξαιτίας ελκτικών δυνάμεων ανάλογα με την απόστασή της από τον Ήλιο), όμως για απλότητα θεωρούμε την τροχιά ως κυκλική και με σταθερή ταχύτητα, τον δε Ήλιο ακριβώς στο κέντρο της. Εξάλλου, λόγω της πολύ μεγάλης ακτίνας της ελλειπτικής (περίπου 150×10^6 km), οι ηλιακές ακτίνες που φθάνουν στην επιφάνεια της Γης είναι σχεδόν παράλληλες και συγκεκριμένα, σχηματίζουν γωνία μικρότερη από 0.5°).



Εικ.2.5 Οι δύο κύριες κινήσεις της Γης Πηγή: <http://www.ecoarchitects.gr/>

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 ακτινών (απόκλιση) μεταβάλλεται στη διάρκεια του έτους από $90^\circ + 23.5^\circ = 113.5^\circ$ έως $90^\circ - 23.5^\circ = 66.5^\circ$

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

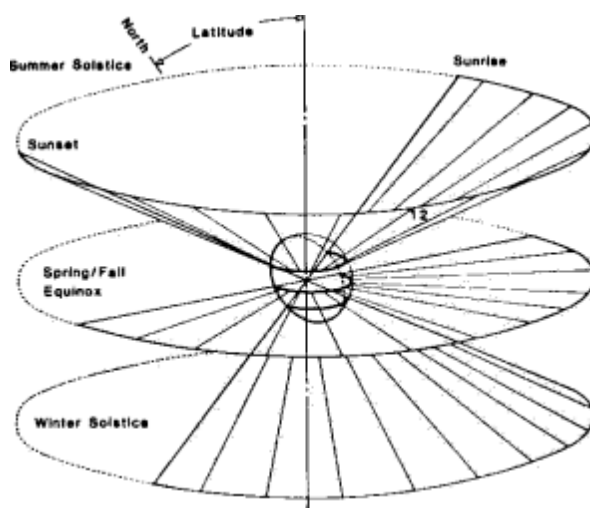
- Στις 21/12 έχει τη μέγιστη τιμή (Χειμερινό Ηλιοστάσιο) και
- στις 21/6 την ελάχιστη (Θερινό Ηλιοστάσιο)
- Στις 21/3 και 23/9 είναι 90° (Εαρινή & Φθινοπωρινή Ισημερία)

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.[10]

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.[7]

Η ημερήσια φαινόμενη τροχιά του Ήλιου είναι ουσιαστικά κύκλος με κέντρο στον άξονα B-N. Οι ηλιακές ακτίνες στη διάρκεια του 24ώρου διαγράφουν ένα κώνο, του οποίου η γωνία της κορυφής εξαρτάται από την απόκλιση της Γης κατά τη δεδομένη ημέρα. Το σχήμα του ηλιακού κώνου μεταβάλλεται καθημερινά, καθώς ο Ήλιος κινείται από το Βόρειο ημισφαίριο στο Νότιο και ανάποδα. Ειδικά κατά τις ισημερίες ο κώνος μετασχηματίζεται σε επίπεδο δίσκο, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικ.2.6 Ηλιακός κώνος Πηγή: <http://www.ecoarchitects.gr/>

Συν τοις άλλοις, στη μελέτη της κίνησης του ήλιου μέσω της Ηλιακής Γεωμετρίας, πολύ σημαντικοί είναι οι όροι της Ηλιακής τροχιάς, της Γωνίας Πρόσπτωσης του Ήλιου, καθώς και του ζεύγους των Ηλιακών Γωνιών.

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. Από γεωμετρική άποψη, κάθε ημερήσια ηλιακή τροχιά είναι η τομή του αντίστοιχου ηλιακού κώνου με τον ημισφαιρικό ουράνιο θόλο. Αν σημειώσουμε τις τροχιές διαφόρων ημερών σε ένα διαφανές ημισφαίριο μπορούμε αργότερα να αναφερόμαστε στη θέση του Ήλιου σε οποιαδήποτε καταγεγραμμένη στιγμή.[11]

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.

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** είναι η γωνία μεταξύ μιας ακτίνας και της οριζόντιας προβολής της. Τα σημεία του ορίζοντα έχουν υψόμετρο 0° , ενώ το υψόμετρο του ζενίθ είναι 90° .
- Το **ηλιακό αζιμούθιο** 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.[4]

2.4 Δυναμικοί δείκτες απόδοσης και κριτήρια αξιολόγησης 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 κούραση 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.[12]

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 προσώπων, 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.[5]

Η μέθοδος Αυτονομίας Φυσικού Φωτισμού, παρουσιάζει και δύο μειονεκτήματα. Αφενός, αδυνατεί να δώσει την πρόβλεψη σημασία στις χαμηλές τιμές φωτισμού (π.χ. $< 300\text{lx}$), 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 νεφосκεπή), προβλέποντας ωριαίες τιμές φυσικού φωτισμού (lux) 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).[13]

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.[14]

Στην παρούσα εργασία, όσον αφορά στην αξιοποίηση του Φυσικού Φωτισμού στο θάλαμο νοσηλείας μεγάλου γενικού νοσοκομείου της Αθήνας, για την αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης έγιναν προσομοιώσεις με χρήση του λογισμικού μέτρησης επιπέδων ηλιακής ακτινοβολίας και απόδοσης φωτισμού, Radiance. Έπειτα, η θερμική ανάλυση και η εξαγωγή γενικότερων ενεργειακών παραμέτρων και κερδών επετεύχθη μέσω του προγράμματος EnergyPlus.

2.5 Χρησιμοποιούμενο λογισμικό

Google SketchUp

Το SketchUp δίνει τη δυνατότητα εικονικής αποτύπωσης ενός κτιρίου, στο οποίο μπορούν να επιλεγούν διάφοροι τύποι με αυτόματα ενσωματωμένες λειτουργίες και προδιαγραφές. 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.[16]

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. Αφού εκχωρηθούν στην πλατφόρμα του OpenStudio η γεωμετρία και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του χώρου, που εισήχθησαν στο πρόγραμμα SketchUp, δίνεται η δυνατότητα εισαγωγής και επεξεργασίας δεδομένων, όπως η στοιχειοθέτηση υλικών, η διαμόρφωση δομικών στοιχείων (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.[17]

Radiance

Το Radiance είναι κατάλληλο για την ποσοτική απόδοση φυσικού φωτισμού σε οποιονδήποτε χώρο. Αποτελεί έναν ανοιχτό κώδικα μικρότερων υποπρογραμμάτων για υπολογισμούς σε H/Y. 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. [18]

EnergyPlus

Το EnergyPlus είναι ένα εργαλείο προσομοίωσης ενέργειας ολόκληρου του κτιρίου. Το πρόγραμμα 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.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 2^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

[1] Tsangrassoulis A. , Synnefa A, Jacobs A., Wilson M., Solomon J., Fontoynt M., Pohl W., Zimmeremann A. , Synthlight Handbook: European Educational Infrastructure on Energy Efficient Lighting Technologies, Assisted by 3D Environments, 2004

[2] Ευγενία Α. Λάζαρη. “Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής”, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Σεπτέμβριος 2002

[3]http://www.door-royal.gr/cms/index.php?option=com_k2&view=item&id=115:βασικες_αναγκες&lang=el

[4] The worlds of David Darling, Encyclopedia of alternative energy, http://www.daviddarling.info/encyclopedia/L/AE_light_shelf.html

[5] <http://www.nulightsolutions.com/>

[6] www.flashlight.gr

[7] «Φωτισμός», http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1_41/df-c-iliamos.pdf

[8] Chartered Institution of Building Services Engineers, www.cibse.org

[9] Illuminating Engineering Society of North America, The Lighting Handbook, Ninth Edition

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

[11] CSN EN 12464-1 Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places, <http://www.en-standard.eu>

[12] 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 56

[13] Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων ,Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010

[14] Baker, N., Fanchiotti, A., Steemers, K. (eds), 1993. Daylighting in Architecture – A European Reference Book, Commission of the European Communities Directorate General XII for Science Research and Development, Brussels : James & James Ltd

[15] 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

[16] <http://en.wikipedia.org/wiki/SketchUp>

[17] <http://openstudio.nrel.gov/>

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΜΕΛΕΤΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

3.1 Εξεταζόμενο Νοσοκομείο

Το μοντέλο μας στηρίχθηκε στο νοσοκομείο Κ.Α.Τ., τηρώντας τις διαστάσεις του όπως αυτές είχαν αποτυπωθεί σε σχέδια AutoCad και για όσα στοιχεία δεν ήταν γνωστά έγιναν παραδοχές. Το νοσοκομείο βρίσκεται βόρεια της Αθήνας στην περιοχή της Κηφισιάς, περίπου 13km από το κέντρο της πόλης, ενώ το οικοπέδο γειτονεύει με το κτήμα Συγγρού, τη θέα του οποίου έχουν οι θάλαμοι νοσηλείας του νοσοκομείου. Η κύρια είσοδος έχει τοποθετηθεί στην ανατολική πλευρά του οικοπέδου ενώ υπάρχει ακόμα μία είσοδος στα δυτικά όπου βρίσκεται και ο χώρος στάθμευσης.



Εικ.3.1. Αεροφωτογραφία του Νοσοκομείου ΚΑΤ. Πηγή Google earth

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

Παρατίθενται όμως στοιχεία για όλους τους ορόφους του νοσοκομείου για το σχηματισμό πληρέστερης εικόνας. Αναλυτικότερα:

Ο 2^{ος} όροφος αποτελείται από 7 εξάκλινους θαλάμους νοσηλείας, 2 τρίκλινους και 2 δίκλινους. Σ τον όροφο αυτού του κεντρικού κτηρίου στεγάζεται η ΣΤ' Ορθοπαιδική κλινική και τα γραφεία στον Διευθυντή των Ιατρών και της Γραμματείας της κλινικής. Επίσης στο 2^ο όροφο βρίσκεται και το τμήμα

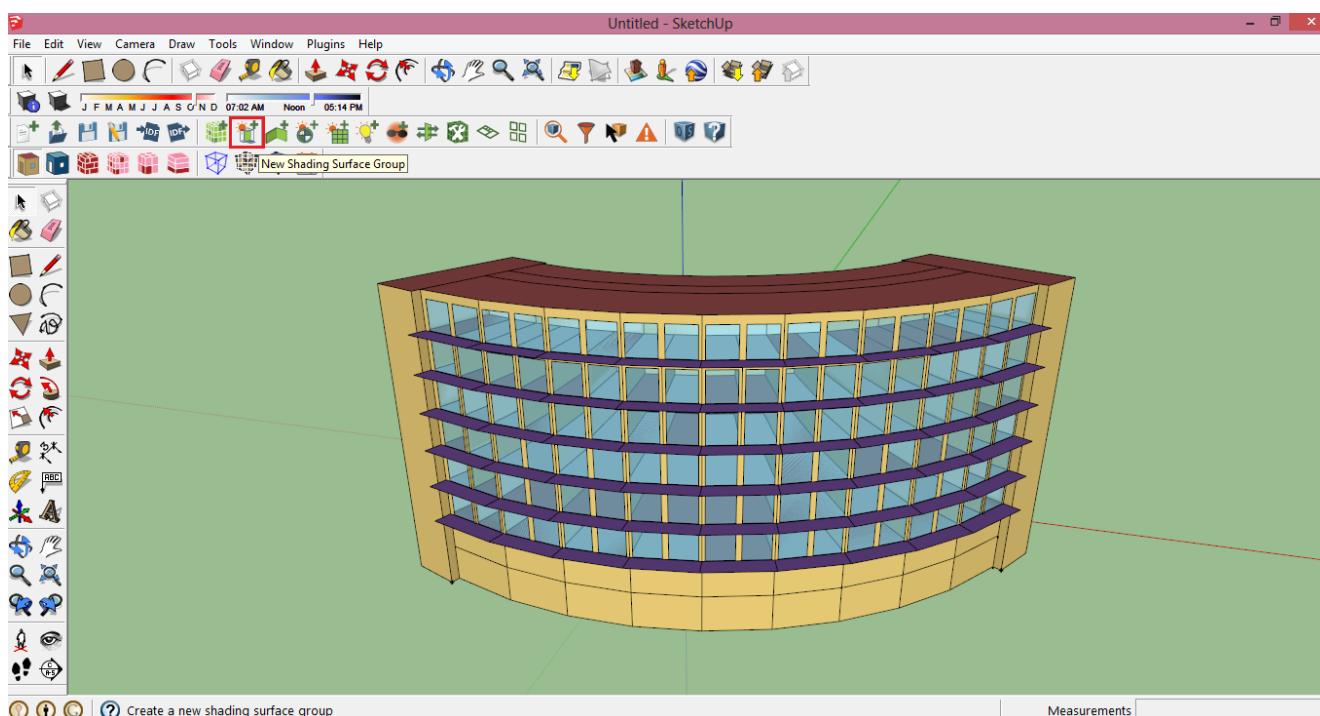
Αθλητικών κακώσεων το οποίο διαθέτει 16 κλίνες καθώς και τα γραφεία του Διευθυντή και των Ιατρών του τμήματος

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

Ο 5ος όροφος αποτελείται από 16 τρίκλινους θαλάμους νοσηλείας ενώ σε μέγεθος είναι περίπου το μισό από τους θαλάμους των προηγούμενων ορόφων.

Ο 6ος όροφος αποτελείται από 16 δίκλινους και 2 μονόκλινους θαλάμους νοσηλείας από τη νοτιοδυτική μέχρι τη νοτιοανατολική πλευρά, 1 δίκλινο θάλαμο και 2 μονόκλινους στη βόρεια πλευρά..

Η παρούσα εργασία μελετά την **υφιστάμενη κατάσταση** των **εξάκλινων θαλάμων** νοσηλείας του νοσοκομείου ΚΑΤ που βρίσκονται στον **4^ο όροφο σε Νότιο και Νοτιοανατολικό προσανατολισμό**. Η αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης αλλά και οι προτάσεις για βελτίωση της βασίζονται στα σημειούμενα επίπεδα έντασης φυσικού φωτισμού αλλά και θάμβωσης και τέλος στα ενεργειακά κόστη για ψύξη και θέρμανση του θαλάμου.



Εικ.3.2 Προσομοίωση νοσοκομείου ΚΑΤ με το πρόγραμμα SketchUp



Εικ. 3.3 Τομή κεντρικού κτηρίου. Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία του ΚΑΤ

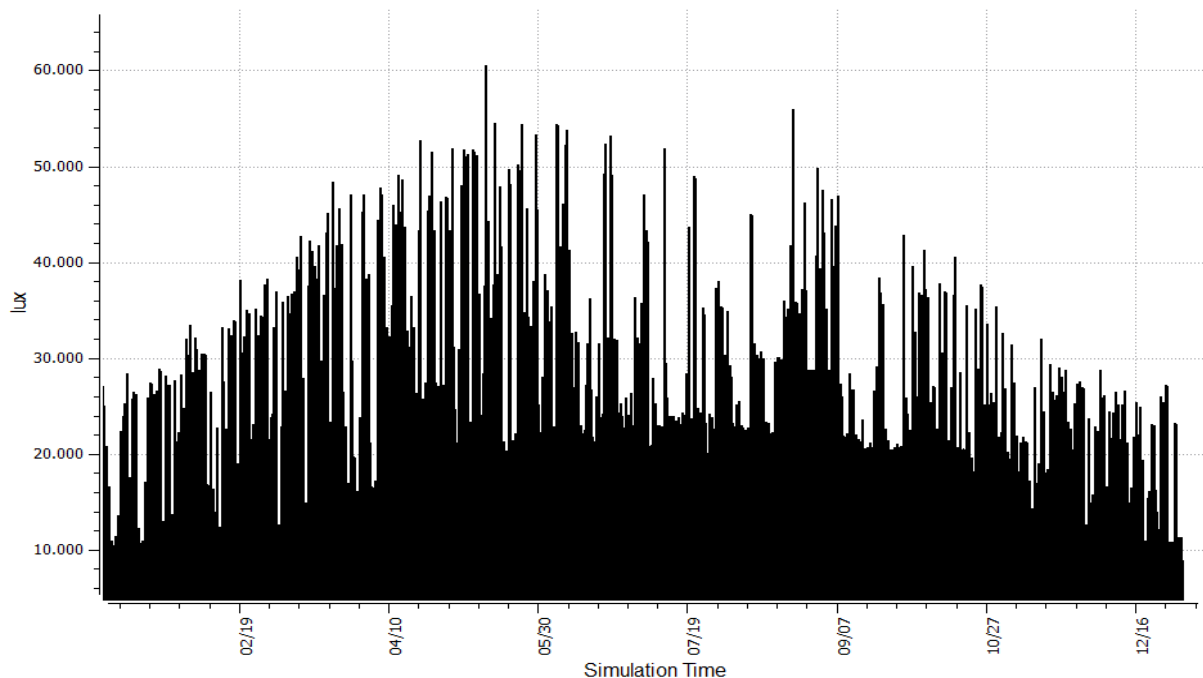
3.2 Αποτελέσματα προσομοίωσης υφιστάμενης κατάστασης με το πρόγραμμα Radiance

Οι τιμές ανακλαστικότητας των δομικών στοιχείων που εισήχθησαν στο πρόγραμμα Open Studio είναι:

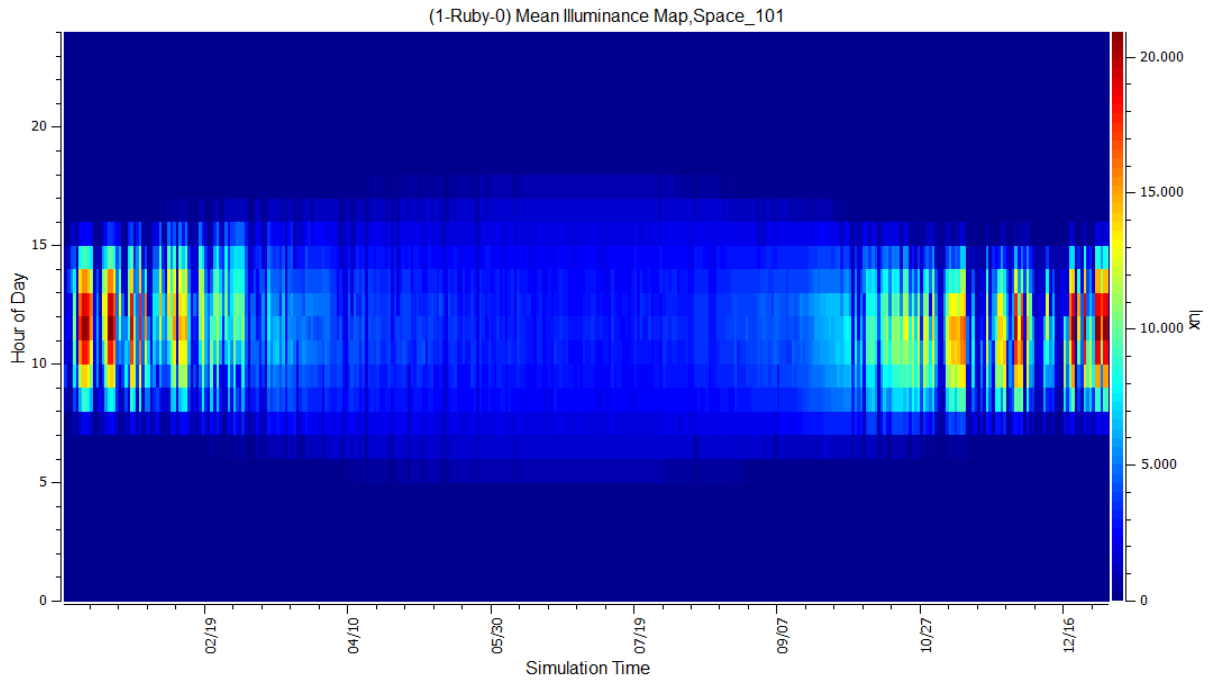
- Επίχρισμα-Ασβεστοκονίαμα εσωτερικού τοίχου:65%
- Επίχρισμα-Ασβεστοκονίαμα εξωτερικού τοίχου:30%
- Επίχρισμα-Ασβεστοκονίαμα οροφής:85%
- Επίχρισμα-Ασβεστοκονίαμα δαπέδου:30%

Νότιος Προσανατολισμός

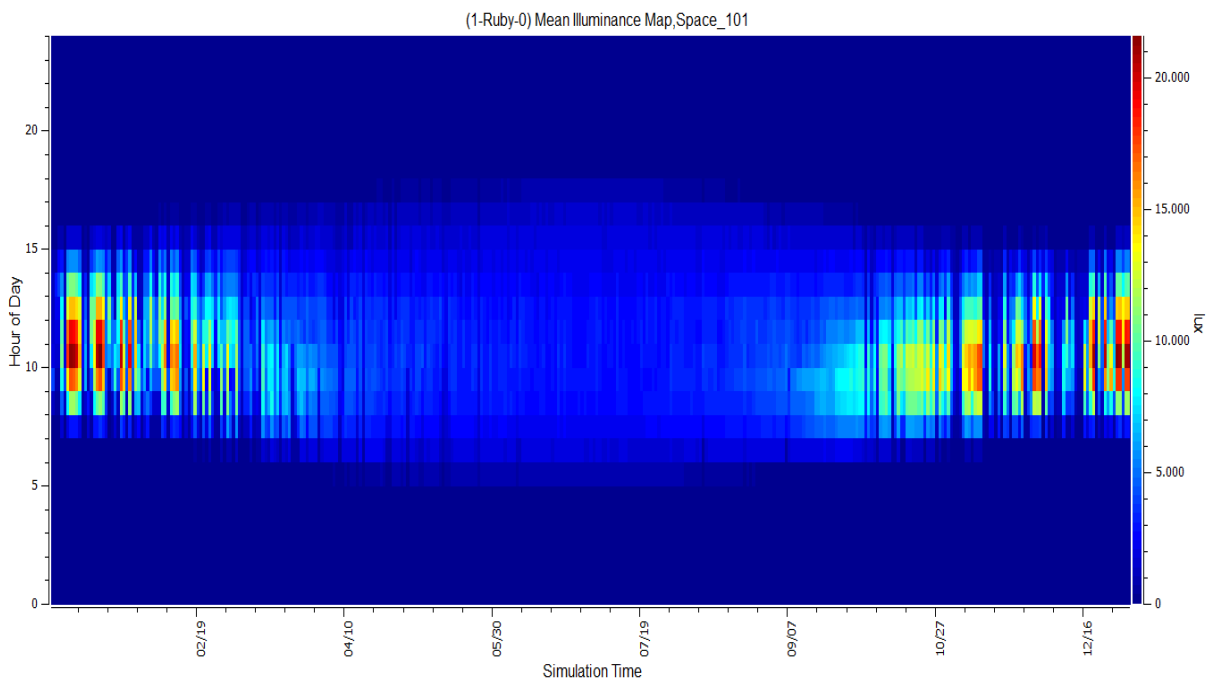
Αρχικά, παρατίθενται τα αποτελέσματα των Global Horizontal Illuminance και Mean Illuminance Map όλου του έτους. Το πρώτο αφορά στην ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται η περιοχή που έχουμε εισάγει (περιβάλλοντας χώρος), δηλαδή πάνω σε ένα ιδεατό επίπεδο έξω από το θάλαμο, ενώ το δεύτερο αυτήν που προσπίπτει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



Εικ.3.4 Διάγραμμα Global Horizontal Illuminance για όλο το χρόνο για την περιοχή της Αθήνας με χρήση του προγράμματος Radiance.



Εικ.3.5.α Διάγραμμα Mean Illuminance Map για θάλαμο Νότιου προσανατολισμού με χρήση του προγράμματος Radiance.



Εικ.3.5.β Διάγραμμα Mean Illuminance Map για θάλαμο Νοτιοανατολικού προσανατολισμού με χρήση του προγράμματος Radiance.

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 στο χώρο του θαλάμου και με ποιες αναλογίες την εκάστοτε εποχή. Γίνεται αντιληπτή, δηλαδή η μεγάλη ένταση στο φωτισμό το καλοκαίρι, αλλά και τους τελευταίους μήνες της άνοιξης.

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

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, αφού είναι πλήρως συγχρονισμένα, τα βασικότερα από τα οποία παρατίθενται στις εικόνες που έπονται. Κλιματικά/καιρικά δεδομένα (Design Days File Path) λήφθηκαν υπόψη αυτά της Αθήνας, τα οποία διατίθενται από τη σελίδα του προγράμματος EnergyPlus, όπως και για άλλες μεγάλες πόλεις. 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), που τοποθετήθηκαν στην εκάστοτε θέση (από τις πέντε) ενδιαφέροντος. Ακόμη, τοποθετήθηκε ειδικός χάρτης ένδειξης φωτισμού (illuminance map) σε ύψος 0.80μ 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 έξι:

- 21 Ιανουαρίου (τοπική ψυχρή ημέρα) [1]
- 21 Μαρτίου (Εαρινή Ισημερία)
- 21 Ιουνίου (Θερινό Ηλιοστάσιο)
- 21 Ιουλίου (τοπική θερμή ημέρα) [1]
- 23 Σεπτεμβρίου (Φθινοπωρινή Ισημερία)
- 21 Δεκεμβρίου (Χειμερινό Ηλιοστάσιο)

Χαρακτηριστικές Θέσεις που μελετήθηκαν για την τεκμηρίωση της υφιστάμενης κατάστασης:

Θέση 1: Στο βάθος του θαλάμου και στη δεξιά πλευρά.

Θέση ενδιάμεση δεξιά: Στη μέση του θαλάμου και στη δεξιά πλευρά.

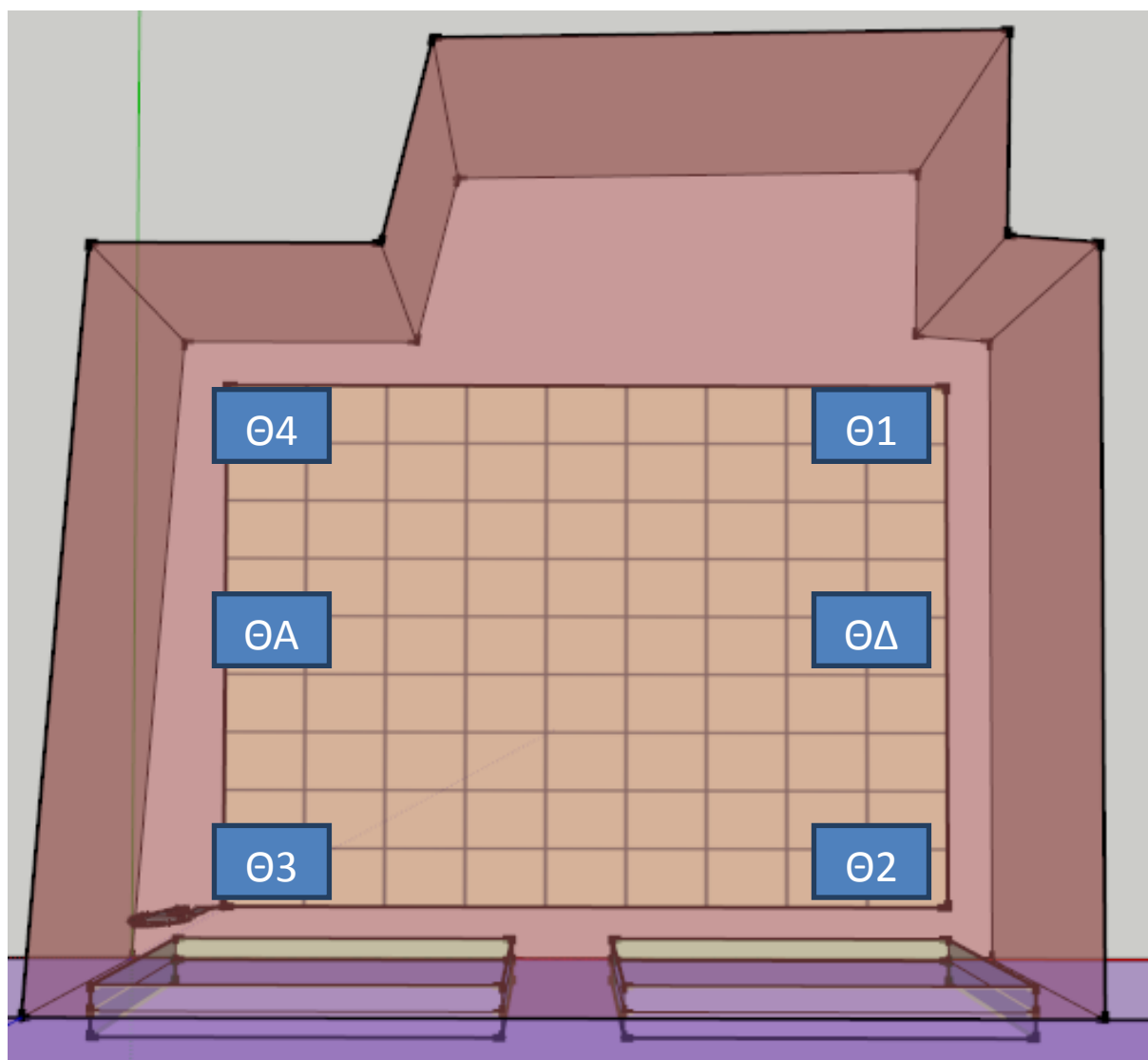
Θέση 2: Δίπλα στο παράθυρο και στη δεξιά πλευρά.

Θέση 3: Δίπλα στο παράθυρο και στην αριστερή πλευρά του θαλάμου.

Θέση ενδιάμεση αριστερά: Στη μέση του θαλάμου και στην αριστερή πλευρά.

Θέση 4: Στο βάθος του θαλάμου και στην αριστερή πλευρά.

Οι έξι αυτές θέσεις αποτελούν τις θέσεις των ασθενών σε ανάκλιση, σε ύψος ματιών 1.20μ 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.



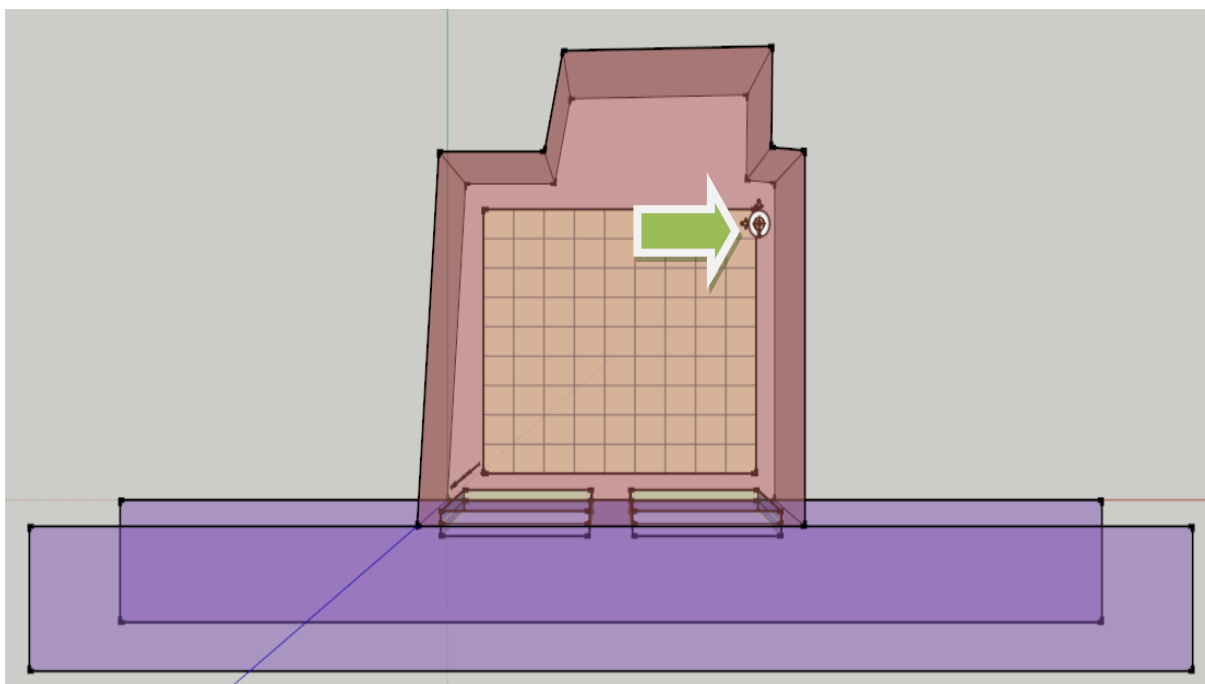
Εικ. 3.6 Χαρακτηριστικές θέσεις που μελετήθηκαν

Η μελέτη, η προσομοίωση με το λογισμικό που αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, η καταγραφή των αποτελεσμάτων, καθώς και η μεταξύ τους σύγκριση, αφορούν στον τετράκλινο θάλαμο νοσηλείας του ΚΑΤ . Απαιτήθηκε να είναι ένας «αντιπροσωπευτικός» θάλαμος του εν λόγω νοσοκομείο έτσι, επιλέχθηκε ένας του τετάρτου ορόφου, δηλαδή σε ύψος 12μ περίπου από το έδαφος.

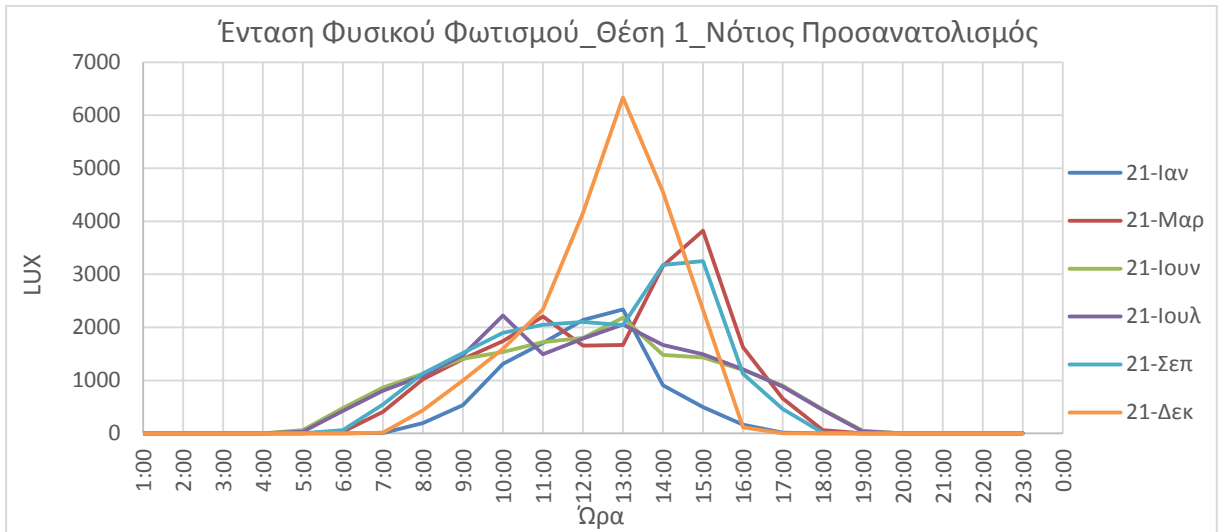
3.3.1 Ένταση Φυσικού Φωτισμού (DSI)

Νότιος Προσανατολισμός

Θέση 1



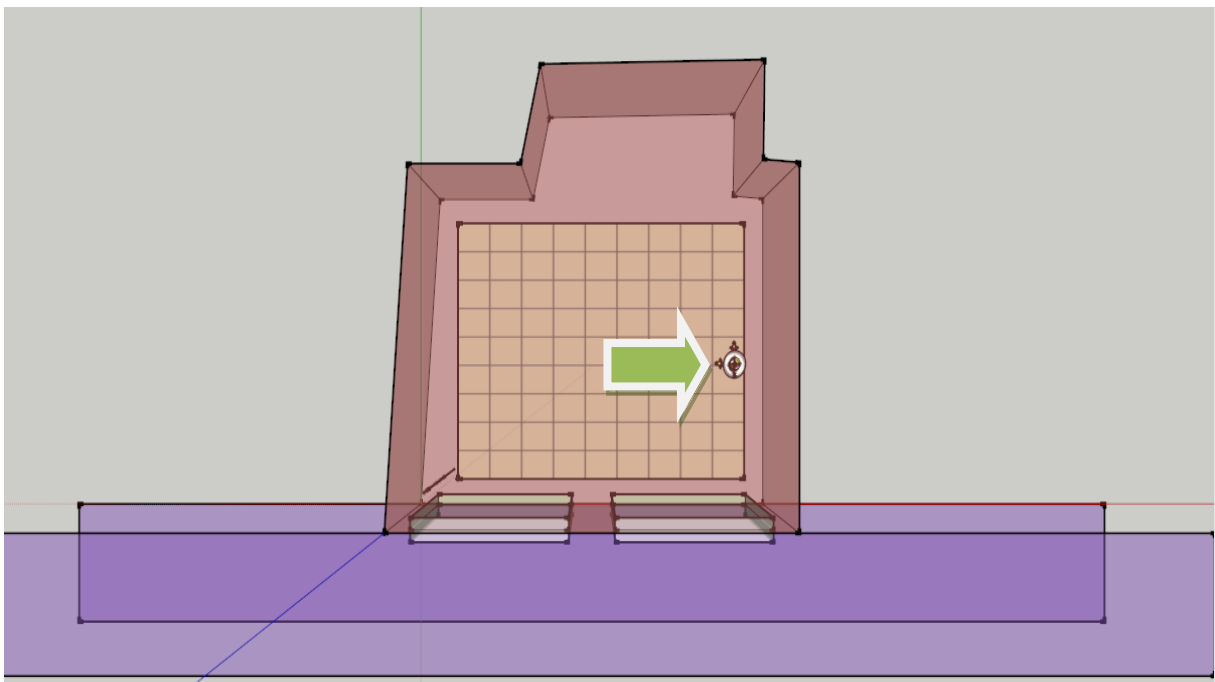
Εικ.3.7 Θέση εξέτασης 1_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση του προγράμματος SketchUp.



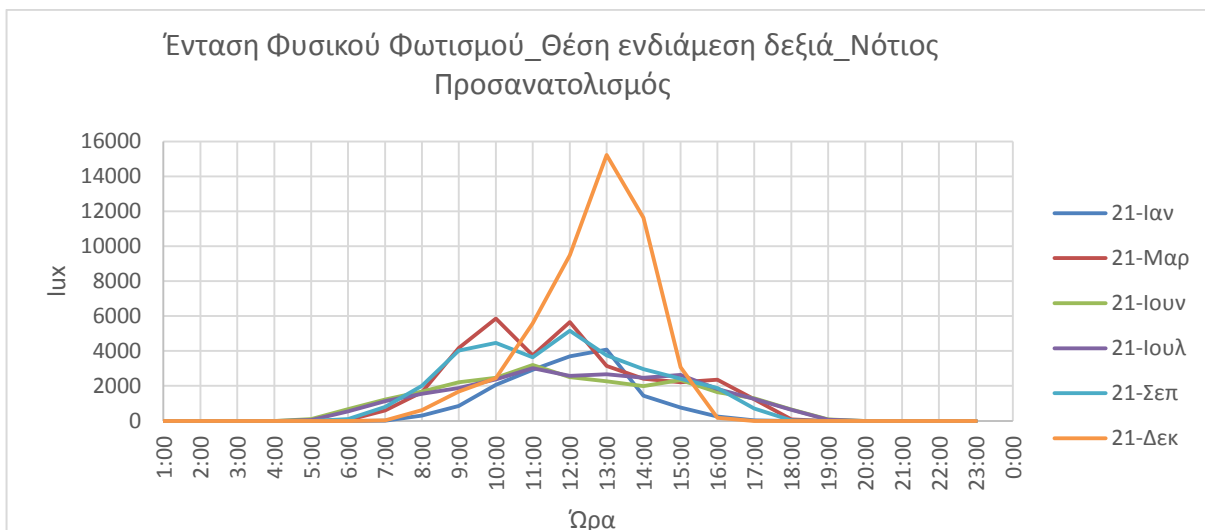
Εικ.3.8 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 1 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού

- Οι μεγαλύτερες τιμές φυσικού φωτισμού σημειώνονται κατά τον μήνα Δεκέμβριο και για τις μεσημεριανές ώρες, που είναι αναμενόμενο λόγω του χαμηλότερου ύψους της θέσης του ηλίου. Οι τιμές αυτές είναι κατά πολύ μεγαλύτερες από το max επιθυμητό όριο φυσικού φωτισμού.
- Για όλες τις εξεταζόμενες ημέρες και για το μεγαλύτερο ποσοστό της ημέρας οι τιμές φυσικού φωτισμού είναι πάνω από το min όριο, αλλά όπως και το Δεκέμβριο, το Μάρτη και τον Σεπτέμβρη παρατηρούνται τιμές σημαντικά υψηλότερες της max τιμής φυσικού φωτισμού.

Θέση ενδιάμεση δεξιά



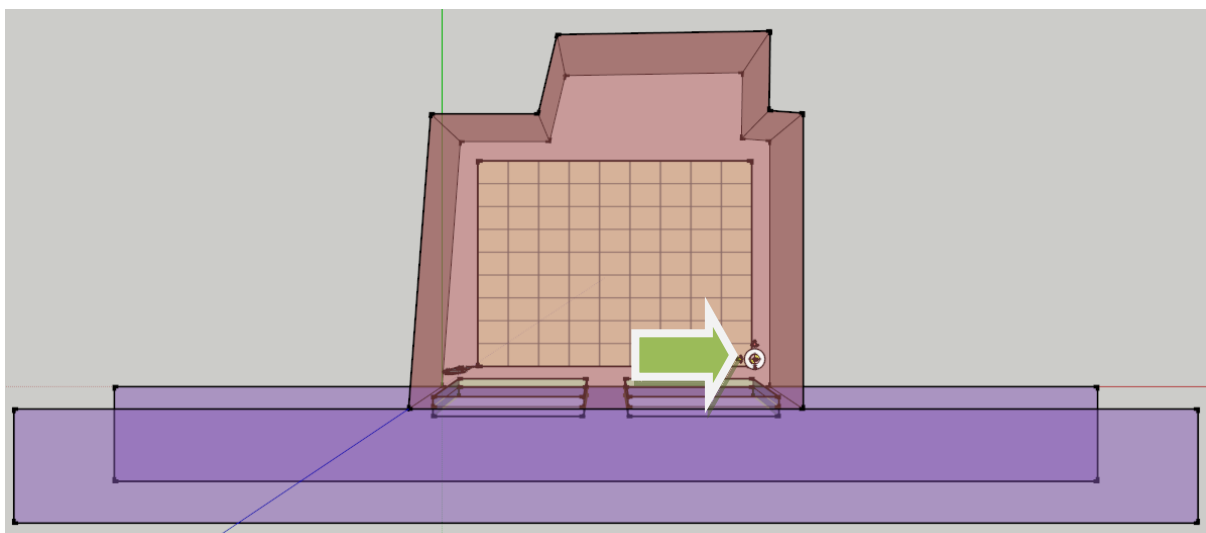
Εικ.3.9 Θέση εξέτασης ενδιάμεσης δεξιά_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση του προγράμματος SketchUp.



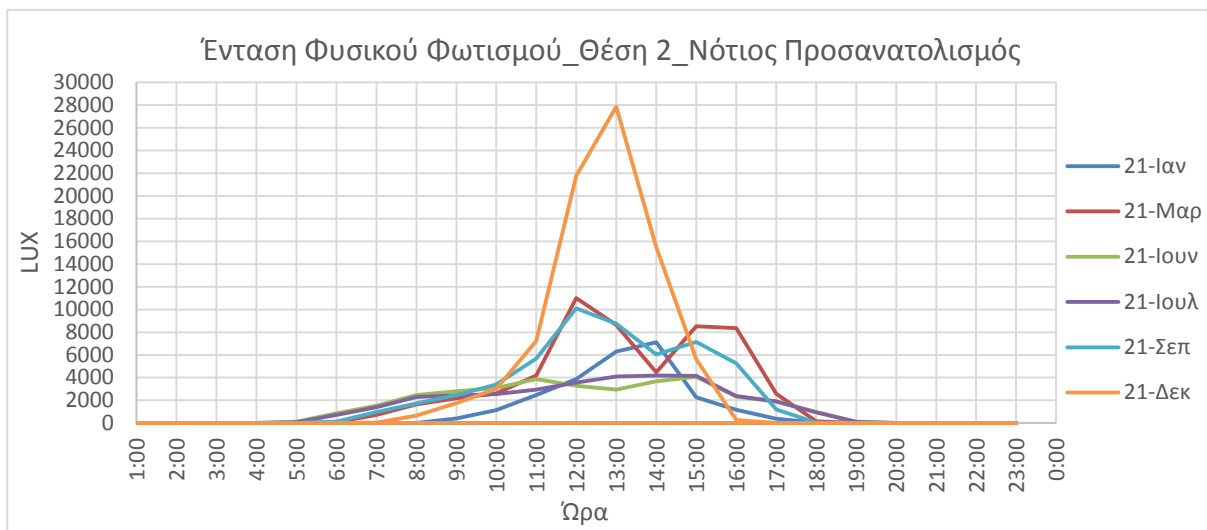
Εικ.3.10 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης ενδιάμεσης δεξιά υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού

- Παρατηρούνται τιμές πολύ υψηλότερες της τιμής των 300 lux.
- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και για τις μεσημεριανές ώρες
- Για το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζομένων ημερών οι τιμές έντασης φυσικού φωτισμού είναι σημαντικά υψηλότερες της τιμής των 300 lux.
- Για τους θερινούς μήνες που η θέση του ηλίου είναι ψηλότερα σε σχέση με τους χειμερινούς μήνες οι τιμές της έντασης φυσικού φωτισμού ξεπερνούν τα 300 lux λίγο αργότερα μέσα στη μέρα.

Θέση 2



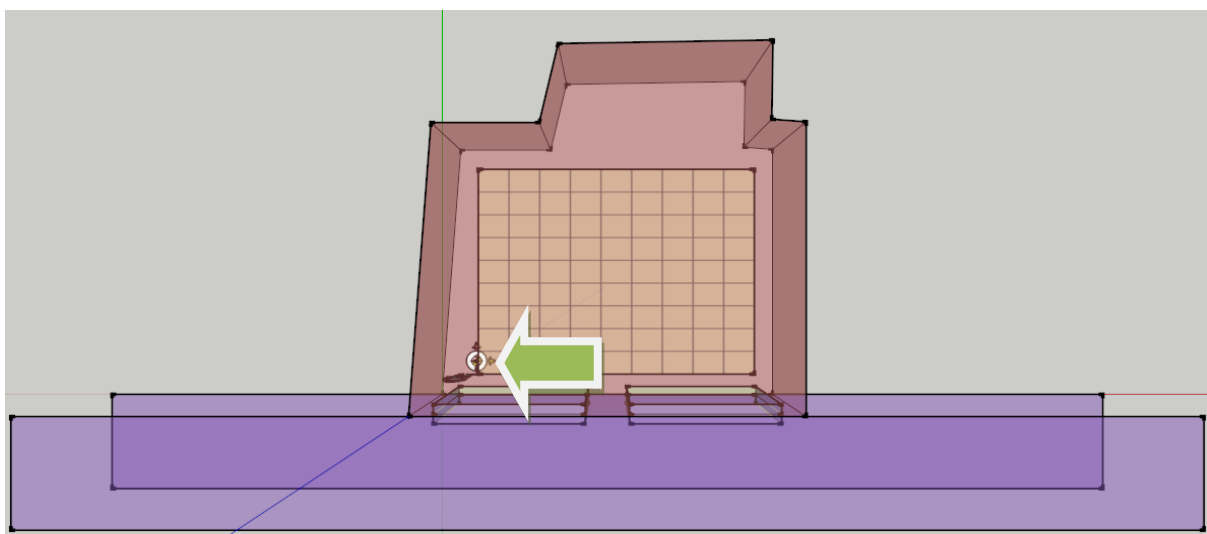
Εικ.3.11 Θέση εξέτασης 2_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση του προγράμματος SketchUp.



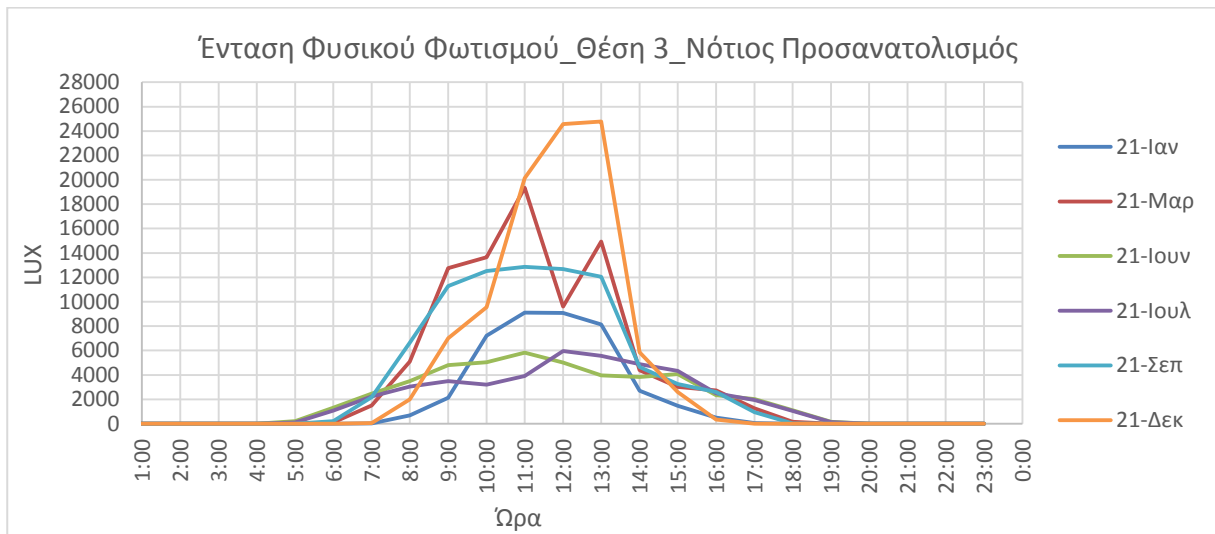
Εικ.3.12 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 2 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού

- Όμοια με τη θέση 1 οι μέγιστες τιμές σημειώνονται το μήνα Δεκέμβριο αλλά πλέον πολύ υψηλότερες της επιθυμητής τιμής.
- Επίσης για όλους τους μήνες και για το μεγαλύτερο ποσοστό της ημέρας οι τιμές φυσικού φωτισμού που παρατηρούνται είναι αρκετά υψηλότερες απ το μέγιστο όριο, γεγονός που εξηγείται από το ότι η εξεταζόμενη θέση βρίσκεται σε πολύ μικρή απόσταση από το παράθυρο του θαλάμου.
- Ειδικά για το μήνα Μάρτιο και Σεπτέμβριο αξίζει να σημειωθεί ότι η τοπική και απότομη πτώση της έντασης φυσικού φωτισμού στις 14:00 πιθανότατα οφείλεται σε κάποιο σύννεφο που εμπόδιζε την διέλευση του φωτός.
- Οι χαμηλότερες τιμές έντασης φυσικού φωτισμού σημειώνονται τους καλοκαιρινούς μήνες Ιούνιο και Ιούλιο, που η θέση του ηλίου είναι η υψηλότερη.

Θέση 3



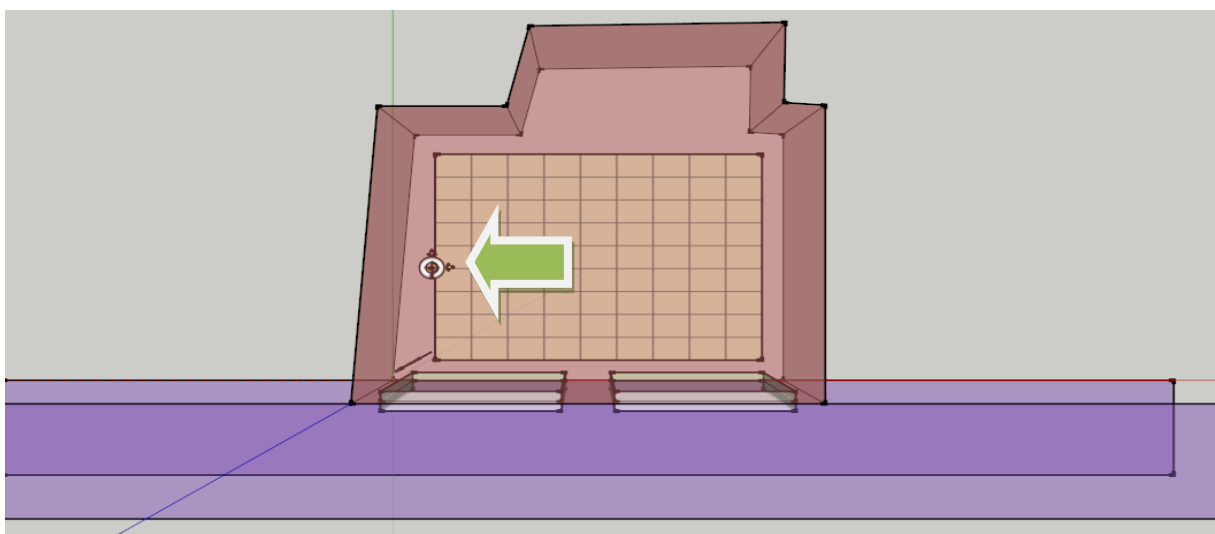
Εικ.3.13 Θέση εξέτασης 3 υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση του προγράμματος SketchUp.



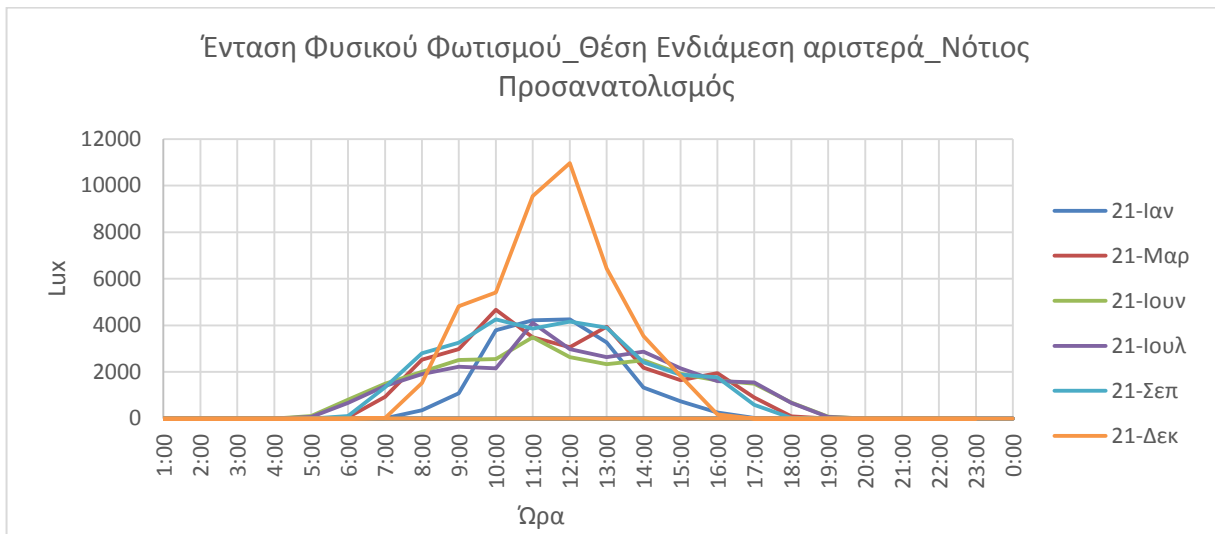
Εικ.3.12 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 3 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού

- Ομοίως με τη Θέση 3, οι μέγιστες τιμές που σημειώνονται είναι πολύ υψηλότερες της επιθυμητής τιμής λόγω μικρής απόστασης της εξεταζόμενης θέσης απ το παράθυρο και η μέγιστη όλων το Δεκέμβρη.
- Για τις εξεταζόμενες μέρες και για το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών οι τιμές φυσικού φωτισμού που σημειώνονται είναι σημαντικά μεγαλύτερες απ τη μέγιστη επιθυμητή τιμή
- Οι χαμηλότερες τιμές φυσικού φωτισμού παρατηρούνται και πάλι τους καλοκαιρινούς μήνες Ιούνιο και Ιούλιο.

Θέση ενδιάμεση αριστερά



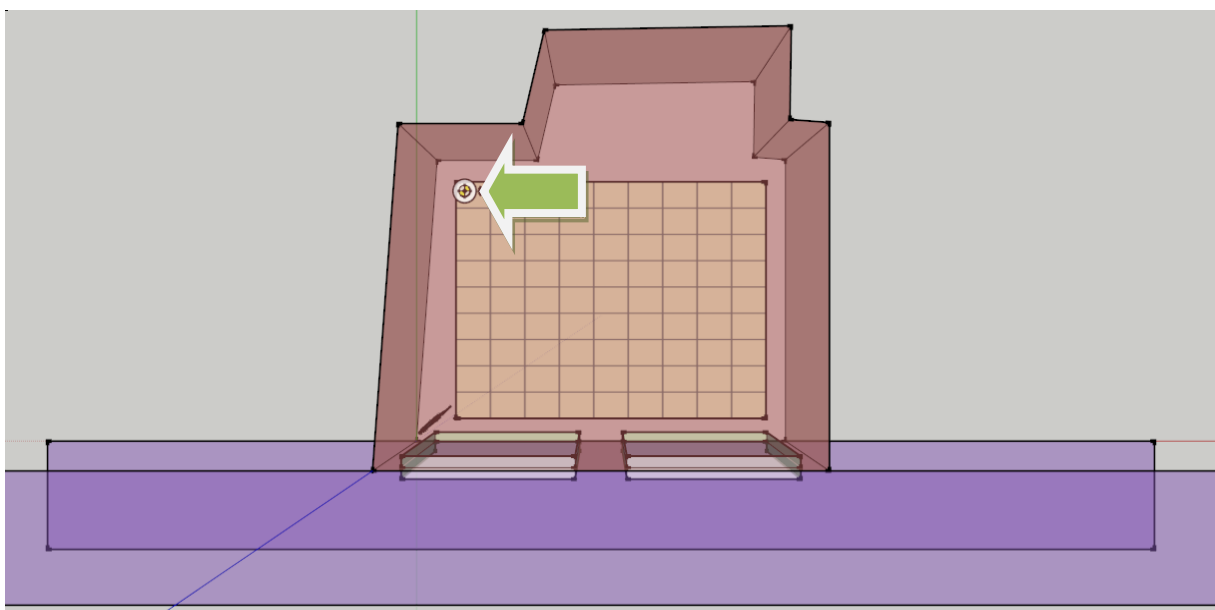
Εικ.3.14 Θέση εξέτασης ενδιάμεσης αριστερά_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση του προγράμματος SketchUp.



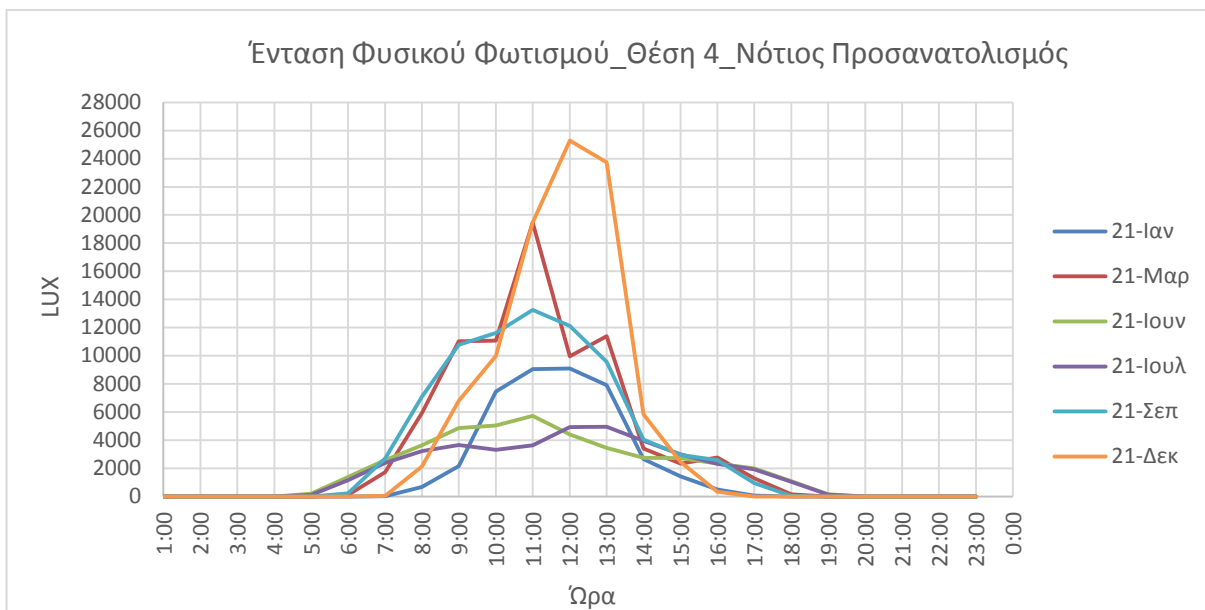
Εικ.3.15 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης ενδιάμεσης αριστερά υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού

- Παρατηρούνται τιμές πολύ υψηλότερες της τιμής των 300 lux.
- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και για τις μεσημεριανές ώρες
- Για το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζομένων ημερών οι τιμές έντασης φυσικού φωτισμού είναι σημαντικά υψηλότερες της τιμής των 300 lux.
- Για τους θερινούς μήνες που η θέση του ηλίου είναι ψηλότερα σε σχέση με τους χειμερινούς μήνες οι τιμές της έντασης φυσικού φωτισμού ξεπερνούν τα 300 lux λίγο αργότερα μέσα στη μέρα.
- Παρατηρείται μείωση των τιμών έντασης φυσικού φωτισμού για αυξανόμενη απόσταση της θέσης εξέτασης από το παράθυρο.

Θέση 4



Εικ.3.16 Θέση 4 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού. Χρήση του προγράμματος SketchUp.

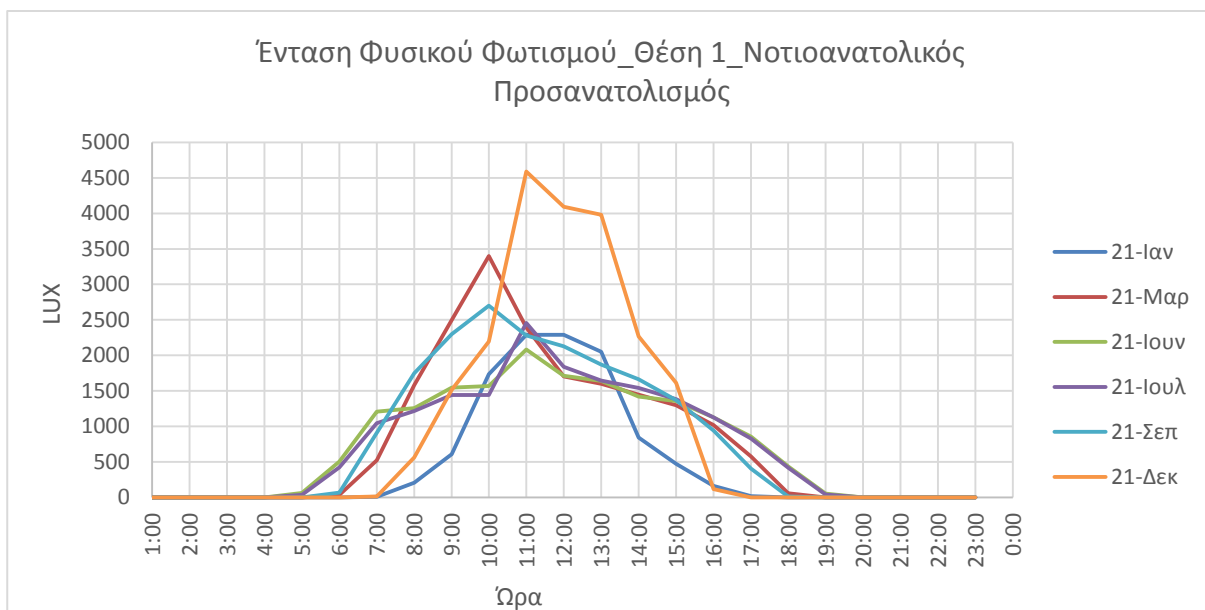


Εικ.3.17 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 4 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού

- Παρόλο που η απόσταση από το παράθυρο είναι όμοια με αυτή της θέσης 1 και μεγαλύτερη από αυτή των θέσεων 3 και 3 οι τιμές φυσικού φωτισμού πλησιάζουν αυτές των θέσεων 3 και 3 και είναι σημαντικά μεγαλύτερες της μέγιστης επιθυμητής τιμής. Το γεγονός αυτό αιτιολογείται απ την ανάκλαση του φυσικού φωτός στη θέση παρατήρησης λόγω ύπαρξης τοίχου πολύ κοντά στη θέση παρατήρησης.
- Ομοίως οι τιμές για τις εξεταζόμενες μέρες και για το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών είναι υψηλότερες της επιθυμητής τιμής και η υψηλότερη τιμή σημειώνεται το μήνα Δεκέμβριο.

Νοτιοανατολικός Προσανατολισμός

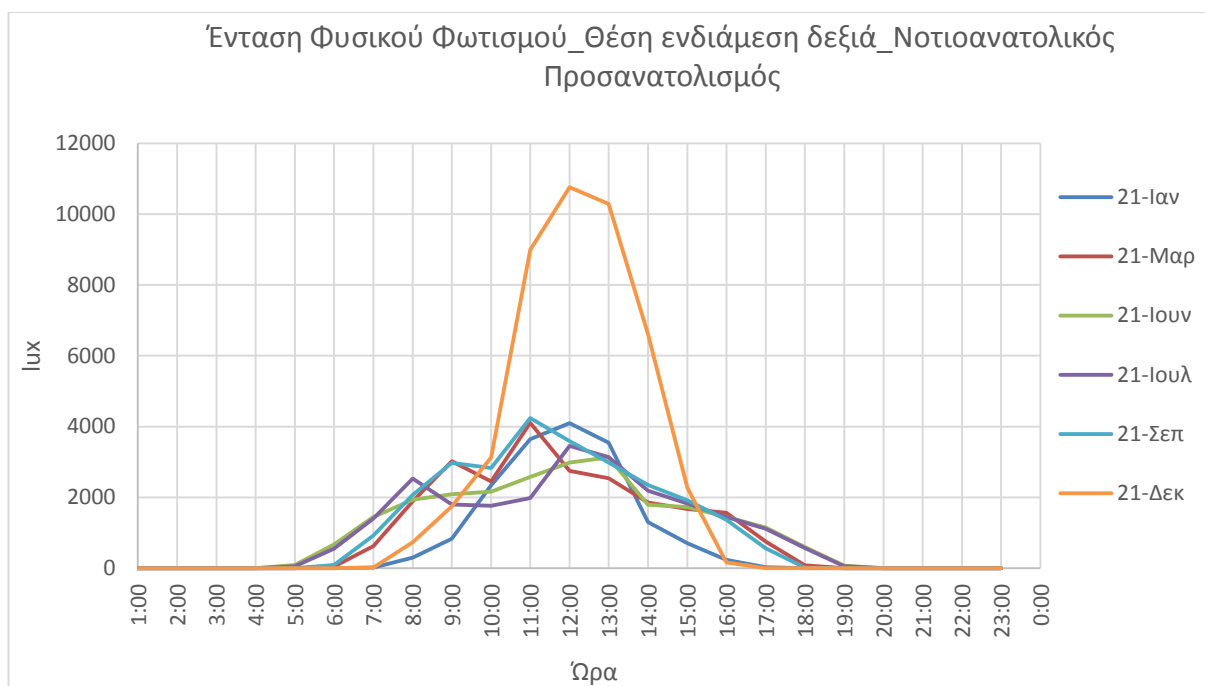
Θέση 1



Εικ.3.18 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 1 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Οι μέγιστες τιμές φυσικού φωτισμού παρατηρούνται το μήνα Δεκέμβριο τις μεσημεριανές ώρες και είναι μεγαλύτερες απ τη μέγιστη επιθυμητή τιμή.
- Ομοίως με το Ν προσανατολισμό και για τους μήνες Μάρτιο και Σεπτέμβρη οι τιμές έντασης φυσικού φωτισμού είναι μεγαλύτερες απ τη μέγιστη τιμή.
- Διαφοροποίηση σε σχέση με την αντίστοιχη θέση του Ν προσανατολισμού είναι το φαινόμενο πως οι τιμές που ξεπερνούν τη μέγιστη, σημειώνονται νωρίτερα κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης ημέρας, που δικαιολογείται απ την τροχιά του ηλίου.

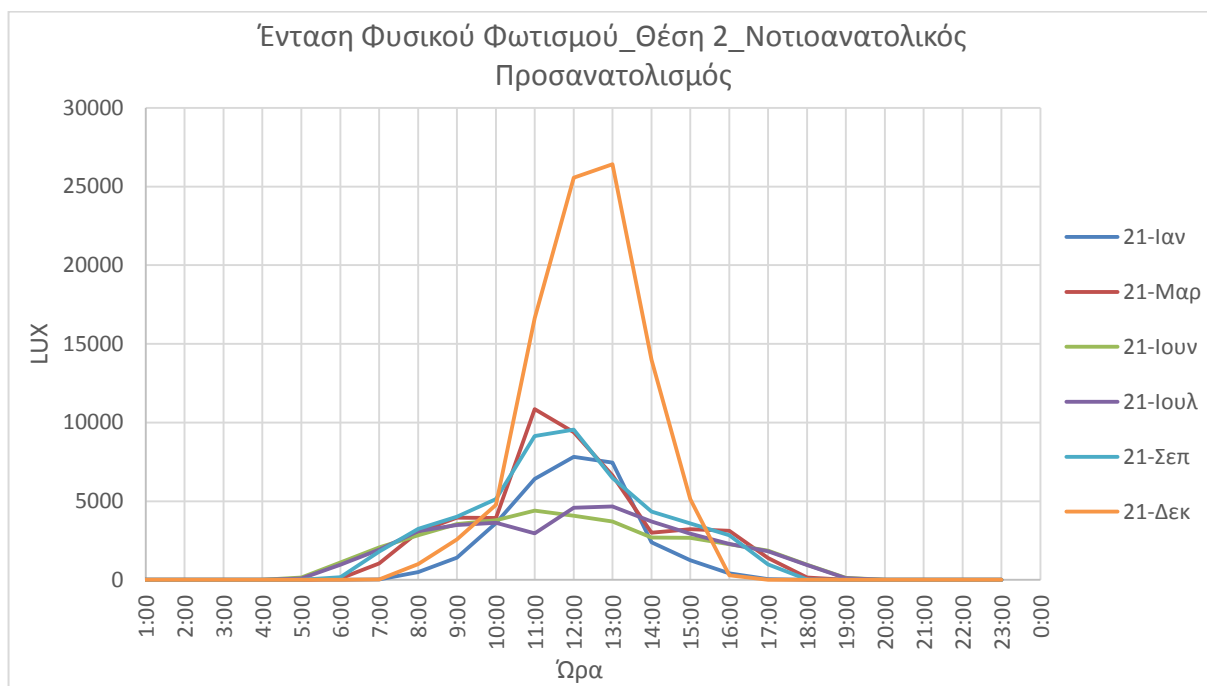
Θέση ενδιάμεση δεξιά



Εικ.3.19 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης ενδιάμεσης δεξιά υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Παρατηρούνται τιμές πολύ υψηλότερες της τιμής των 300 lux.
- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και για τις μεσημεριανές ώρες
- Για το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζομένων ημερών οι τιμές έντασης φυσικού φωτισμού είναι σημαντικά υψηλότερες της τιμής των 300 lux.
- Για τους θερινούς μήνες που η θέση του ηλίου είναι ψηλότερα σε σχέση με τους χειμερινούς μήνες οι τιμές της έντασης φυσικού φωτισμού ξεπερνούν τα 300 lux λίγο αργότερα μέσα στη μέρα.
- Για τους περισσότερους μήνες με μοναδική εξαίρεση το μήνα Δεκέμβριο οι μέγιστες τιμές κινούνται γύρω απ την τιμή των 4000 lux, τιμή σημαντικά μεγαλύτερη αυτής των 300 lux.

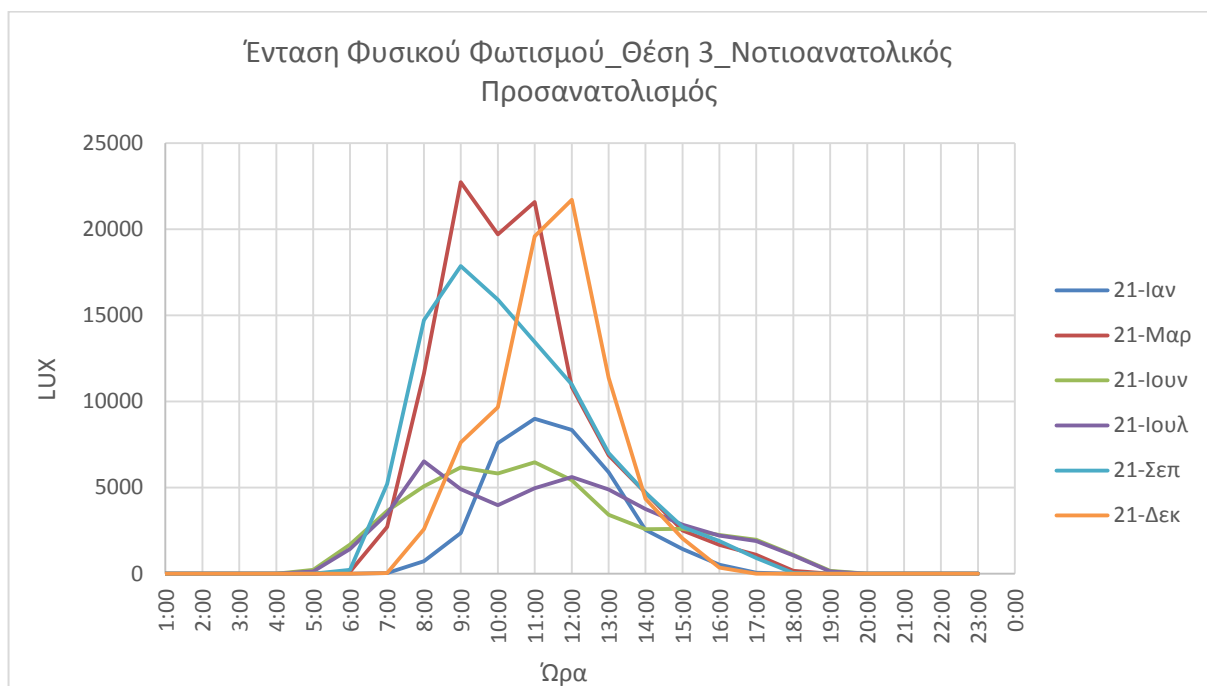
Θέση 2



Εικ.3.20 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 2 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Για κάθε εξεταζόμενο μήνα το μεγαλύτερο ποσοστό της ημέρας οι τιμές φυσικού φωτισμού είναι σημαντικά μεγαλύτερες απ τη μέγιστη και οι μέγιστες τιμές σημειώνονται νωρίτερα μέσα στη μέρα λόγω της τροχιάς του ηλίου.
- Οι τιμές που σημειώνονται για τη θέση 3 είναι πολύ υψηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές της θέσης 1 λόγω της μικρής απόστασης της θέσης 1 από το παράθυρο.
- Οι χαμηλότερες τιμές και πάλι,όπως ήταν αναμενόμενο, παρατηρούνται τους θερινούς μήνες Ιούνιο και Ιούλιο.

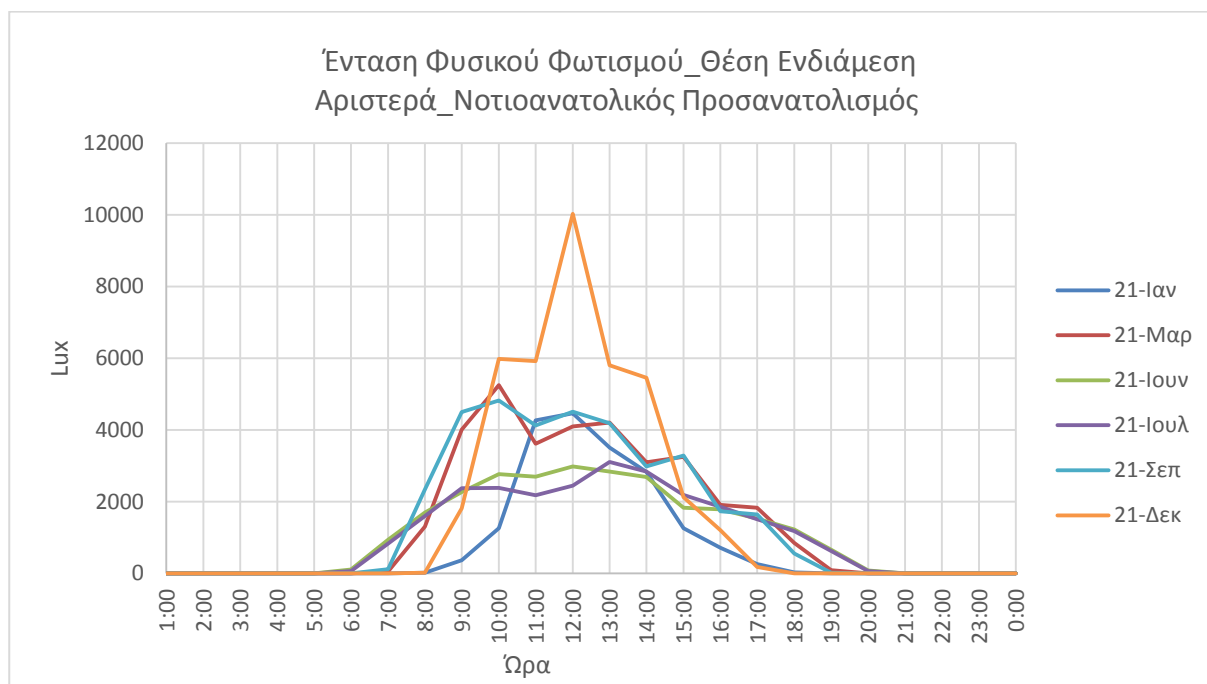
Θέση 3



Εικ.3.21 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 3 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Οι μέγιστη τιμή για παρατηρείται για το μήνα Μάρτιο και είναι λίγο μεγαλύτερη από αυτή του Δεκεμβρίου.
- Για κάθε εξεταζόμενη μέρα και για το μεγαλύτερο ποσοστό της οι τιμές του φυσικού φωτισμού ξεπερνούν κατά πολύ τη μέγιστη επιθυμητή τιμή.
- Ομοίως με τις υπόλοιπες θέσεις του ΝΑ προσανατολισμού οι τιμές που ξεπερνούν τη μέγιστη σημειώνονται νωρίτερα κατά τη διάρκεια της εκάστοτε εξεταζόμενης μέρας λόγω της τροχιάς του ηλίου.

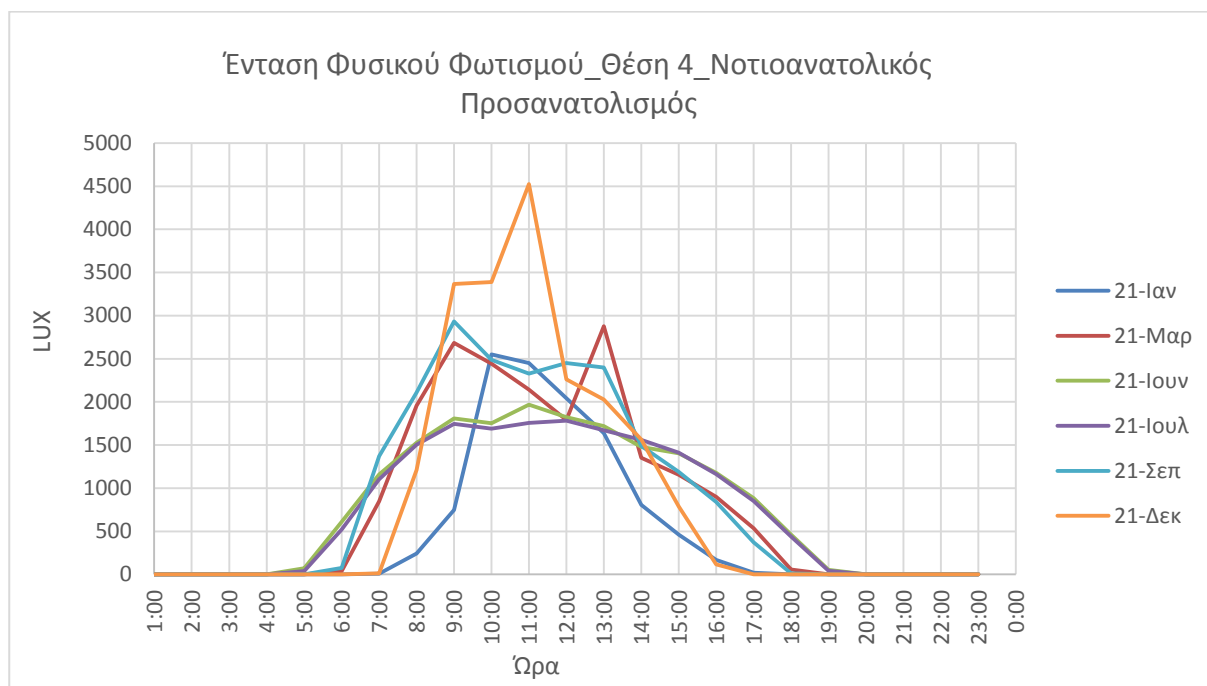
Θέση ενδιάμεση αριστερά



Εικ.3.22 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης ενδιάμεσης αριστερά υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Παρατηρούνται τιμές πολύ υψηλότερες της τιμής των 300 lux.
- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και για τις μεσημεριανές ώρες
- Για το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζομένων ημερών οι τιμές έντασης φυσικού φωτισμού είναι σημαντικά υψηλότερες της τιμής των 300 lux.
- Για τους θερινούς μήνες που η θέση του ηλίου είναι ψηλότερα σε σχέση με τους χειμερινούς μήνες οι τιμές της έντασης φυσικού φωτισμού ξεπερνούν τα 300 lux λίγο αργότερα μέσα στη μέρα.
- Για τους περισσότερους μήνες με μοναδική εξαίρεση το μήνα Δεκέμβριο οι μέγιστες τιμές κινούνται γύρω απ την τιμή των 4000 lux, τιμή σημαντικά μεγαλύτερη αυτής των 300 lux

Θέση 4



Εικ.3.23 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 4 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Οι μέγιστη τιμή παρατηρείται και πάλι για το μήνα Δεκέμβριο. Αμέσως επόμενες μέγιστες τιμές είναι αυτές του Μαρτίου και του Σεπτεμβρίου.
- Οι μέγιστες τιμές ξεπερνούν για μεγάλο ποσοστό της εξεταζόμενης ημέρας τη μέγιστη τιμή και σημειώνονται χρονικά νωρίτερα σε σύγκριση με τις αντίστοιχες του νότιου προσανατολισμού λόγω της τροχιάς του ηλίου.

Γενικά-συνολικά σχόλια:

- ❖ Για όλες τις εξεταζόμενες θέσεις έχουμε υπέρβαση της μέγιστης τιμής για σημαντικό χρονικό διάστημα των εξεταζόμενων ημερών. Ιδιαίτερα στις θέσεις με μικρή απόσταση από το παράθυρο οι τιμές είναι χαρακτηριστικά υψηλότερες, γεγονός που κάνει απαραίτητη τη λήψη μέτρων προκειμένου να περιοριστούν η προκαλούμενη δυσφορία.

Συγκριτικός Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

Υφιστάμενη κατάσταση νότιος προσανατολισμός

- ❖ Οι μέγιστες τιμές που σημειώνονται για το θάλαμο αυτού του προσανατολισμού είναι για το μήνα Δεκέμβριο και για τα θέσεις 2 και 4 των οποίων η απόσταση αντίστοιχα από το παράθυρο και από επιφάνεια τοίχου στην οποία ανακλάται το εισερχόμενο φως είναι μικρή.
- ❖ Στη δεξιά μεριά του θαλάμου παρατηρείται πως καθώς αυξάνεται η απόσταση από το παράθυρο μειώνεται η ένταση του φυσικού φωτός. Συγκεκριμένα μεταξύ των μέγιστων τιμών της θέσης δίπλα στο παράθυρο (θέση 2) και της πιο απομακρυσμένης για τη δεξιά μεριά (θέση 1) παρατηρείται σημαντική διαφορά με της τάξης του 78,5%
- ❖ Στην αριστερή πλευρά του θαλάμου όμως δεν παρατηρείται συνεχής μείωση της έντασης του φυσικού φωτός σε σχέση με την απόσταση από το παράθυρο. Ενώ μεταξύ της θέσης 3 και της ενδιάμεσης αριστερά θέσης σημειώνεται μείωση δεν συμβαίνει το ίδιο και μεταξύ της θέσης 3 και 4. Στη θέση 4 σημειώνονται πολύ υψηλότερες τιμές έντασης φυσικού φωτός από αυτές της θέσης 1 για κοινή απόσταση τους από το παράθυρο. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε ανάκλαση του φωτός σε επιφάνεια τοίχου η οποία βρίσκεται πολύ κοντά στη θέση που έχουμε τοποθετήσει τους σένσορες.

Υφιστάμενη κατάσταση νοτιοανατολικός προσανατολισμός

- ❖ Οι μέγιστες τιμές που σημειώνονται για το θάλαμο αυτού του προσανατολισμού είναι για το μήνα Δεκέμβριο και για τα θέσεις 2 και 3 των οποίων η απόσταση από το παράθυρο είναι μικρή.
- ❖ Στη δεξιά αλλά και την αριστερή πλευρά του θαλάμου σημειώνεται μείωση της έντασης του φυσικού φωτός σε σχέση με την απόσταση της θέσης εξέτασης από το παράθυρο με τη μεγαλύτερη διαφορά στις μέγιστες τιμές να σημειώνεται μεταξύ της θέσης 1 και 2 της τάξης του 80%.

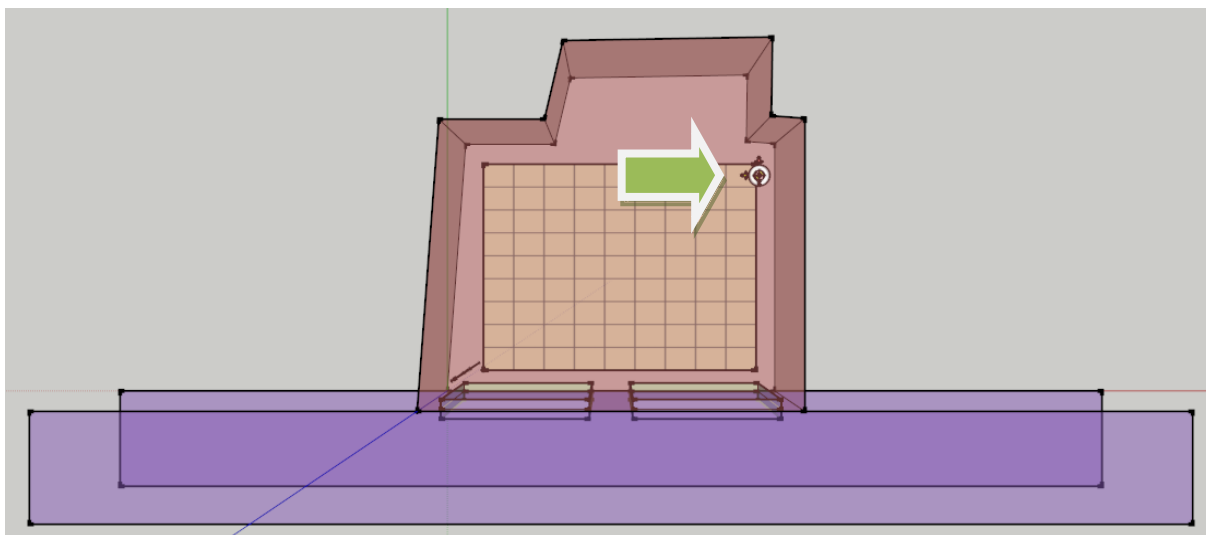
Συγκρίσεις προσανατολισμών για την Υφιστάμενη κατάσταση.

- ❖ Οι τιμές έντασης φυσικού φωτός που σημειώνονται για το Νότιο Προσανατολισμό είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές για το θάλαμο του Νοτιοανατολικού προσανατολισμού.
- ❖ Οι μέγιστες τιμές έντασης φυσικού φωτός για το θάλαμο του νοτιοανατολικού προσανατολισμού σημειώνονται νωρίτερα μέσα στη διάρκεια της εξεταζόμενης μέρας απ' ότι οι αντίστοιχες τιμές του θαλάμου του νότιου προσανατολισμού.

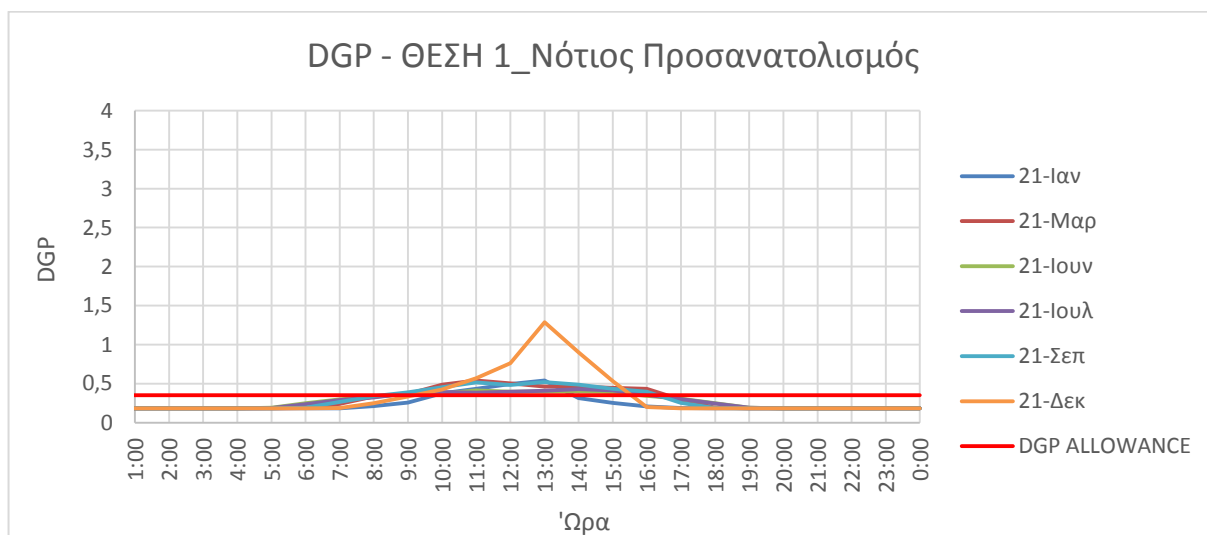
3.3.2 Θάμβωση (DGP)

Νότιος Προσανατολισμός

Θέση 1



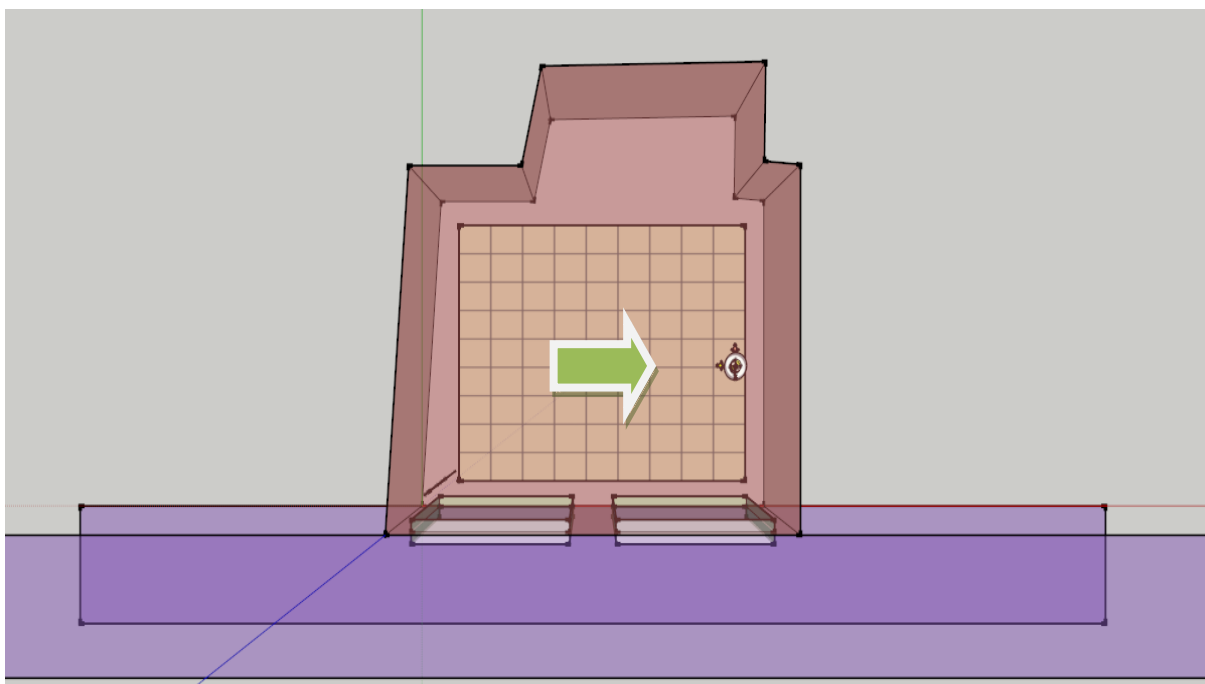
Εικ.3.24 Θέση 1 εξέτασης θάμβωσης_ υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση προγράμματος SketchUp



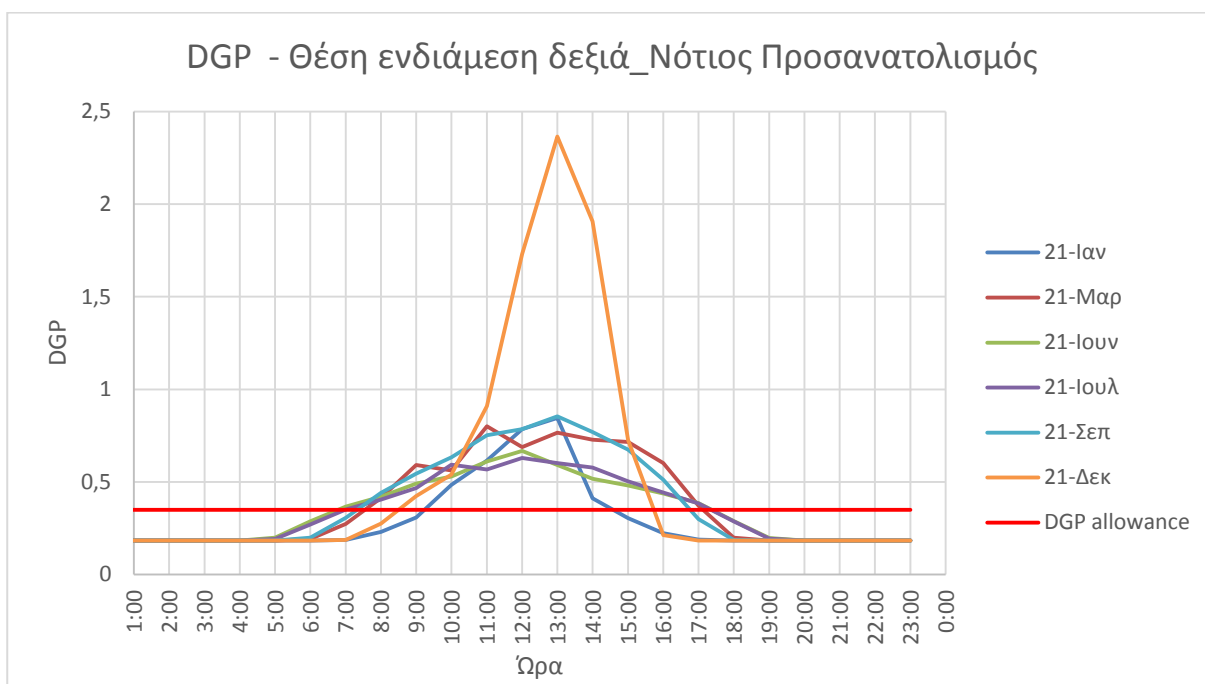
Εικ.3.25 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 1 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και συγκεκριμένα κατά τις μεσημεριανές ώρες. Η τιμή αυτή είναι αρκετά υψηλότερη από τα όρια της ενοχλητικής θάμβωσης.

Θέση ενδιάμεση δεξιά



Εικ.3.26 Θέση ενδιάμεση δεξιά εξέτασης θάμβωσης_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση προγράμματος SketchUp

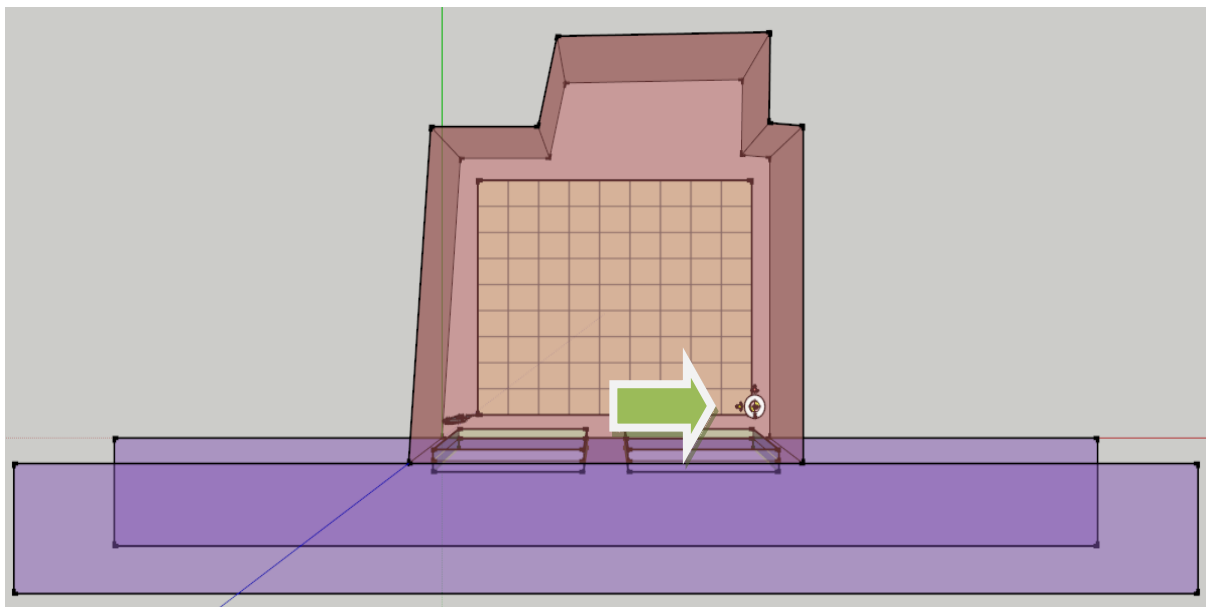


Εικ.3.27 Διάγραμμα θάμβωσης ενδιάμεσης θέσης υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού

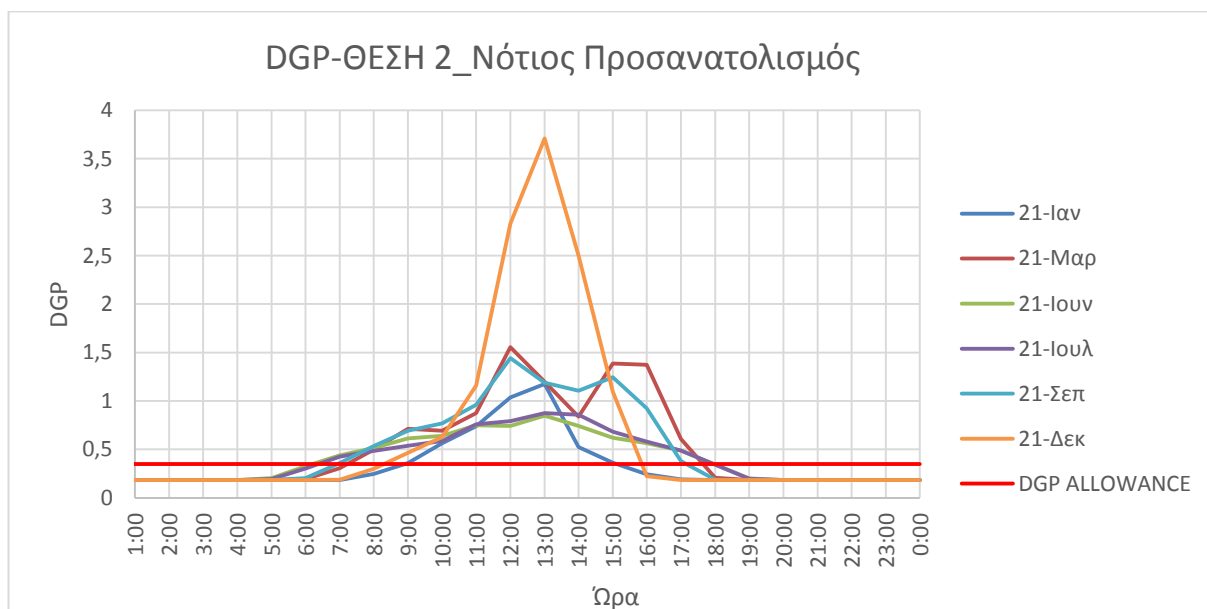
- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και για τις μεσημεριανές ώρες.
- Οι τιμές που σημειώνονται για όλους τους εξεταζόμενους μήνες είναι υψηλότερες της επιθυμητής τιμής.

- Οι χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται για τους θερινούς μήνες που η θέση του ηλίου είναι ψηλότερη απ αυτή των χειμερινών μηνών.

Θέση 2



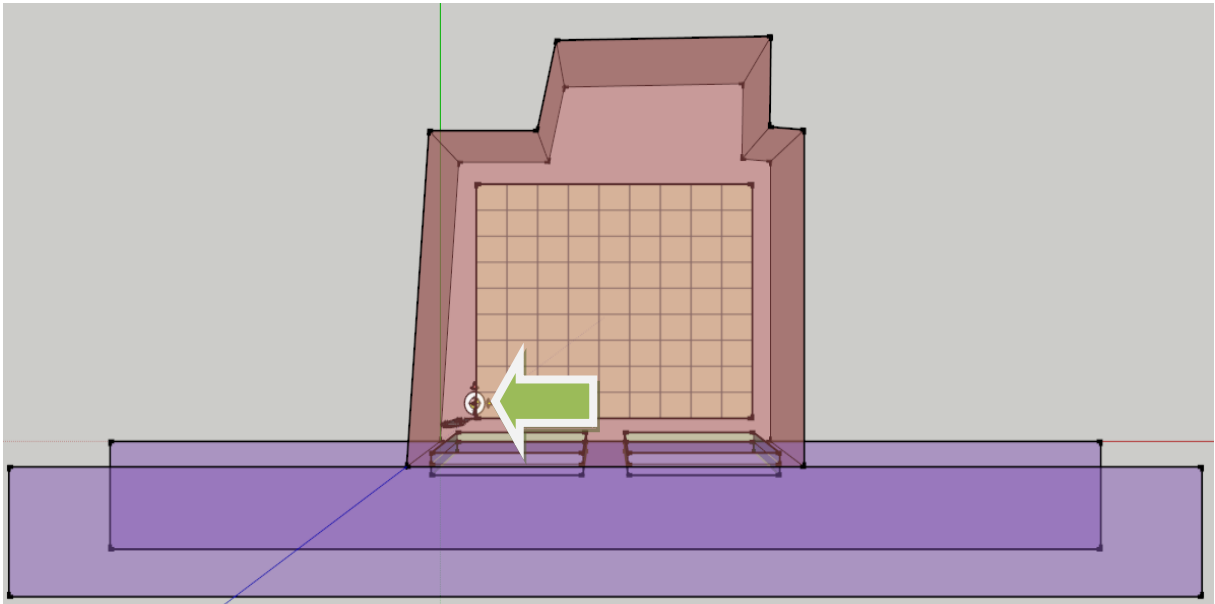
Εικ.3.28 Θέση 2 εξέτασης θάμβωσης_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση προγράμματος SketchUp



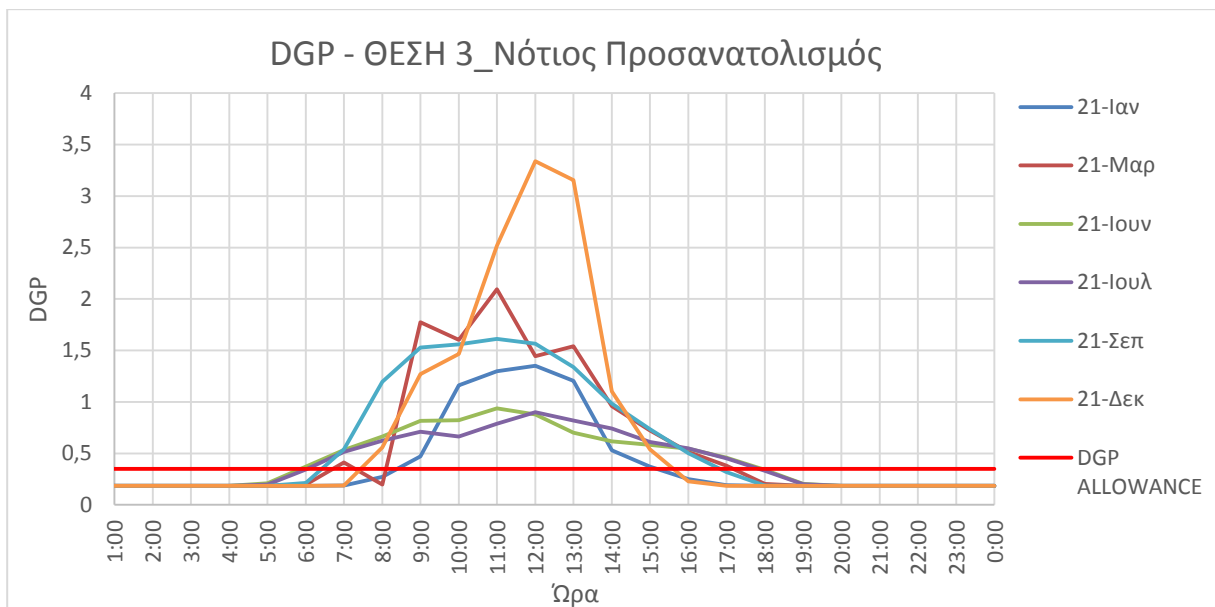
Εικ.3.29 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 2 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού

- Οι τιμές της θάμβωσης που σημειώνονται είναι αρκετά μεγαλύτερες του ανώτατου ορίου και για το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζόμενων ημερών.
- Οι τιμές για τη θέση 3 είναι σημαντικά υψηλότερες σε σχέση με αυτές της θέσης 1 λόγω μικρής απόστασής της από το παράθυρο.

Θέση 3



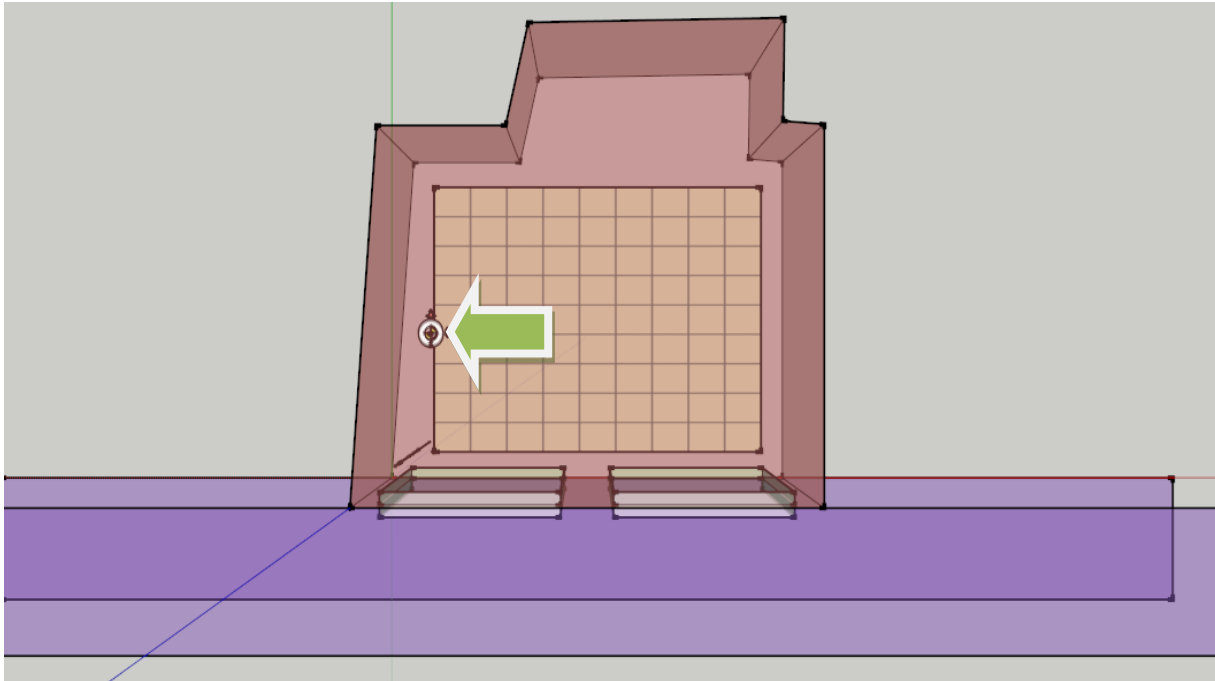
Εικ.3.30 Θέση 3 εξέτασης θάμβωσης_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση προγράμματος SketchUp.



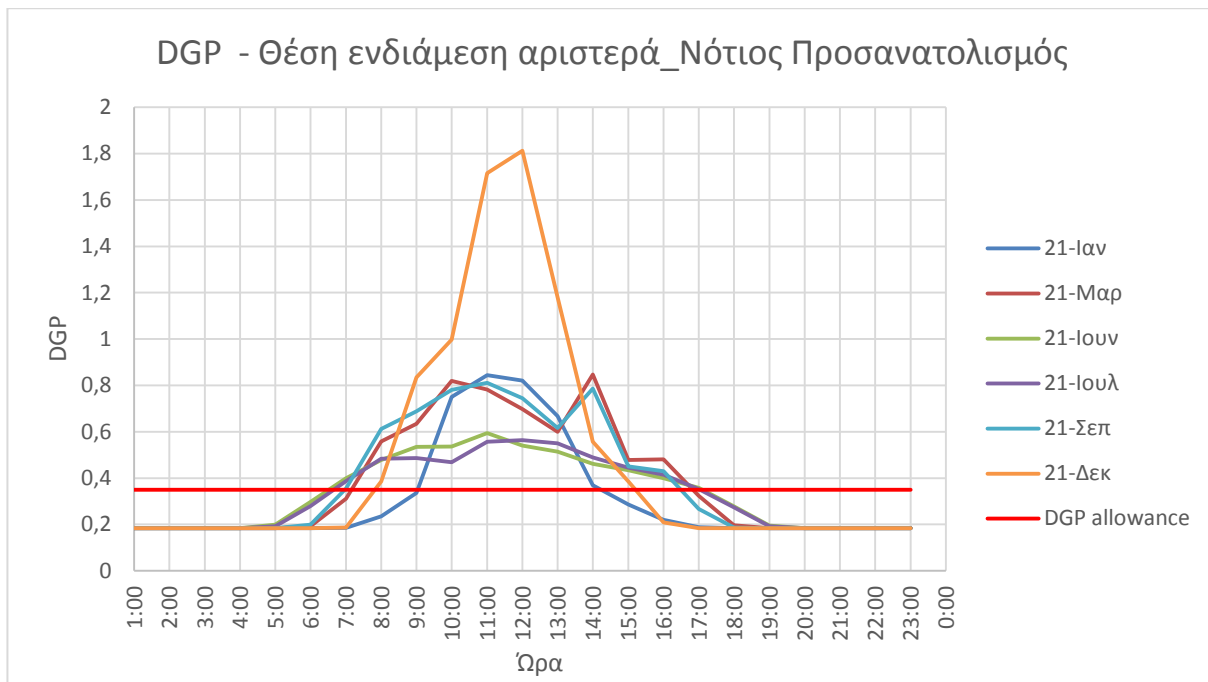
Εικ.3.31 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 3 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού

- Οι τιμές της θάμβωσης για κάθε εξεταζόμενη ημέρα και για το μεγαλύτερο ποσοστό τους, είναι σημαντικά υψηλότερες από τη μέγιστη.
- Το Δεκέμβρη σημειώνεται η μέγιστη τιμή και κατά τις μεσημεριανές ώρες οι τιμές της θάμβωσης πολύ υψηλές.

Θέση ενδιάμεση αριστερά



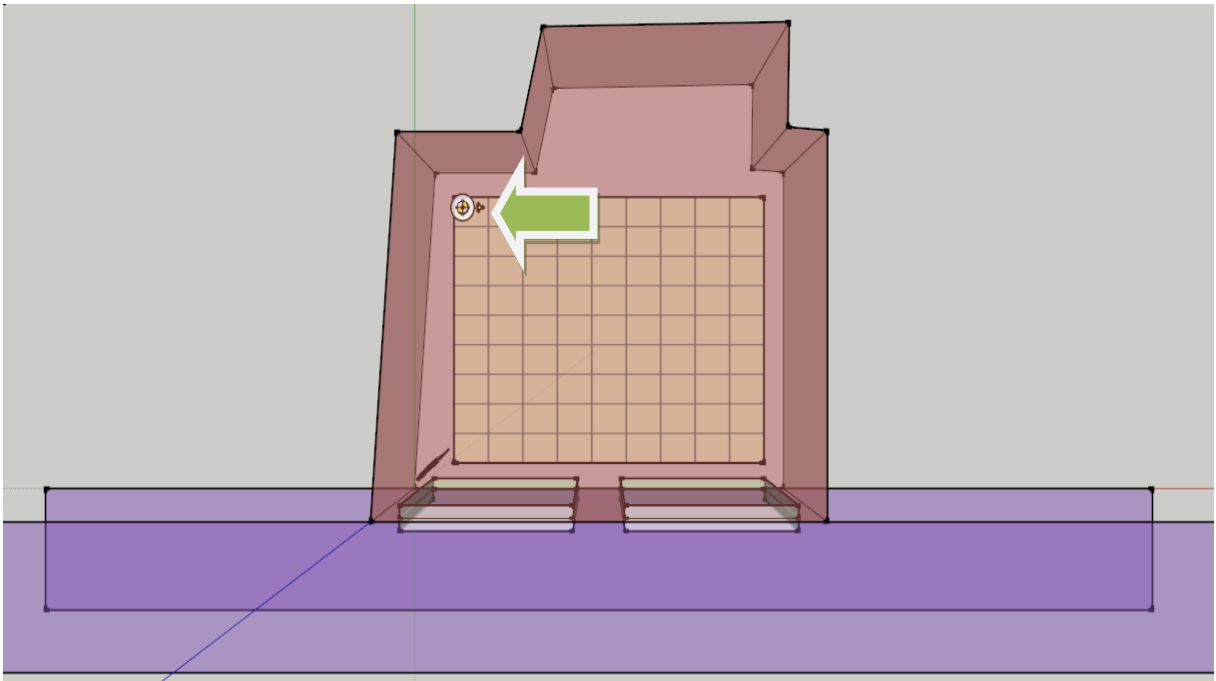
Εικ.3.32 Θέση ενδιάμεση αριστερά εξέτασης θάμβωσης_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση προγράμματος SketchUp.



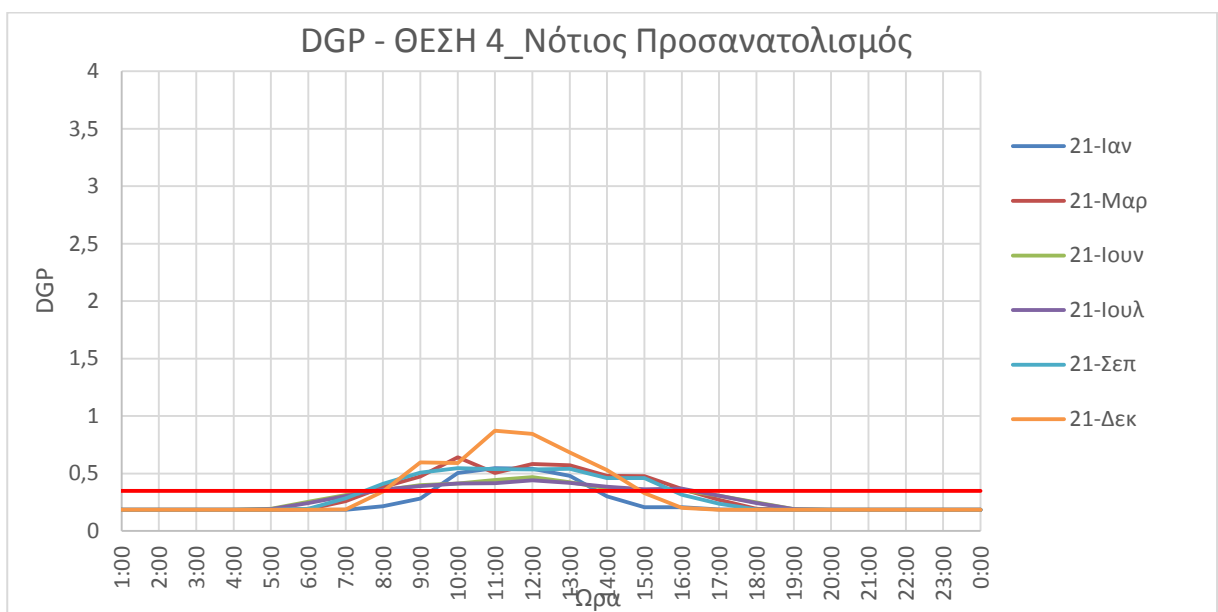
Εικ.3.33 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης ενδιάμεσης αριστερά υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και για τις μεσημεριανές ώρες.
- Οι τιμές που σημειώνονται για όλους τους εξεταζόμενους μήνες είναι υψηλότερες της επιθυμητής τιμής.
- Οι χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται για τους θερινούς μήνες που η θέση του ηλίου είναι ψηλότερη απ αυτή των χειμερινών μηνών.

Θέση 4



Εικ.3.34 Θέση 4 εξέτασης θάμβωσης_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση προγράμματος SketchUp.

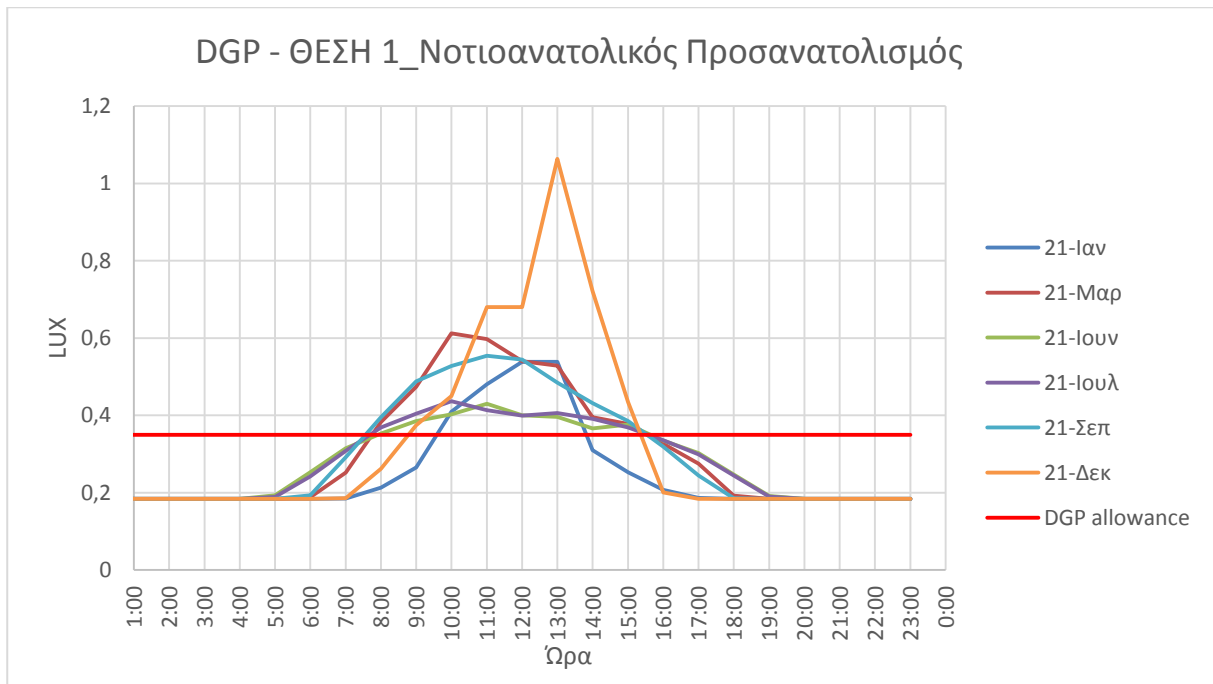


Εικ.3.35 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 4 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται και πάλι για το μήνα Δεκέμβριο και κατά τις μεσημεριανές ώρες.
- Οι τιμές και για τους υπόλοιπους μήνες υψηλότερες της μέγιστης τιμής αλλά και λίγο μεγαλύτερες από αυτές της θέσης 1 λόγω ανάκλασης που δημιουργεί η ύπαρξη τοίχου πολύ κοντά στην εξεταζόμενη θέση.

Νοτιοανατολικός Προσανατολισμός

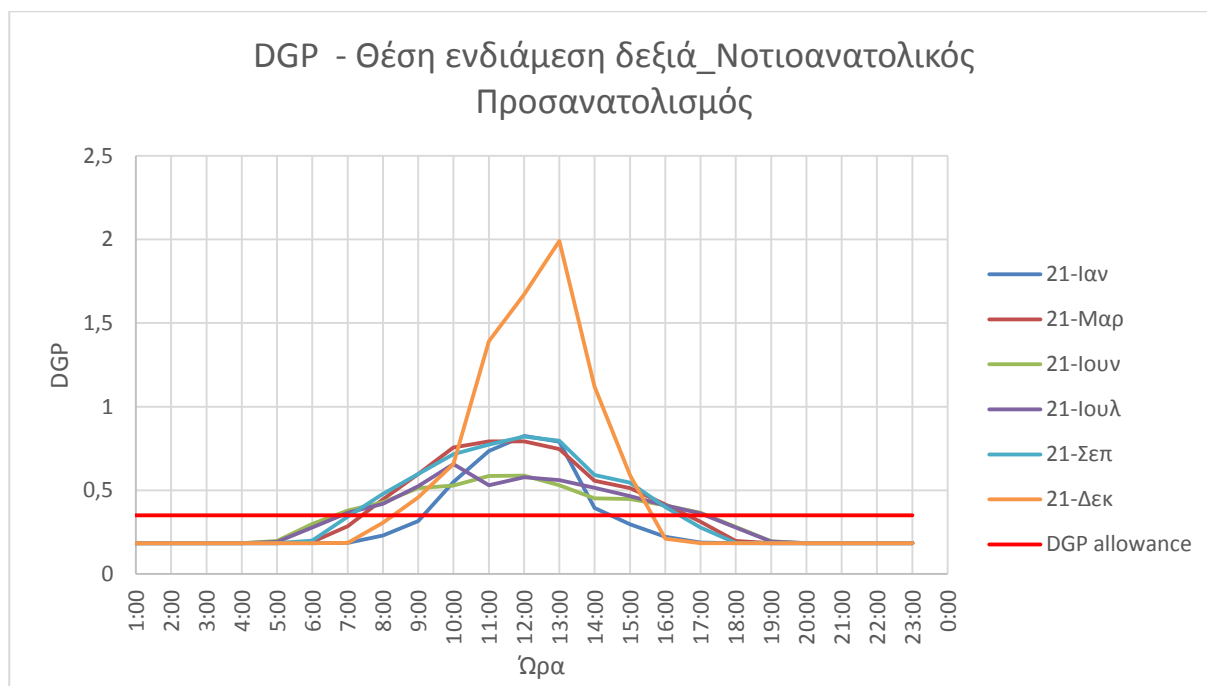
Θέση 1



Εικ.3.36 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 1 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Οι τιμές που σημειώνονται είναι σημαντικά μεγαλύτερες απ τη μέγιστη τιμή και για μεγάλο ποσοστό των εξεταζομένων ημερών.
- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται το μήνα Δεκέμβρη για τα μεσημεριανές ώρες.
- Οι τιμές που ξεπερνούν τη μέγιστη τιμή σημειώνονται νωρίτερα κατά τη διάρκεια της ημέρας σε σύγκριση με τον νότιο προσανατολισμό λόγω της τροχιάς του ηλίου.

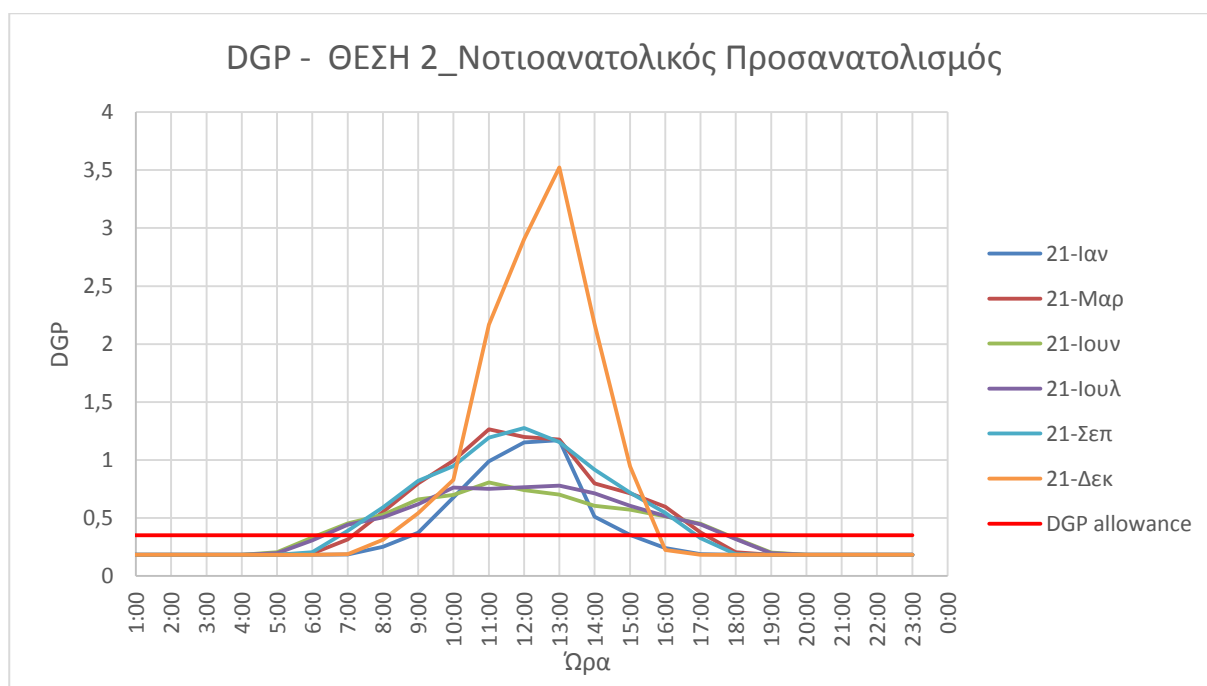
Θέση ενδιάμεση δεξιά



Εικ.3.37 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης ενδιάμεσης δεξιά υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού.

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και για τις μεσημεριανές ώρες.
- Οι τιμές που σημειώνονται για όλους τους εξεταζόμενους μήνες είναι υψηλότερες της επιθυμητής τιμής.
- Οι χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται για τους θερινούς μήνες που η θέση του ηλίου είναι ψηλότερη απ αυτή των χειμερινών μηνών.
- Οι τιμές που υπερβαίνουν την επιθυμητή τιμή σημειώνονται χρονικά νωρίτερα κατά τη διάρκεια της ημέρας σε σύγκριση με την αντίστοιχη θέση του θαλάμου νότιου προσανατολισμού, γεγονός που οφείλεται στην τροχιά κίνησης του ηλίου.

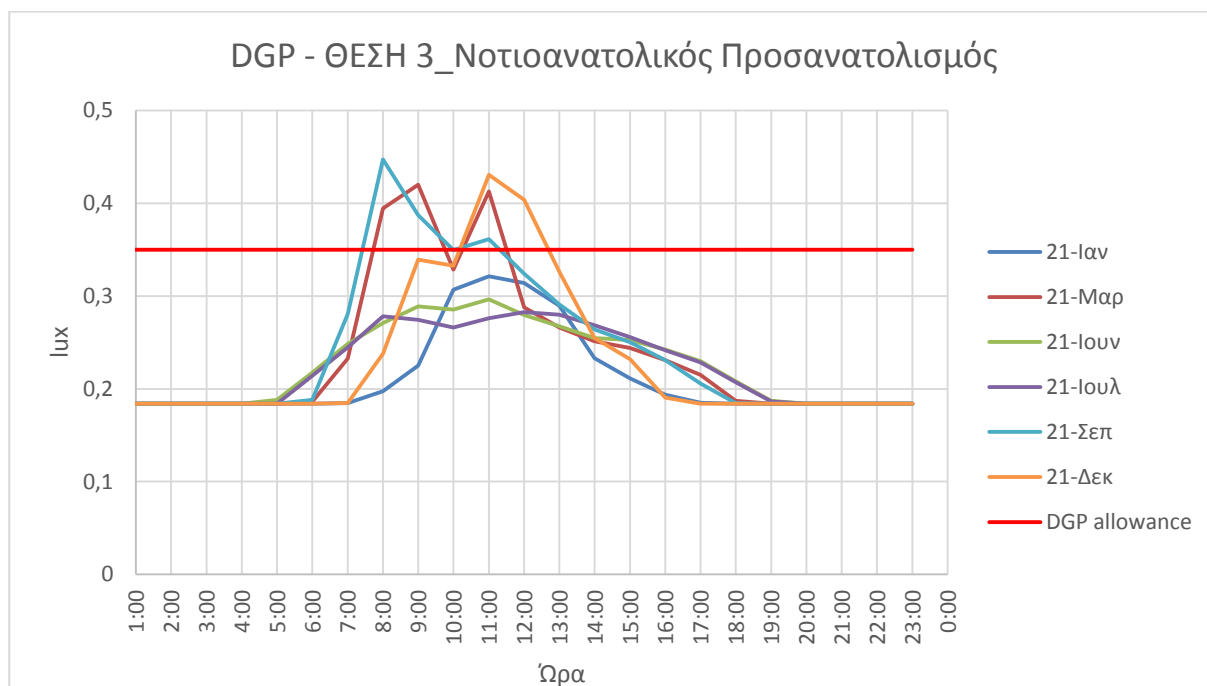
Θέση 2



Εικ.3.38 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 2 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και για τις μεσημεριανές ώρες.
- Για το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζόμενων ημερών οι τιμές θάμβωσης είναι σημαντικά υψηλότερες της μέγιστης.

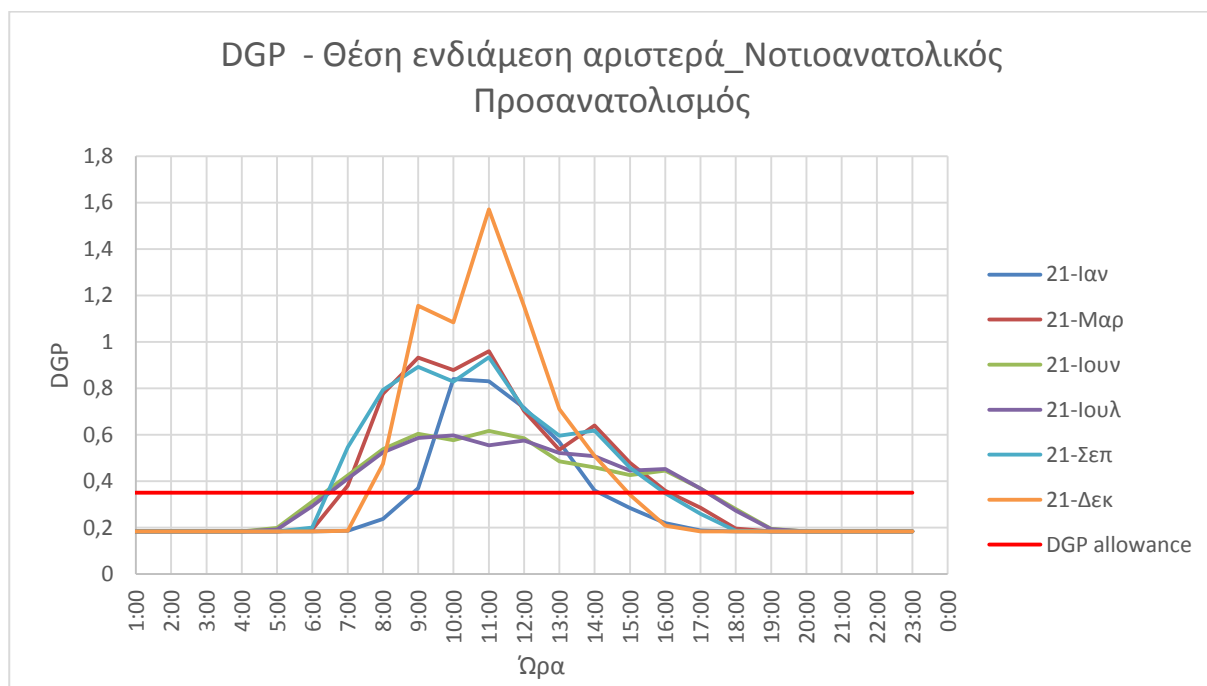
Θέση 3



Εικ.3.39 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 3 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Σεπτέμβρη και μάλιστα πρωινή ώρα που όμως είναι η ώρα με τη μέγιστη ένταση φυσικού φωτισμού για το συγκεκριμένο μήνα.
- Ιδιαίτερα υψηλές και σημαντικά μεγαλύτερες από τη μέγιστη και οι τιμές για τους μήνες Δεκέμβρη και Μάρτη, με τον τελευταίο να είναι και ο μήνας που είχε τη μεγαλύτερη τιμή άντλησης φυσικού φωτισμού.
- Οι τιμές όλων των εξεταζόμενων ημερών είναι ιδιαίτερα υψηλές λόγω της μικρής απόστασης της εξεταζόμενης θέσης από το παράθυρο.

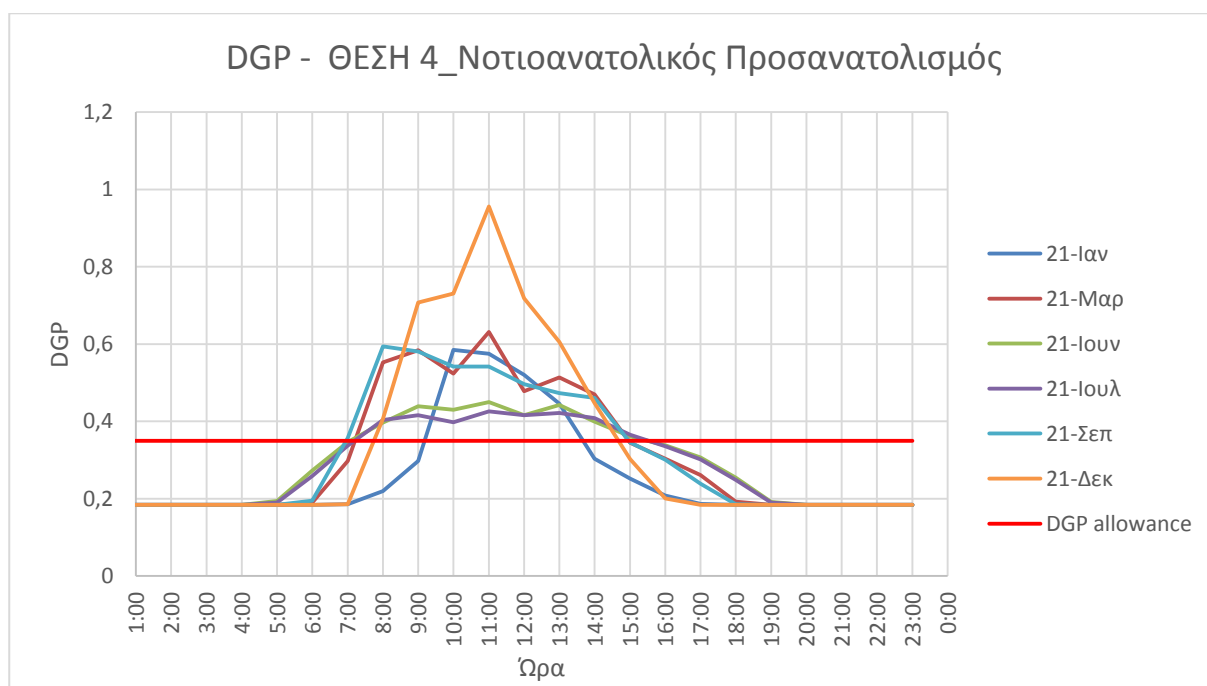
Ενδιάμεση θέση



Εικ.3.40 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης ενδιάμεσης αριστερά υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και για τις μεσημεριανές ώρες.
- Οι τιμές που σημειώνονται για όλους τους εξεταζόμενους μήνες είναι υψηλότερες της επιθυμητής τιμής.
- Οι χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται για τους θερινούς μήνες που η θέση του ηλίου είναι ψηλότερη απ αυτή των χειμερινών μηνών.

Θέση 4



Εικ.3.41 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 4 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται και πάλι για το μήνα Δεκέμβριο κατά τις μεσημεριανές ώρες.
- Οι τιμές θάμβωσης για όλους τους μήνες και για το μεγαλύτερο μέρος τους είναι σημαντικά μεγαλύτερες απ' τη μέγιστη τιμή.

Γενικά σχόλια:

- ❖ Οι τιμές θάμβωσης είναι σημαντικά υψηλότερες απ' τη μέγιστη και για μεγάλο ποσοστό των εξεταζόμενων ημερών, οπότε και κρίνεται απαραίτητη η λήψη μέτρων για τον περιορισμό του φαινομένου της ανυπόφορης θάμβωσης.

Συγκριτικός Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

Υφιστάμενη κατάσταση νότιος προσανατολισμός

- Οι μέγιστες τιμές θάμβωσης που σημειώνονται για το θάλαμο αυτού του προσανατολισμού είναι για το μήνα Δεκέμβριο και για τις θέσεις 2 και 3 των οποίων η απόσταση από το παράθυρο είναι μικρή.
- Στη δεξιά πλευρά του θαλάμου σημειώνεται μείωση της θάμβωσης σε σχέση με την απόσταση της θέσης εξέτασης από το παράθυρο με τη μεγαλύτερη διαφορά στις μέγιστες τιμές να σημειώνεται μεταξύ της θέσης 1 και 2 της τάξης του 77%
- Στην αριστερή πλευρά του θαλάμου παρατηρείται μείωση της θάμβωσης σε σχέση με την απόσταση από το παράθυρο της θέσης εξέτασης για τις θέσεις 4 και την ενδιάμεση αριστερά θέση.
- Αξίζει να σημειωθεί ότι για τη συγκεκριμένη γωνία του νοτιοανατολικού προσανατολισμού η θέση 3 παρόλο που είναι δίπλα στο παράθυρο παρουσιάζει τιμές θάμβωσης μικρότερες από τις αντίστοιχες τιμές της ίδιας πλευράς που έχουν μεγαλύτερη απόσταση από το παράθυρο.

Υφιστάμενη κατάσταση νοτιοανατολικός προσανατολισμός.

- Οι μέγιστες τιμές που σημειώνονται για το θάλαμο αυτού του προσανατολισμού είναι για το μήνα Δεκέμβριο και για τα θέσεις 2 και 4 των οποίων η απόσταση αντίστοιχα από το παράθυρο και από επιφάνεια τοίχου στην οποία ανακλάται το εισερχόμενο φως είναι μικρή.
- Στη δεξιά μεριά του θαλάμου παρατηρείται πως καθώς αυξάνεται η απόσταση από το παράθυρο μειώνεται η θάμβωση. Συγκεκριμένα μεταξύ των μέγιστων τιμών της θέσης δίπλα στο παράθυρο (θέση 2) και της πιο απομακρυσμένης για τη δεξιά μεριά (θέση 1) παρατηρείται σημαντική διαφορά με της τάξης του 65%
- Στην αριστερή πλευρά του θαλάμου όμως δεν παρατηρείται συνεχής μείωση της θάμβωσης σε σχέση με την απόσταση από το παράθυρο. Ενώ μεταξύ της θέσης 3 και της ενδιάμεσης αριστερά θέσης σημειώνεται μείωση δεν συμβαίνει το ίδιο και μεταξύ της θέσης 3 και 4. Στη θέση 4 σημειώνονται πολύ υψηλότερες τιμές θάμβωσης από αυτές της θέσης 1 για κοινή απόσταση τους από το παράθυρο. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε ανάκλαση του φωτός σε επιφάνεια τοίχου η οποία βρίσκεται πολύ κοντά στη θέση που έχουμε τοποθετήσει τους σένσορες.

Συγκρίσεις προσανατολισμών για την υφιστάμενη κατάσταση

- Οι τιμές θάμβωσης που σημειώνονται για το Νότιο Προσανατολισμό είναι υψηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές για το θάλαμο του Νοτιοανατολικού προσανατολισμού.
- Οι μέγιστες τιμές θάμβωσης για το θάλαμο του νοτιοανατολικού προσανατολισμού σημειώνονται νωρίτερα μέσα στη διάρκεια της εξεταζόμενης μέρας απ' ότι οι αντίστοιχες τιμές του θαλάμου του νότιου προσανατολισμού

3.3.3 Δυναμικοί Δείκτες Φυσικού Φωτός

Επιπροσθέτως, 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 Ωφέλιμου Φυσικού Φωτισμού (Useful Daylight Illuminance, UDI).

Νότιος Προσανατολισμός

Θέση 4				Θέση 1			
DA	3786,97	4685	0,808	DA	3788,01	4685	0,809
conDA	3987,66	4685	0,851	conDA	3988,2	4685	0,851
UDI	1799,54	4685	0,384	UDI	1796,14	4685	0,383
Θέση ενδιάμεση αριστερά				Θέση ενδιάμεση δεξιά			
DA	3786,70	4685,00	0,808	DA	3786,43	4685	0,808
conDA	3987,65	4685,00	0,851	conDA	3987,274	4685	0,851
UDI	1795,17	4685,00	0,383	UDI	1813,87	4685	0,387
Θέση 3				Θέση 2			
DA	3791,28	4685	0,809	DA	3787,6	4685	0,808
conDA	3988,812	4685	0,851	conDA	3987,39	4685	0,851
UDI	1796,43	4685	0,383	UDI	1825,82	4685	0,390

Εικ.3.42 Πίνακας των δεικτών απόδοσης υφιστάμενης κατάστασης θαλάμου νότιου προσανατολισμού

Νοτιοανατολικός Προσανατολισμός

Θέση 4				Θέση 1			
DA	3776,3	4685	0,806	DA	3772,22	4685	0,805
conDA	3983,55	4685	0,850	conDA	3982,277	4685	0,850
UDI	1797,2	4685	0,384	UDI	1822,51	4685	0,389
Θέση ενδιάμεση αριστερά				Θέση ενδιάμεση δεξιά			
DA	3776,83	4685	0,81	DA	3777,85	4685	0,806
conDA	3983,99	4685	0,85	conDA	3984,259	4685	0,850
UDI	1797,13	4685	0,38	UDI	1799,33	4685	0,384
Θέση 3				Θέση 2			
DA	3777,75	4685	0,806	DA	3775,34	4685	0,806
conDA	3984,34	4685	0,850	conDA	3983,056	4685	0,850
UDI	1795,24	4685	0,383	UDI	1815,64	4685	0,388

Εικ.3.43 Πίνακας των δεικτών απόδοσης υφιστάμενης κατάστασης θαλάμου νοτιοανατολικού προσανατολισμού

Σημείωση: στον παραπάνω πίνακα, για κάθε θέση υπάρχουν τρεις στήλες. Η πρώτη είναι οι τιμές των Δεικτών, η δεύτερη οι συνολικές τιμές των Δεικτών στην εξεταζόμενη θερμική ζώνη (δηλαδή, στο θάλαμο νοσηλείας) και η τρίτη (η κυριότερη προς έλεγχο) ο λόγος των δύο προηγούμενων, δηλαδή το ποσοστό εκπλήρωσης του καθενός.

Γενικά σχόλια:

- Πολύ 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 και για τους δύο εξεταζόμενους προσανατολισμούς που προκαλούν δυσφορία.

Συγκριτικός Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

Υφιστάμενη κατάσταση νότιος και νοτιοανατολικός προσανατολισμός

- Οι τιμές των δυναμικών δεικτών φυσικού φωτισμού παρουσιάζουν ελάχιστη μείωση καθώς αυξάνεται η απόσταση της θέσης εξέτασης από το παράθυρο αλλά πρακτικώς παραμένουν σταθερές.

Συγκρίσεις προσανατολισμών για την υφιστάμενη κατάσταση

- Παρατηρούνται πρακτικώς ίδιες τιμές των δυναμικών δεικτών φυσικού φωτός που όμως μπορούμε να ισχυριστούμε ότι διαφέρουν στο τρίτο δεκαδικό ψηφίο με τις τιμές για το νοτιοανατολικό προσανατολισμό να είναι -όπως ήταν αναμενόμενο- μικρότερες από τις αντίστοιχες του νότιου προσανατολισμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΠΡΩΤΗ ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ

Στην υφιστάμενη κατάσταση παρατηρήθηκαν τιμές έντασης φυσικού φωτισμού και θάμβωσης πολύ υψηλότερες των μέγιστων επιτρεπτών ορίων, οι οποίες προκαλούν θερμική και οπτική δυσφορία. Έτσι, με στόχο τον περιορισμό της έντασης φυσικού φωτός και θάμβωσης και διατηρώντας την αυτονομία φυσικού φωτός του θαλάμου, προτάθηκαν **μέτρα βελτίωσης της υφιστάμενης κατάστασης**.

Έτσι ως πρώτο βήμα βελτίωσης προτείνεται:

η **αλλαγή του θαλάμου από εξάκλινο σε τετράκλινο** σύμφωνα με τις σύγχρονες τάσεις σχεδιασμού μονάδων νοσηλείας. Το μέτρο αυτό στοχεύει στην παροχή υπηρεσιών υψηλότερου επιπέδου. Τα ψυχολογικά οφέλη που παρατηρούνται, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, στους ασθενείς επιδρούν θετικά στη διαδικασία ανάρρωσής τους επιταχύνοντάς τη σημαντικά.

μείωση της ανακλαστικότητας των τοίχων και του πατώματος με στόχο τη μείωση των επιπέδων έντασης φυσικού φωτισμού. Οι τιμές της οροφής και των εξωτερικών τοιχωμάτων παρέμειναν ίδιες με αυτές της υφιστάμενης κατάστασης.

- Επίχρισμα-Ασβεστοκονίαμα εσωτερικού τοίχου:60%
- Επίχρισμα-Ασβεστοκονίαμα εξωτερικού τοίχου:30%
- Επίχρισμα-Ασβεστοκονίαμα οροφής:85%
- Επίχρισμα-Ασβεστοκονίαμα δαπέδου:20%

αλλαγή στη σύνθεση των υαλοπινάκων από τζάμι-αέρας-τζάμι σε τζάμι-αργό-τζάμι αλλά και των ειδικών χαρακτηριστικών τους. Τα νέα χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων είναι:

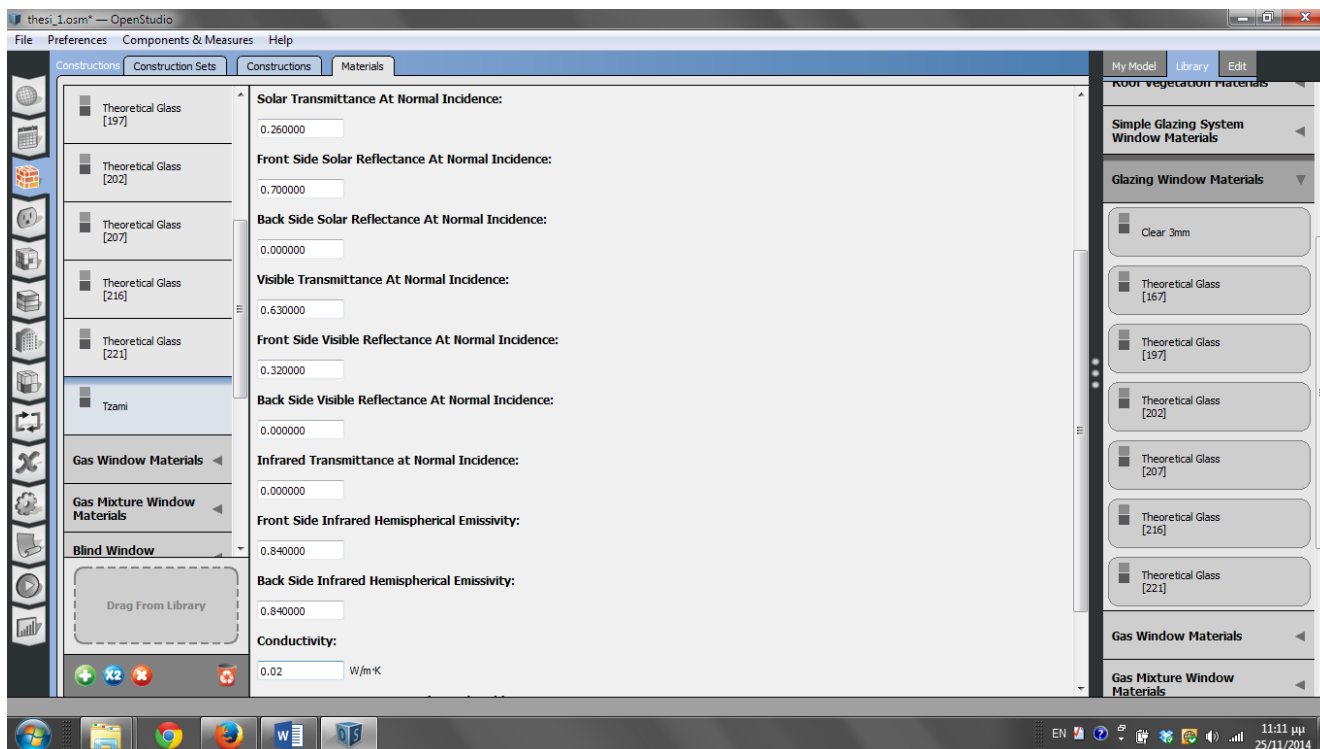
U-factor: 0,43

Solar Heat Gain Coefficient (SHGC): 0,26

Visual Transmittance (VT): 0,63

Double low-e coating

Gas: Argon



Εικ.4.1 Τα νέα χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων

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)

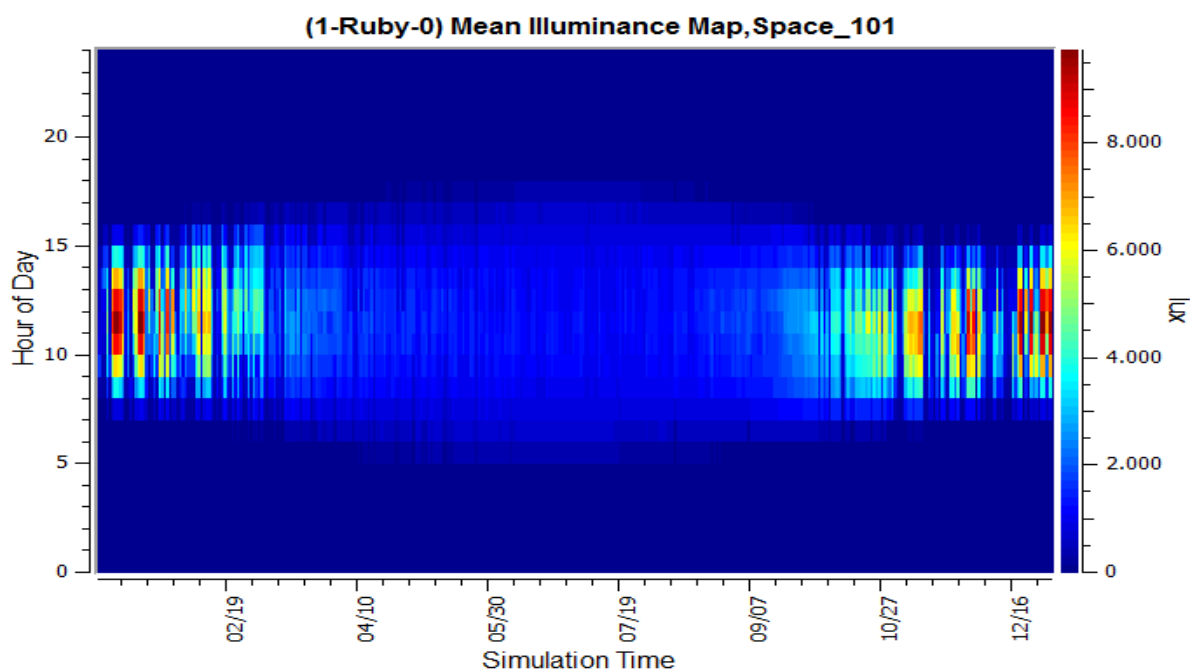
Τιμές 100 – 500 lux θεωρούνται επαρκείς για τις περισσότερες δραστηριότητες (με το φυσικό φωτισμό να αποτελεί είτε μοναδική πηγή είτε συμπληρωματική του τεχνητού φωτισμού)

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

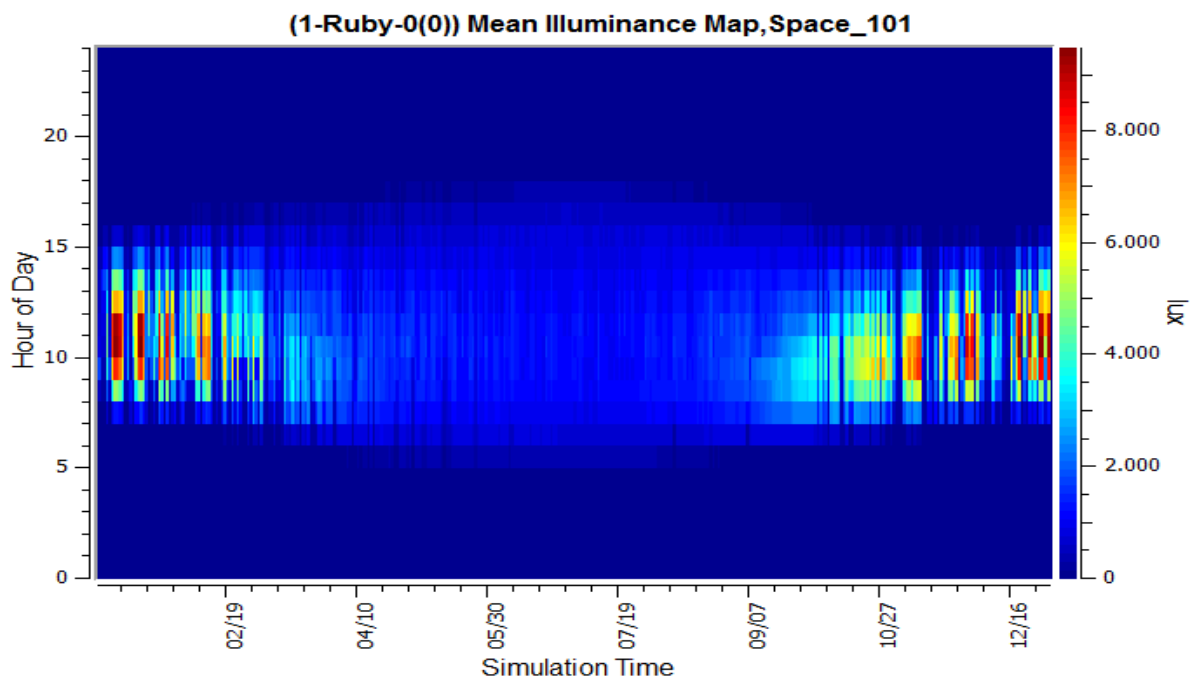
Αποτελέσματα προσομοίωσης

Νότιος Προσανατολισμός



Εικ.4.2 Mean illuminance Map θαλάμου νότιου προσανατολισμού βελτίωσης 1. Χρήση προγράμματος Radiance.

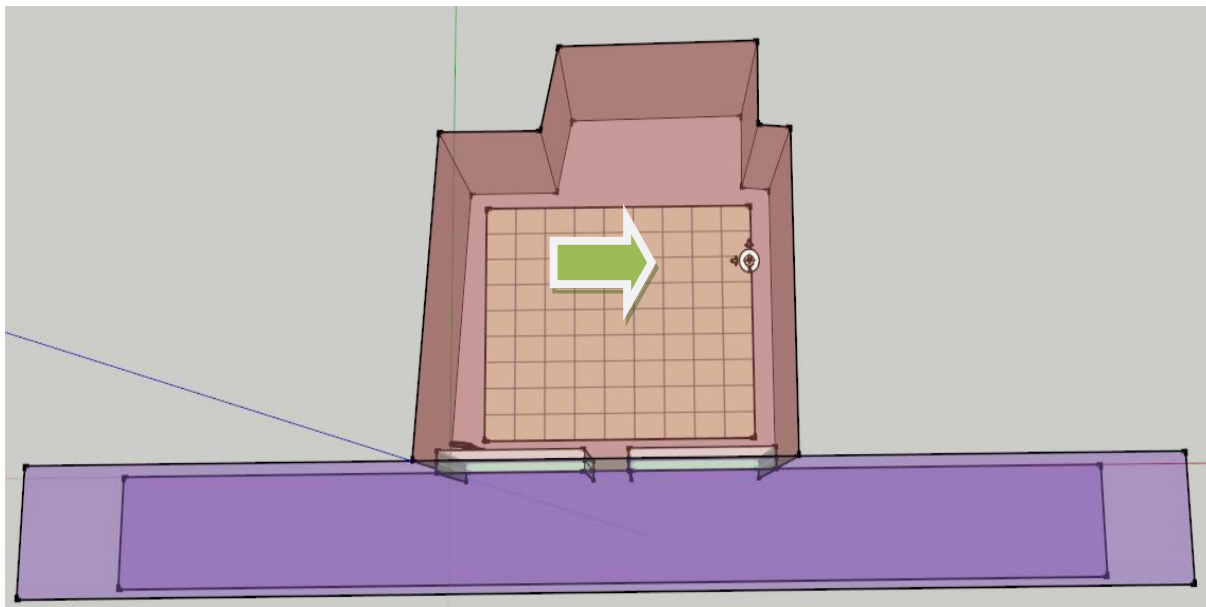
Νοτιοανατολικός Προσανατολισμός



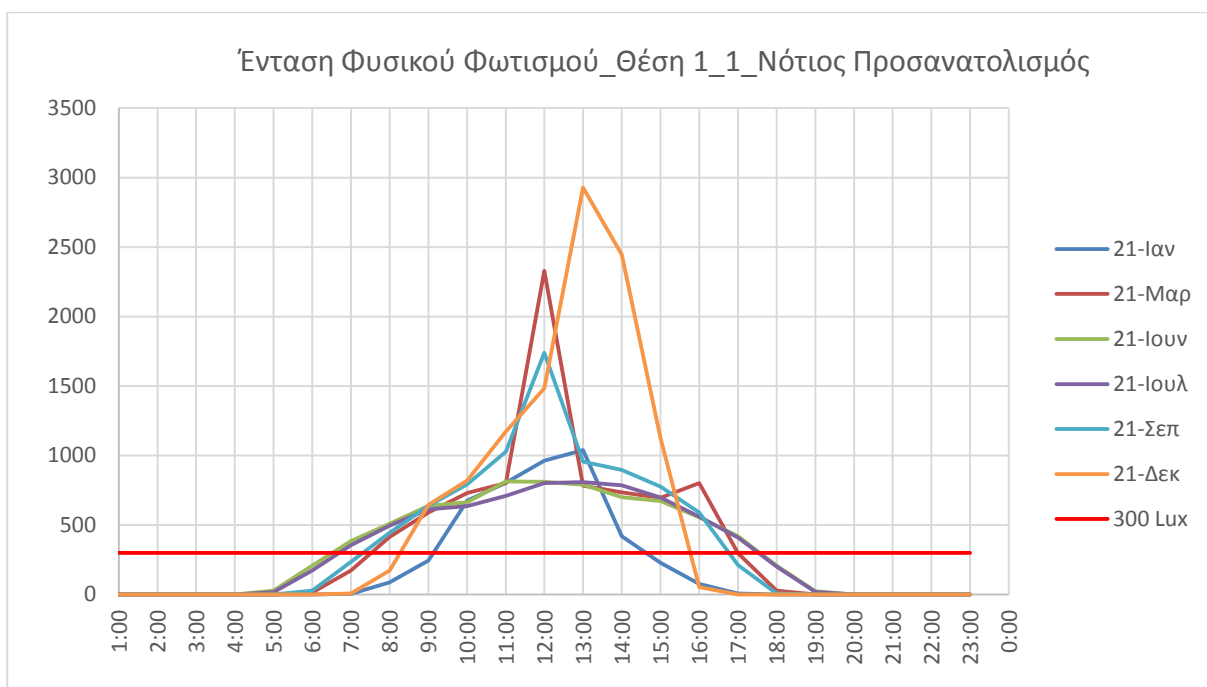
Εικ.4.3 Mean illuminance Map θαλάμου νοτιοανατολικού προσανατολισμού βελτίωσης 1. Χρήση προγράμματος Radiance.

4.1 Ένταση Φυσικού Φωτισμού (DSI)

Θέση 1



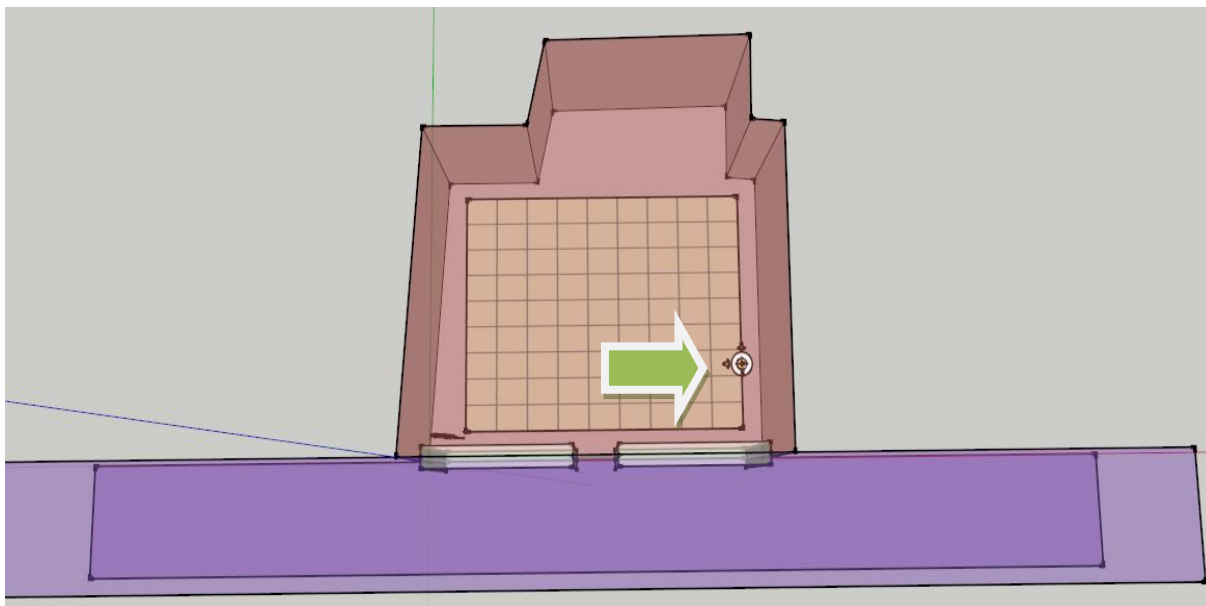
Εικ.4.4 Θέση 1 εξέτασης έντασης φυσικού φωτός_ βελτίωση 1. Χρήση του προγράμματος SketchUp.



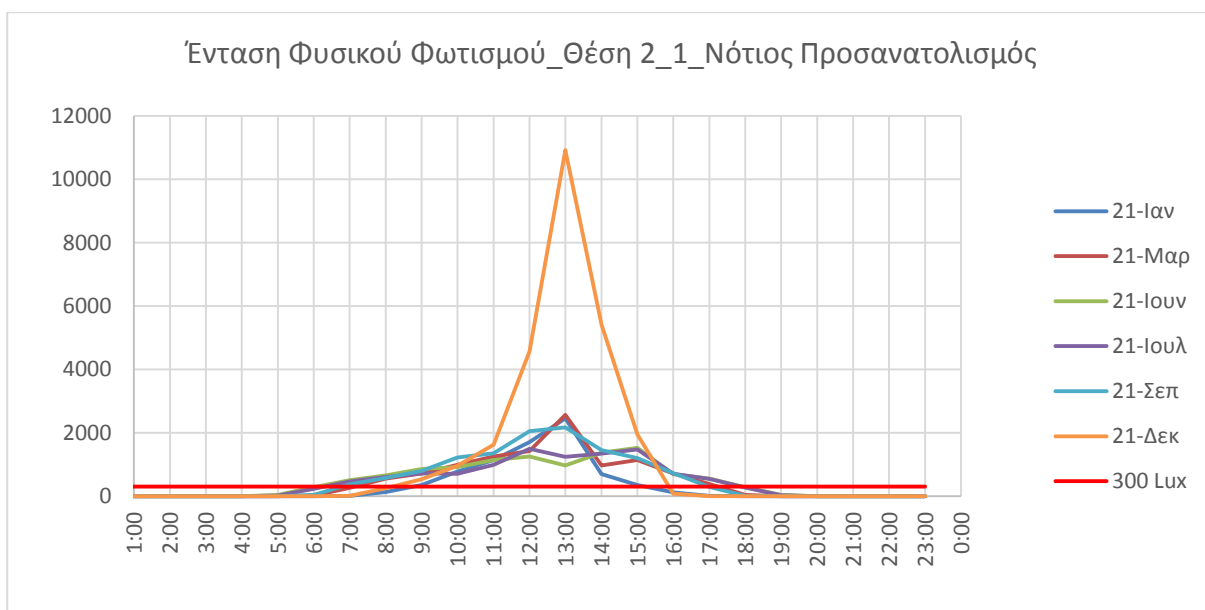
Εικ.4.5 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 1 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή παρατηρείται για το μήνα Δεκέμβριο και για τις μεσημεριανές ώρες και είναι υψηλότερη από τη μέγιστη επιθυμητή τιμή.
- Για το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζομένων ημερών οι τιμές φυσικού φωτισμού είναι μεγαλύτερες από το ελάχιστο όριο

Θέση 2



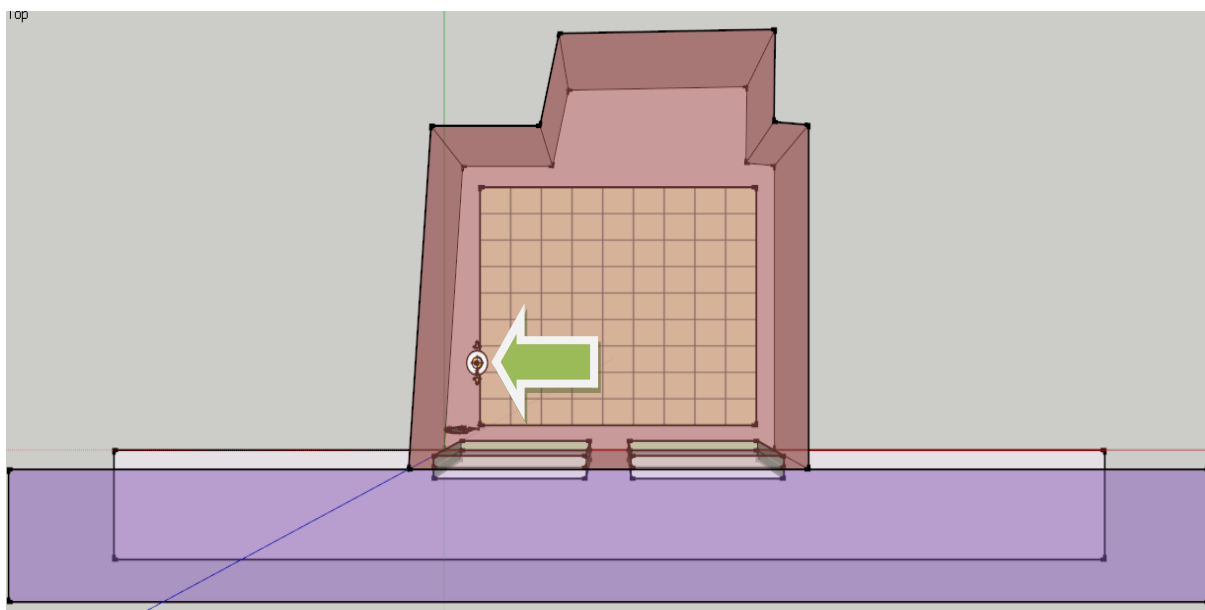
Εικ.4.6 Θέση 2 εξέτασης έντασης φυσικού φωτός_ βελτίωση 1. Χρήση του προγράμματος SketchUp.



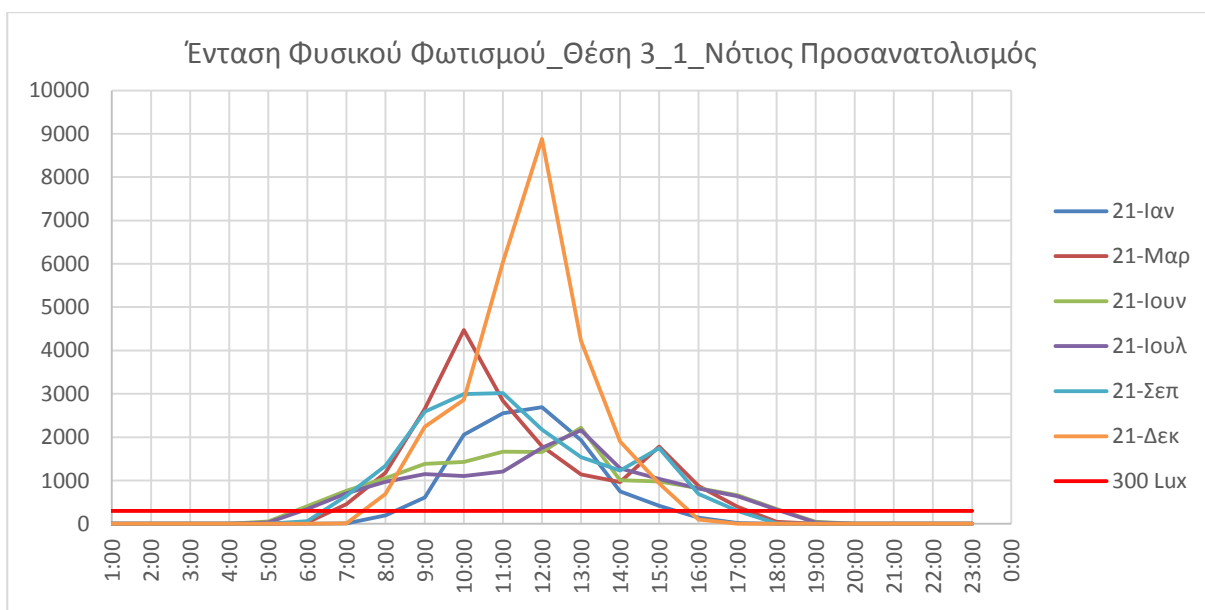
Εικ.4.7 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 2 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή παρατηρείται για το μήνα Δεκέμβριο και για τις μεσημεριανές ώρες. Η τιμή αυτή είναι σημαντικά μεγαλύτερη από το ανώτατο όριο
- Για το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζομένων ημερών οι τιμές φυσικού φωτισμού είναι μεγαλύτερες από το ελάχιστο όριο

Θέση 3



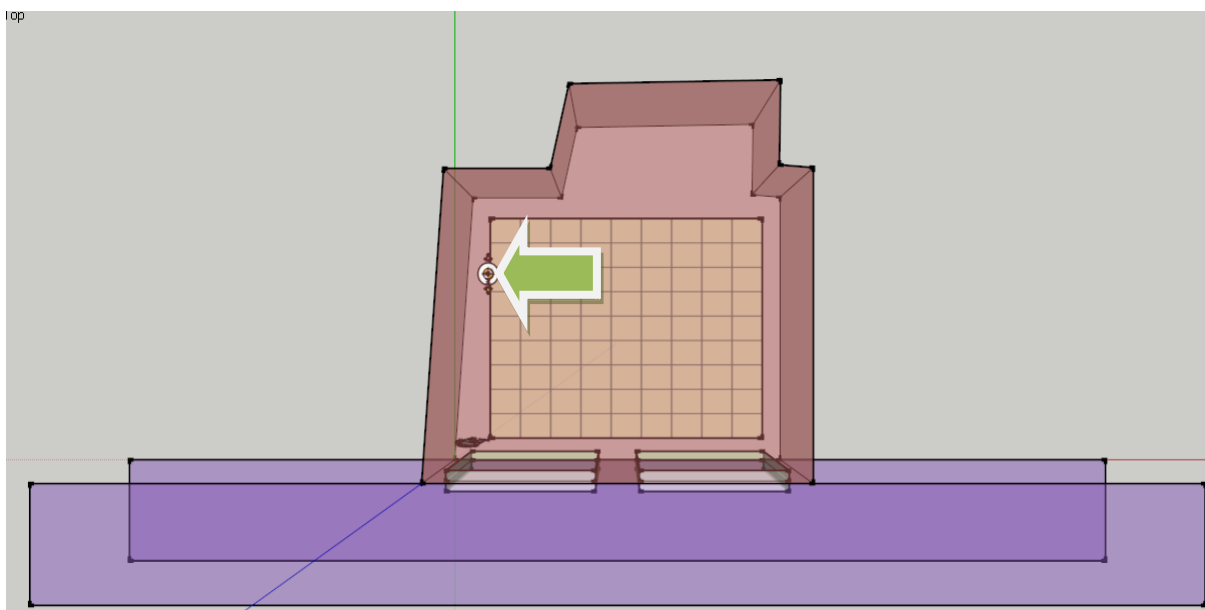
Εικ.4.8 Θέση 3 εξέτασης έντασης φυσικού φωτός_ βελτίωση 1. Χρήση του προγράμματος SketchUp.



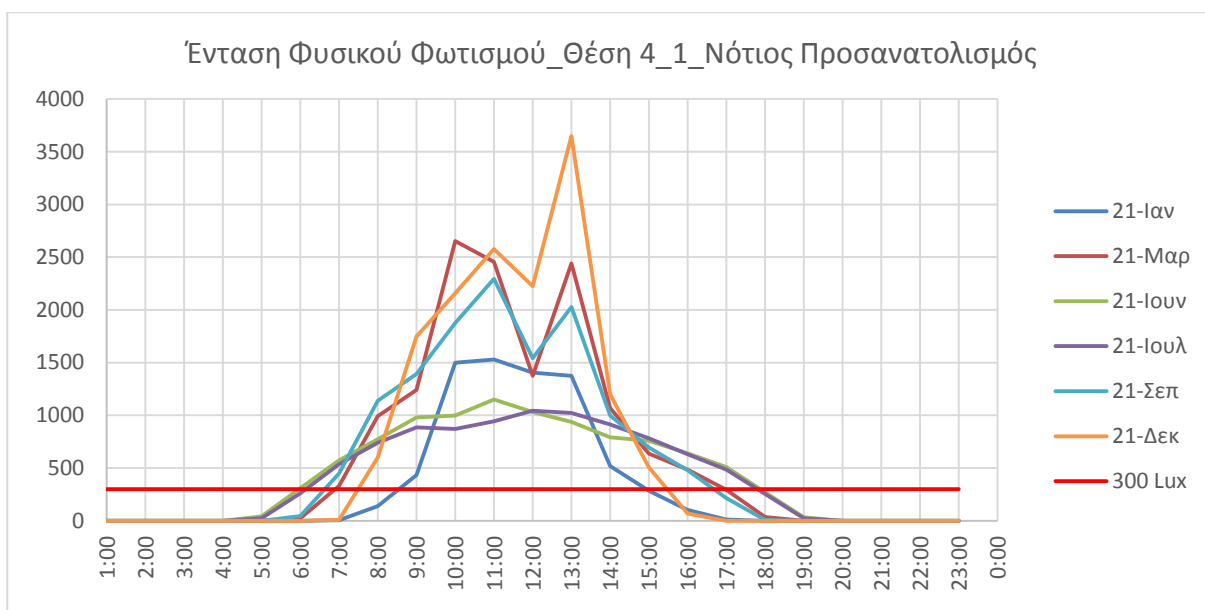
Εικ.4.9 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 3 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή παρατηρείται για το μήνα Δεκέμβριο και σε παρόμοια επίπεδα με τη μέγιστη τιμή της θέσης 2. Οι τιμές αυτές αρκετά μεγαλύτερες της μέγιστης τιμής της θέσης 1 λόγω μικρότερης απόστασης τους από το παράθυρο.
- Για το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζομένων ημερών οι τιμές της έντασης φυσικού φωτισμού είναι μεγαλύτερες απ τη μέγιστη τιμή.

Θέση 4



Εικ.4.10 Θέση 4 εξέτασης έντασης φυσικού φωτός_βελτίωση 1

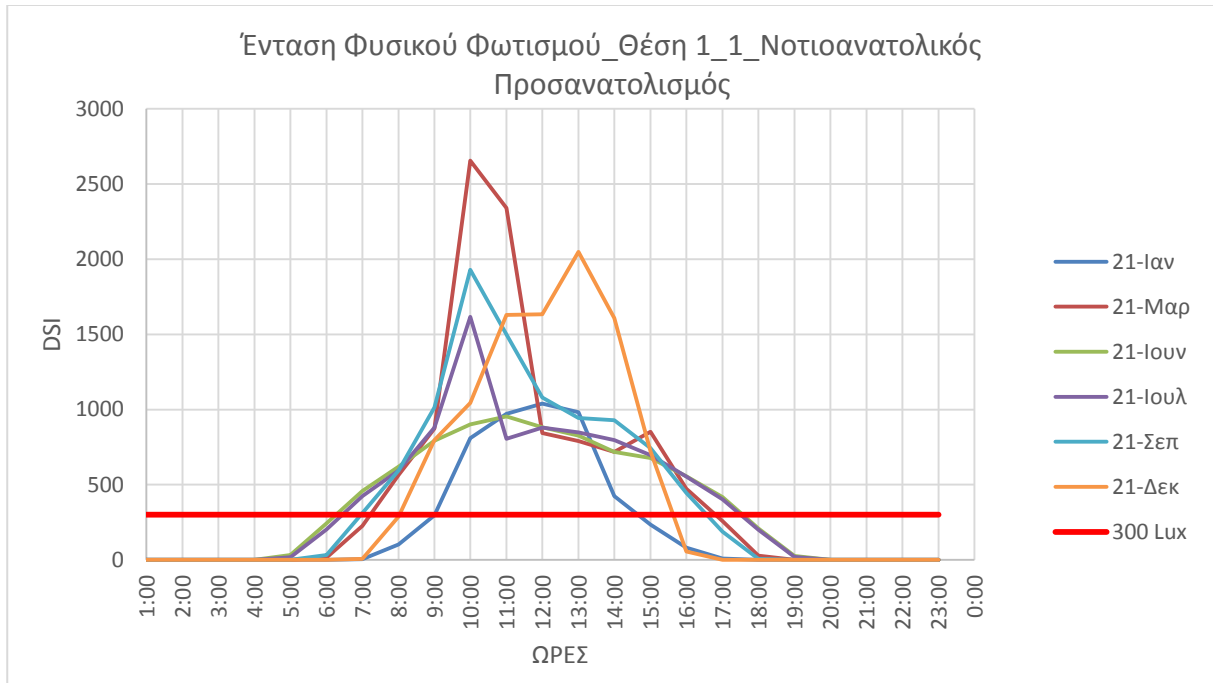


Εικ.4.11 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 4 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή παρατηρείται για το μήνα Δεκέμβρη τις μεσημεριανές ώρες και ξεπερνά τη μέγιστη τιμή.
- Για το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζομένων ημερών οι τιμές έντασης φυσικού φωτισμού είναι εντός των επιθυμητών ορίων όμως για αρκετό χρονικό διάστημα οι τιμές για τους μήνες Δεκέμβρη και Μάρτιο είναι σημαντικά μεγαλύτερες από τη μέγιστη τιμή και προκαλούν οπτική η θερμική δυσφορία.

Νοτιοανατολικός Προσανατολισμός

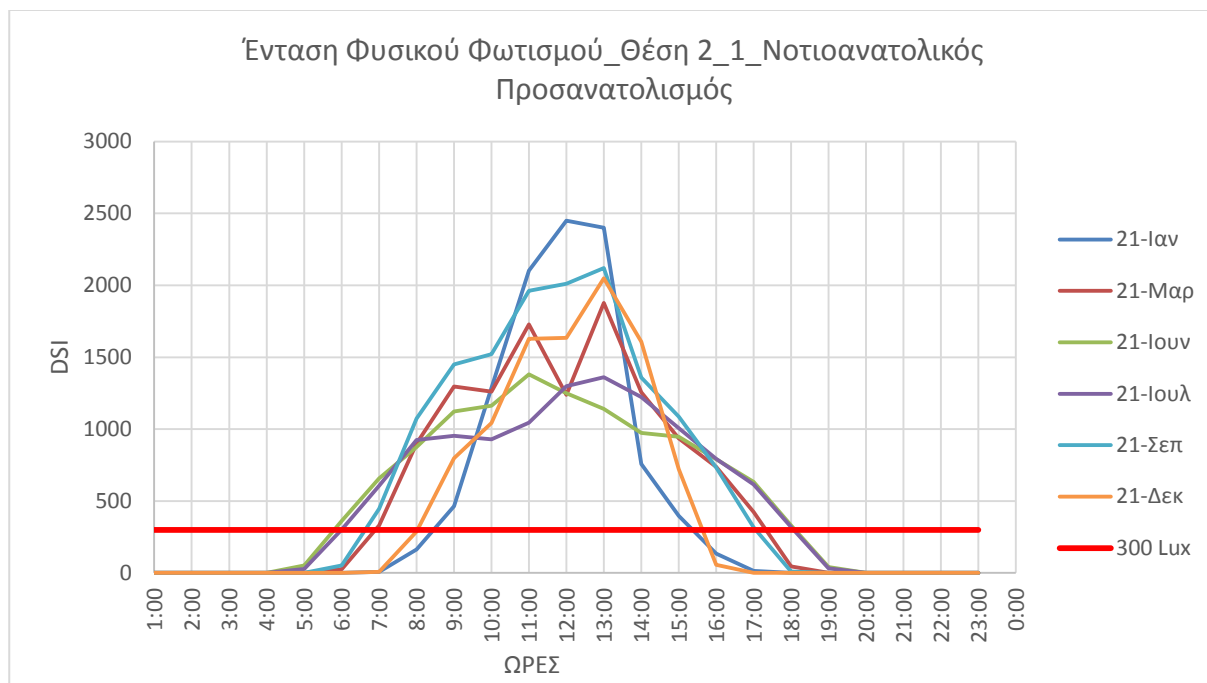
Θέση 1



Εικ.4.12 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 1 βελτίωσης 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Μάρτιο και είναι μεγαλύτερη της μέγιστης τιμής.
- Για όλες τις υπόλοιπες εξεταζόμενες ημερομηνίες οι τιμές έντασης φυσικού φωτισμού που σημειώνονται είναι εντός των επιθυμητών ορίων.

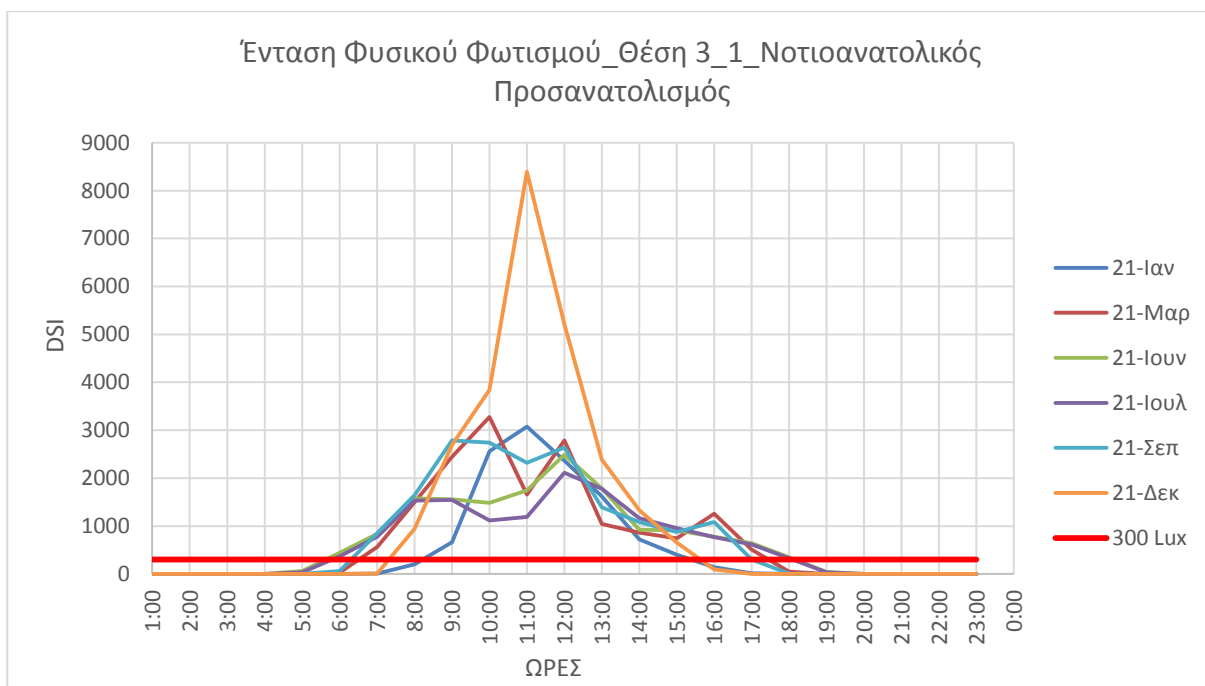
Θέση 2



Εικ.4.13 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 2 βελτίωσης 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Ιανουάριο και είναι λίγο μεγαλύτερη από αυτή του μήνα Δεκέμβρη και ισούται με τη μέγιστη επιθυμητή τιμή.
- Για τις υπόλοιπες ημερομηνίες που εξετάστηκαν και για το μεγαλύτερο ποσοστό της ημέρας οι τιμές έντασης φυσικού φωτισμού κινούνται εντός των επιθυμητών ορίων.

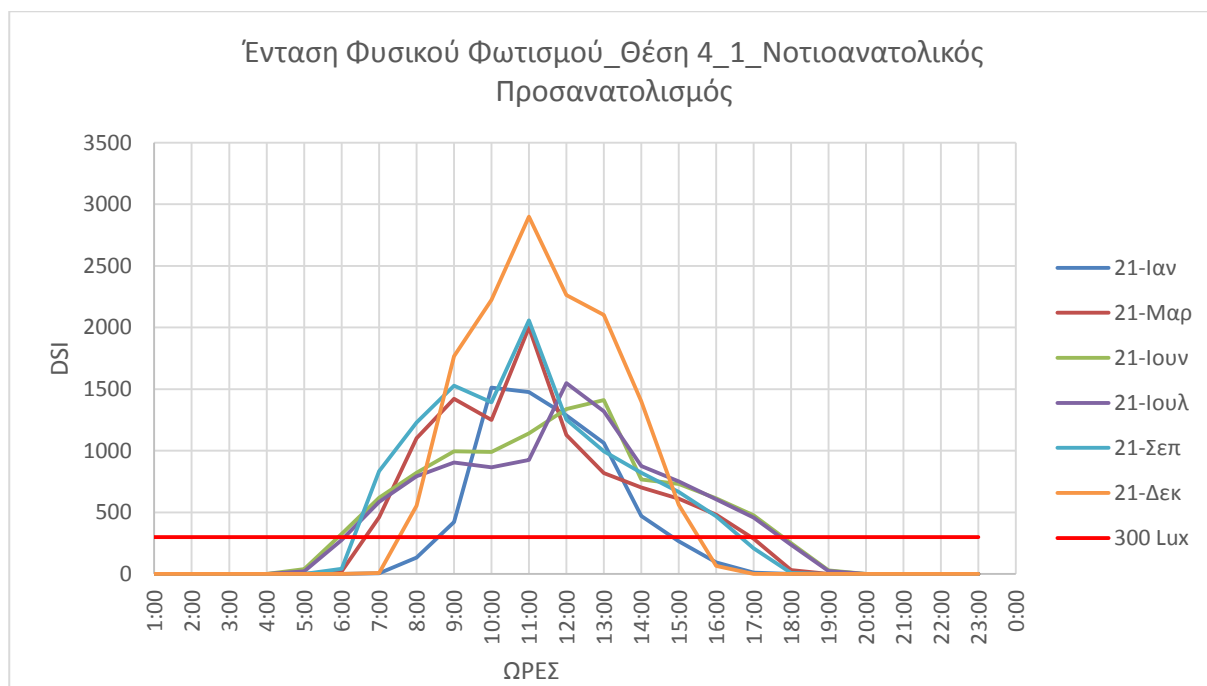
Θέση 3



Εικ.4.14 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 3 βελτίωσης 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και είναι κατά πολύ μεγαλύτερη της μέγιστης τιμής των 2000lux.
- Για το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζόμενων ημερομηνιών παρατηρούνται τιμές μεγαλύτερες της μέγιστης τιμής που δημιουργούν προβλήματα θερμικής και οπτικής άνεσης.

Θέση 4



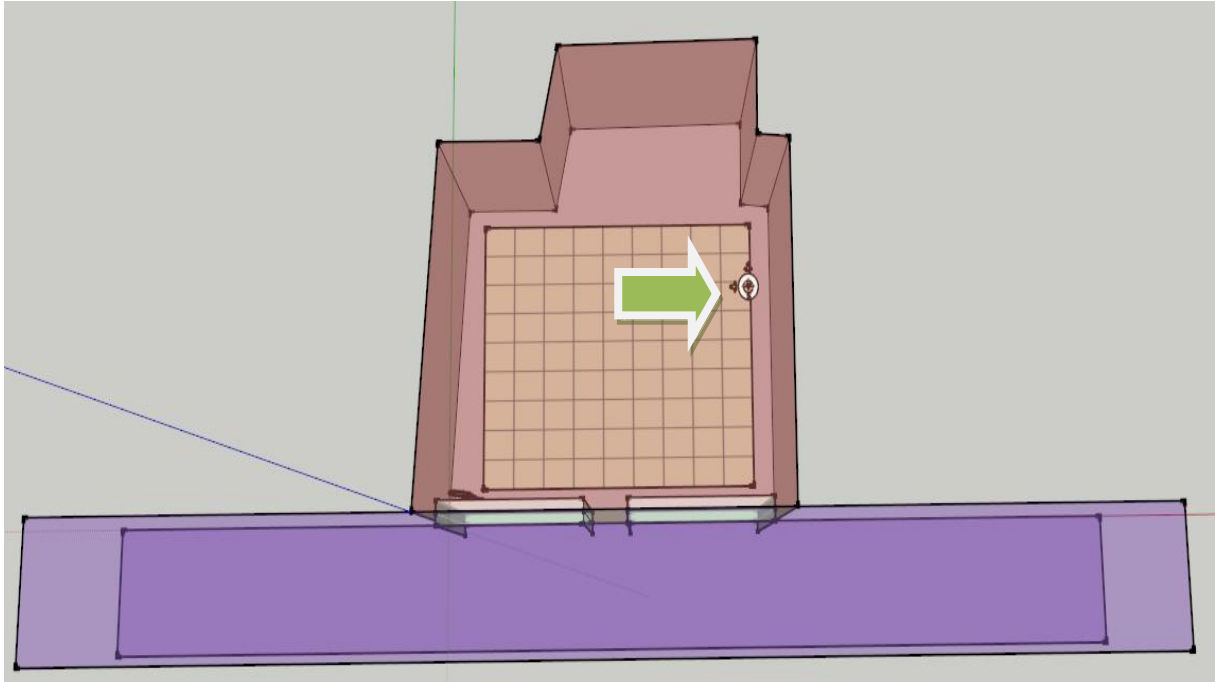
Εικ.4.15 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 4 βελτίωσης 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και για αρκετά μεγάλο ποσοστό της ημέρας και είναι μεγαλύτερη απ τη μέγιστη τιμή.
- Για τις υπόλοιπες ημερομηνίες οι τιμές έντασης φυσικού φωτισμού κινούνται εντός των επιθυμητών ορίων.

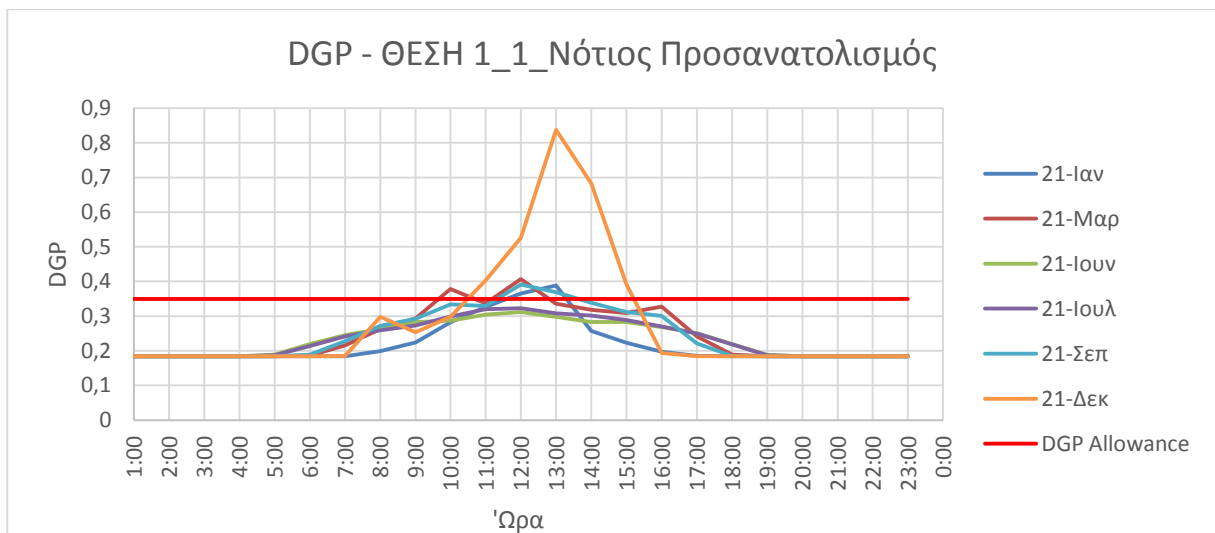
4.2 Θάμβωση (DGP)

Νότιος Προσανατολισμός

Θέση 1



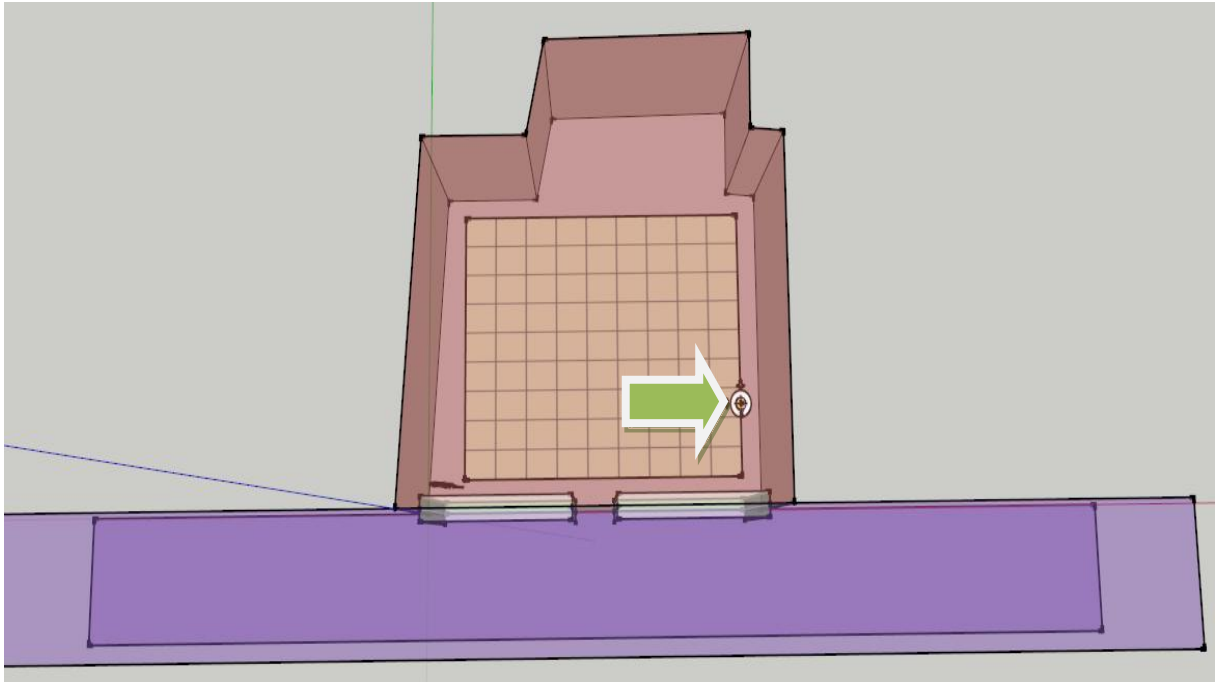
Εικ.4.16 Θέση 1 εξέτασης θάμβωσης_βελτίωσης 1. Χρήση του προγράμματος SketchUp.



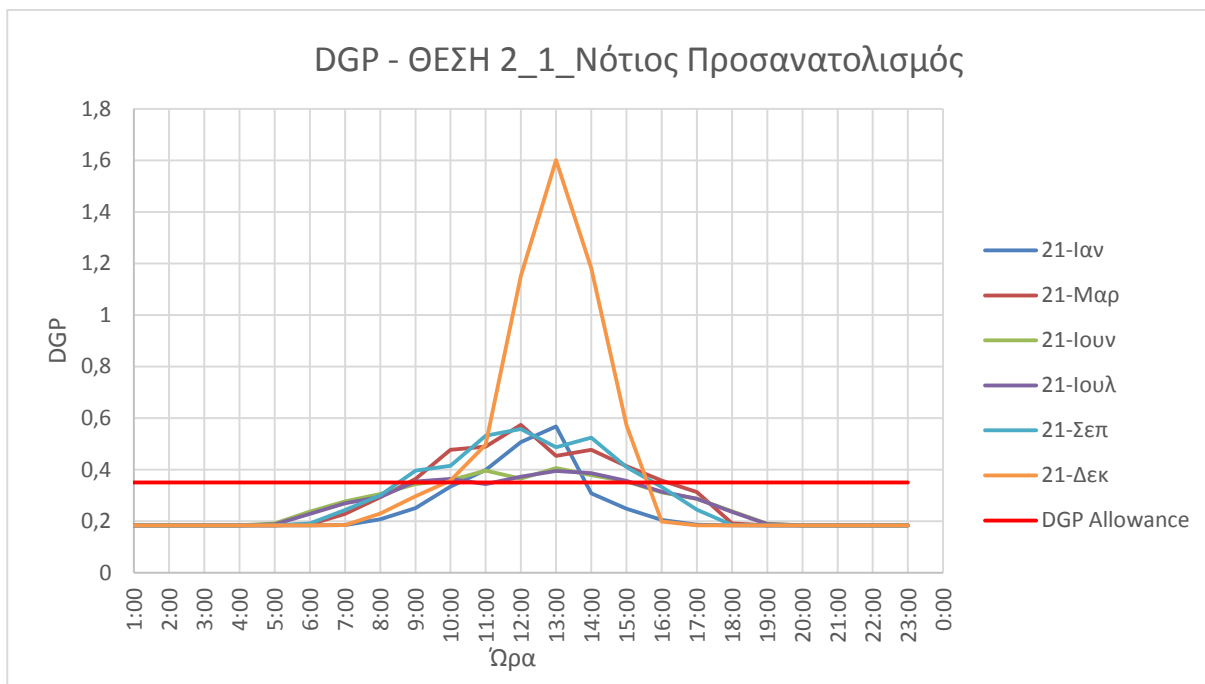
Εικ.4.17 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 1 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή θάμβωσης παρατηρείται για το μήνα Δεκέμβριο και είναι σημαντικά μεγαλύτερη της μέγιστης επιθυμητής τιμής. Οι τιμές θάμβωσης για το μήνα Δεκέμβριο ξεπερνούν για πολλές ώρες τη μέγιστη τιμή και δημιουργούν σημαντικά προβλήματα θάμβωσης.
- Για τους υπόλοιπους μήνες ως επί το πλείστον οι τιμές θάμβωσης κινούνται μέσα στα επιθυμητά όρια.

Θέση 2



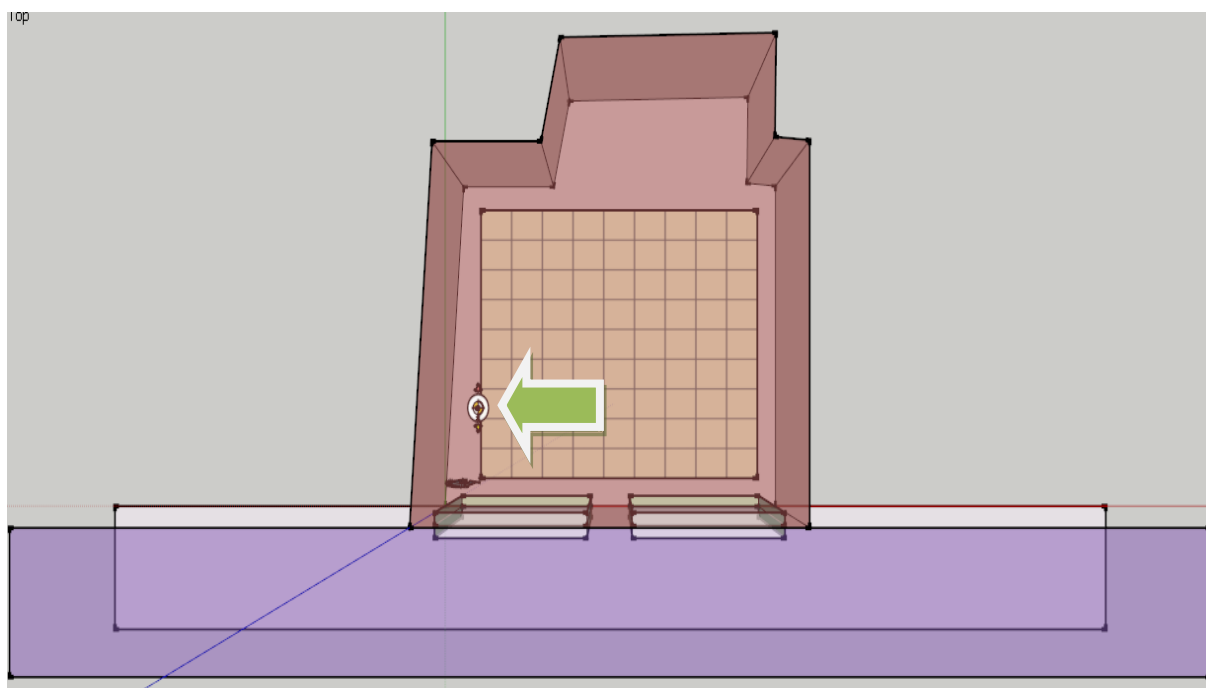
Εικ.4.18 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 1 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού. Χρήση του προγράμματος SketchUp.



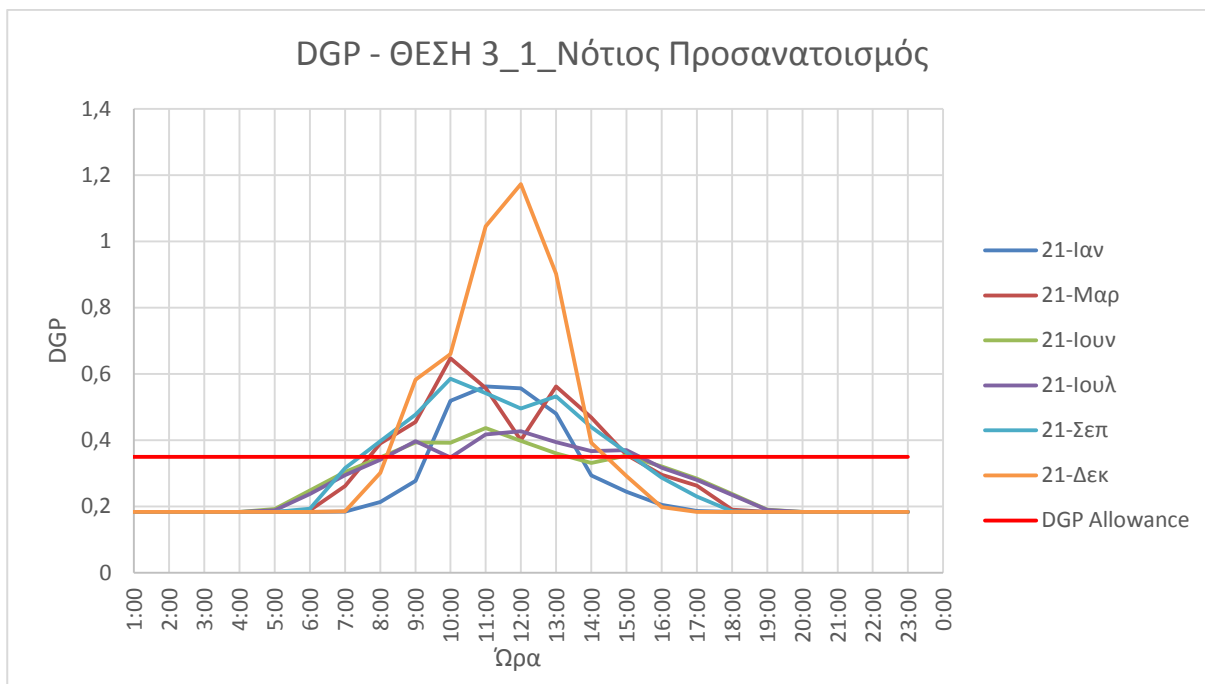
Εικ.4.19 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 2 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή θάμβωσης σημειώνεται το μήνα Δεκέμβριο και είναι πολύ μεγαλύτερη από τη μέγιστη επιθυμητή τιμή.
- Για όλους τους μήνες οι τιμές θάμβωσης ξεπερνούν το ανώτερο επιθυμητό όριο και για μεγάλο ποσοστό της εξεταζόμενης ημέρας.

Θέση 3



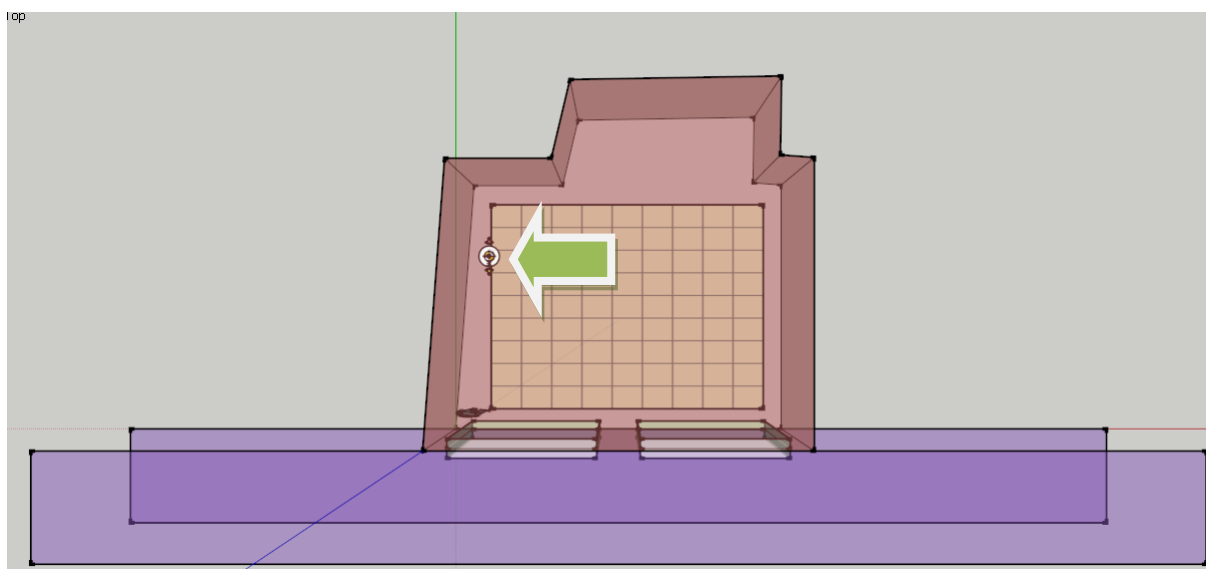
Εικ.4.20 Θέση 3 εξέτασης θάμβωσης_βελτίωσης 1. Χρήση του προγράμματος SketchUp.



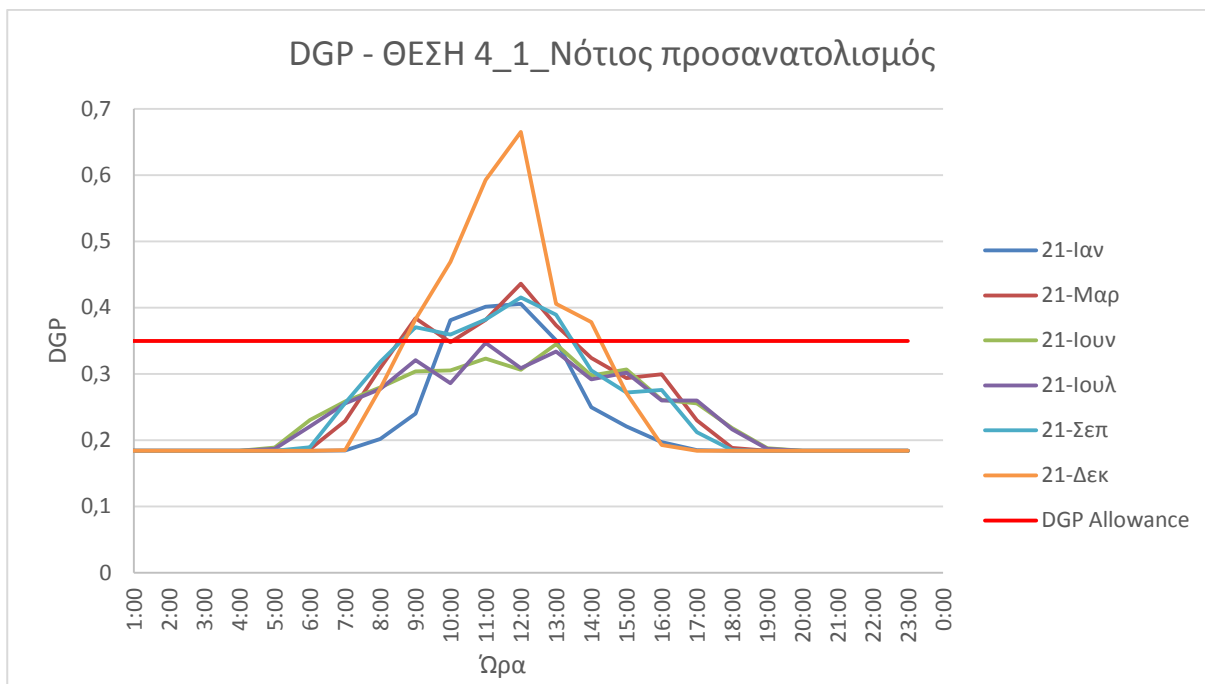
Εικ.4.21 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 4 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή θάμβωσης σημειώνεται το μήνα Δεκέμβριο και είναι πολύ μεγαλύτερη από τη μέγιστη επιθυμητή τιμή.
- Για όλους τους μήνες οι τιμές θάμβωσης ξεπερνούν το ανώτερο επιθυμητό όριο και για μεγάλο ποσοστό της εξεταζόμενης ημέρας.

Θέση 4



Εικ.4.22 Θέση 4 εξέτασης θάμβωσης_ βελτίωσης 1. Χρήση του προγράμματος SketchUp.

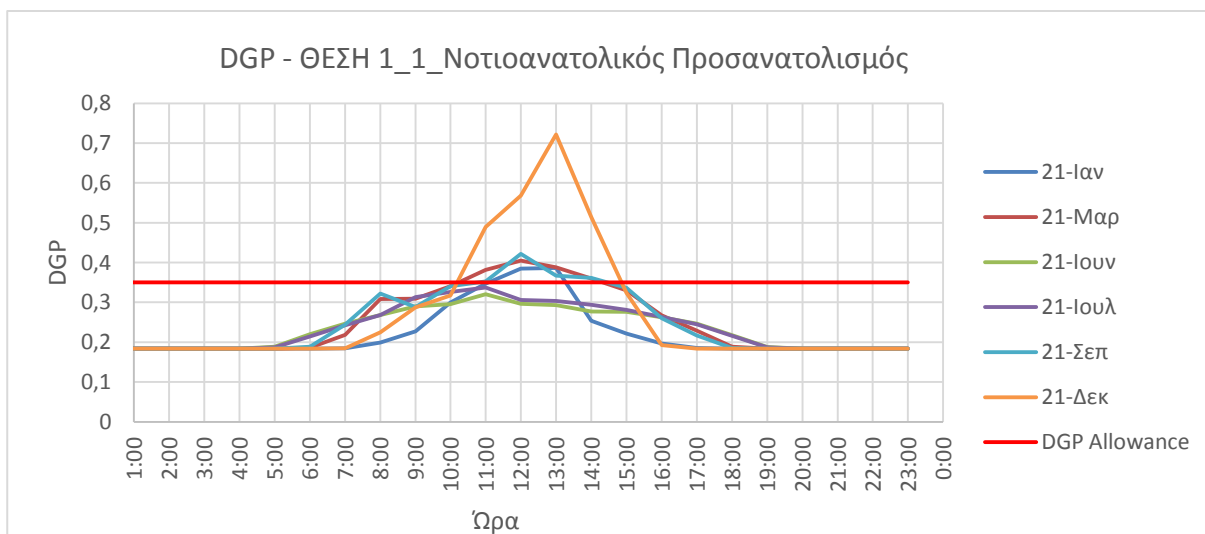


Εικ.4.23 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 4 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή θάμβωσης σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και ξεπερνά κατά πολύ τη μέγιστη επιθυμητή τιμή.
- Για τους θερινούς μήνες Ιούνιο και Ιούλιο οι τιμές θάμβωσης κινούνται εντός των επιθυμητών ορίων. Όμως για όλους τους υπόλοιπους μήνες οι τιμές θάμβωσης ξεπερνούν τη μέγιστη επιθυμητή τιμή.

Νοτιοανατολικός Προσανατολισμός

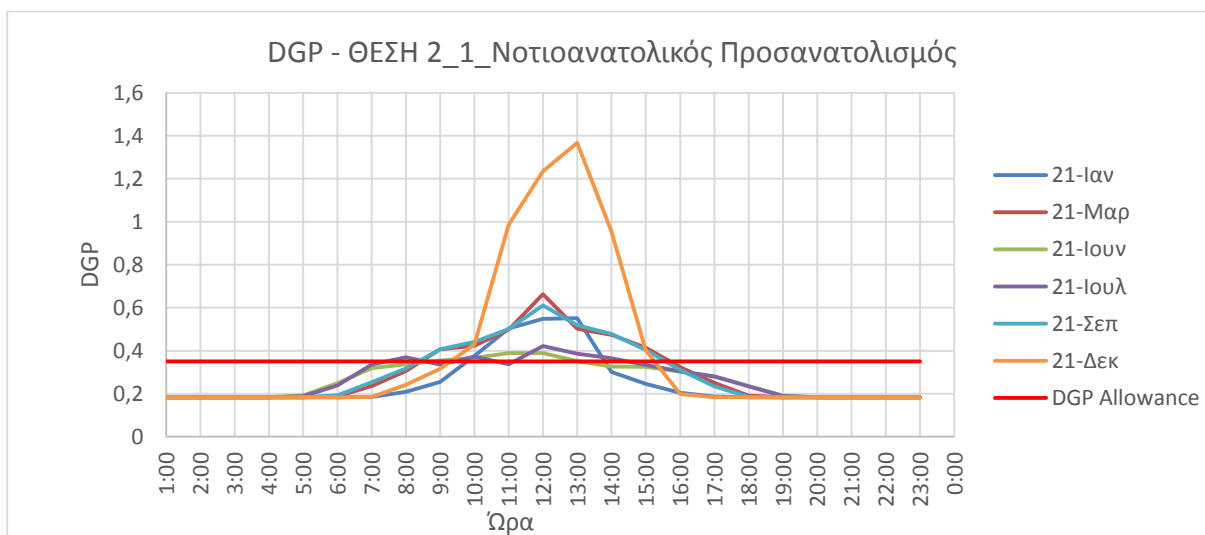
Θέση 1



Εικ.4.24 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 1 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή θάμβωσης παρατηρείται για το μήνα Δεκέμβριο και είναι σημαντικά μεγαλύτερη της μέγιστης επιθυμητής τιμής. Οι τιμές θάμβωσης για το μήνα Δεκέμβριο ξεπερνούν για πολλές ώρες τη μέγιστη τιμή και δημιουργούν σημαντικά προβλήματα θάμβωσης.
- Για τους υπόλοιπους μήνες ως επί το πλείστον οι τιμές θάμβωσης κινούνται μέσα στα επιθυμητά όρια.

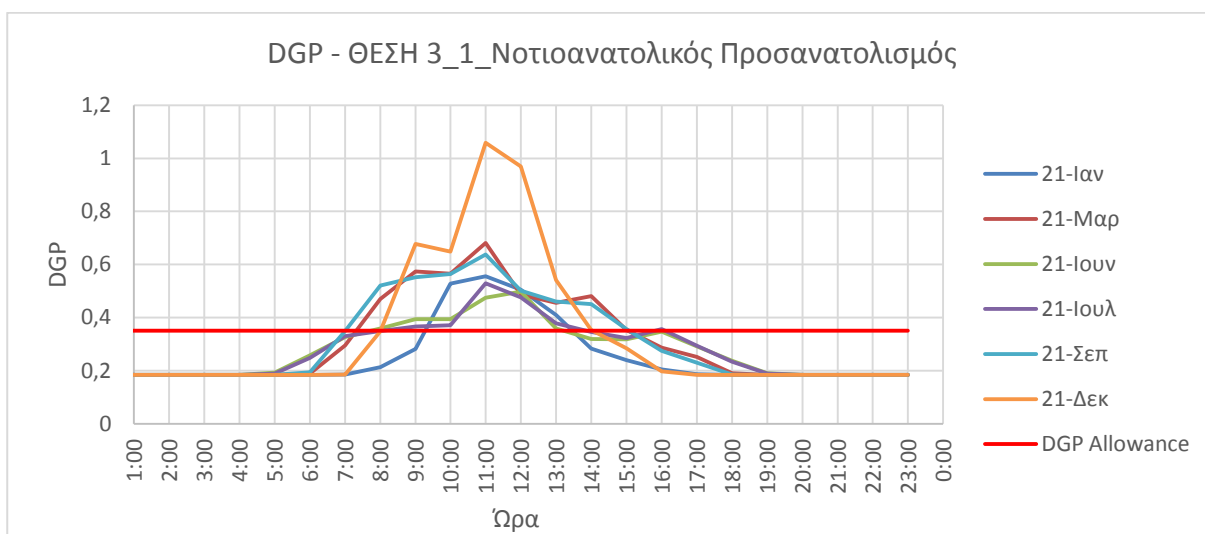
Θέση 2



Εικ.4.25 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 2 βελτίωσης 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή θάμβωσης σημειώνεται το μήνα Δεκέμβριο και είναι πολύ μεγαλύτερη από τη μέγιστη επιθυμητή τιμή.
- Για όλους τους μήνες οι τιμές θάμβωσης ξεπερνούν το ανώτερο επιθυμητό όριο και για μεγάλο ποσοστό της εξεταζόμενης ημέρας.

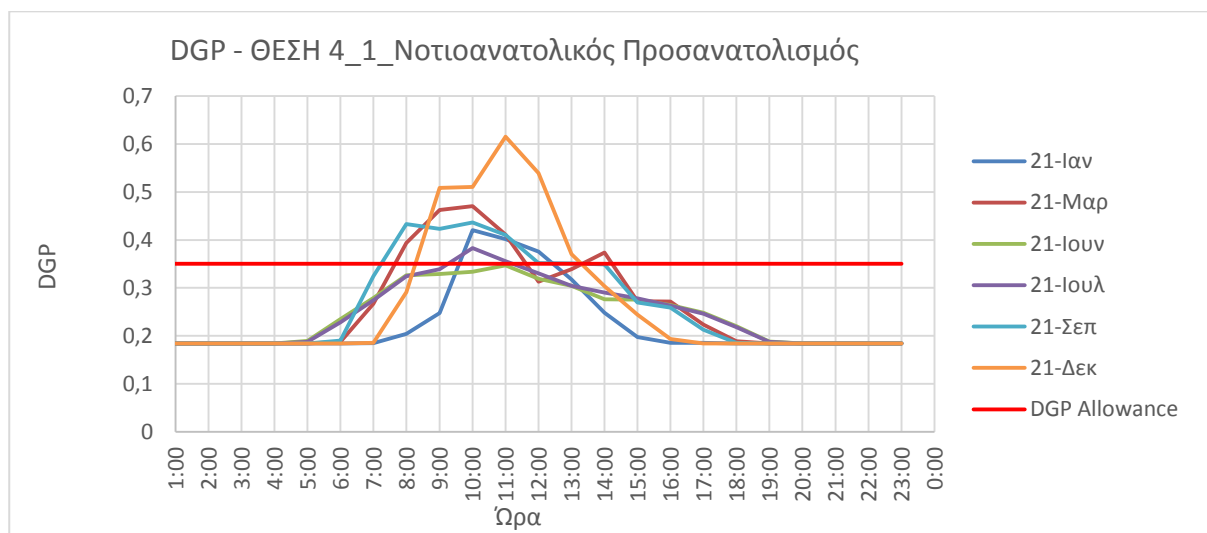
Θέση 4



Εικ.4.26 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 3 βελτίωσης 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή θάμβωσης σημειώνεται το μήνα Δεκέμβριο και είναι πολύ μεγαλύτερη από τη μέγιστη επιθυμητή τιμή.
- Για όλους τους μήνες οι τιμές θάμβωσης ξεπερνούν το ανώτερο επιθυμητό όριο και για μεγάλο ποσοστό της εξεταζόμενης ημέρας.

Θέση 4



Εικ.4.27 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 4 βελτίωσης 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή θάμβωσης σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και ξεπερνά κατά πολύ τη μέγιστη επιθυμητή τιμή.
- Για τους θερινούς μήνες Ιούνιο και Ιούλιο οι τιμές θάμβωσης κινούνται εντός των επιθυμητών ορίων. Όμως για όλους τους υπόλοιπους μήνες οι τιμές θάμβωσης ξεπερνούν τη μέγιστη επιθυμητή τιμή.

4.3 Δυναμικοί δείκτες φυσικού φωτός

Νότιος Προσανατολισμός

Θέση 4				Θέση 1			
DA	4786,97	4685	0,8084	DA	4788,01	4685	0,8085
conDA	4987,66	4685	0,8512	conDA	4988,20	4685	0,8514
UDI	1799,54	4685	0,4841	UDI	1796,14	4685	0,4844
Θέση 3				Θέση 2			
DA	4791,28	4685	0,8092	DA	4787,60	4685	0,8085
conDA	4988,81	4685	0,8514	conDA	4987,49	4685	0,8511
UDI	1796,44	4685	0,4844	UDI	1825,82	4685	0,4897

Εικ.4.28 Πίνακας των DA Metrics βελτίωσης 1 θαλάμου νότιου προσανατολισμού

Νοτιοανατολικός Προσανατολισμός

θέση 4				θέση 1			
DA	4240,67	4685	0,692	DA	4148,1	4685	0,671954
conDA	4727,44	4685	0,796	conDA	4686,67	4685	0,787
UDI	4214,79	4685	0,686	UDI	4272,06	4685	0,698
θέση 3				θέση 2			
DA	4164,42	4685	0,675	DA	4188,81	4685	0,681
conDA	4692,90	4685	0,788	conDA	4705,74	4685	0,791
UDI	4241,46	4685	0,690	UDI	4246,49	4685	0,691

Εικ.4.29 Πίνακας των DA Metrics βελτίωσης 1 θαλάμου νοτιοανατολικού προσανατολισμού

Συγκριτικός Σχολιασμός

1^η Βελτιωτική Πρόταση -Νότιος και Νοτιοανατολικός προσανατολισμός

- Οι μέγιστες τιμές τόσο της έντασης του φυσικού φωτός όσο και της θάμβωσης σημειώνονται για τις θέσεις 2 και 3 των οποίων η απόσταση από το παράθυρο είναι η μικρότερη.
- Και για τις 2 πλευρές του θαλάμου υπάρχει εμφανής σχέση μείωσης της έντασης φυσικού φωτός και της θάμβωσης σε σχέση με την αύξηση της απόστασης της θέσης εξέτασης από το παράθυρο.
- Ως προς τους δυναμικούς δείκτες φυσικού φωτισμού οι τιμές που σημειώνονται παρουσιάζουν ελάχιστη διαφορά μεταξύ τους και οι τιμές μένουν πρακτικά αμετάβλητες μέσα στο θάλαμο του νότιου προσανατολισμού.

1^η Βελτιωτική Πρόταση -Σύγκριση Προσανατολισμών

- Οι τιμές τόσο της έντασης του φυσικού φωτός όσο και της θάμβωσης αλλά και των δυναμικών δεικτών φυσικού φωτός που σημειώνονται στον θάλαμο του νότιου προσανατολισμού είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες τιμές του θαλάμου του νοτιοανατολικού προσανατολισμού.
- Οι τιμές έντασης φυσικού φωτός και θάμβωσης που ξεπερνούν τα επιθυμητά όρια σημειώνονται νωρίτερα μέσα στη διάρκεια της ημέρας για το θάλαμο του ΝΑ προσανατολισμού από τις αντίστοιχες του Ν προσανατολισμού.

1^η Βελτιωτική Πρόταση -Σύγκριση με τη υφιστάμενη κατάσταση

- Γενικώς παρατηρούνται μειωμένα επίπεδα τιμών τόσο για την ένταση του φυσικού φωτός όσο και για τη θάμβωση.
- Η νέα διάταξη των κλινών μέσα στο θάλαμο και η θεώρησή του ως τετράκλινου, καθιστά τη νέα θέση με τη μεγαλύτερη απόσταση από το παράθυρο σημαντικά βελτιωμένη ως προς τα επίπεδα έντασης φυσικού φωτισμού και θάμβωσης.
- Όπως ήταν αναμενόμενο οι δυναμικοί δείκτες φυσικού φωτισμού παρουσιάζουν μικρότερες τιμές απ' ό,τι στην υφιστάμενη κατάσταση αποτέλεσμα που οφείλεται στη μείωση των επιπέδων έντασης φυσικού φωτισμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 4^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

[1] <http://construction.about.com/od/Chemical-Projects/a/How-To-Choose-The-Best-Type-Of-Window.htm>

[2] <http://www.commercialwindows.org/shgc.php>

[3] http://library.tee.gr/digital/kdth/kdth_3460/kdth_3460_iliadis.pdf

[4] http://www.exalco.gr/html/product_image.asp?id=46

[5] «Φωτισμός», http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/docs/2T1_41/df-c-iliasmus.pdf

[6] Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010, «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ», Α' Έκδοση, Αθήνα, Ιανουάριος 2011

[7] 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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΔΕΥΤΕΡΗ ΒΕΛΤΙΩΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ

Μετά τη μελέτη της πρώτης βελτιωτικής πρότασης, παρατηρήθηκαν τιμές έντασης φυσικού φωτισμού και θάμβωσης υψηλότερες των μέγιστων επιτρεπτών ορίων, οι οποίες προκαλούν θερμική και οπτική δυσφορία. Έτσι, με στόχο τον περιορισμό της έντασης φυσικού φωτός και θάμβωσης και διατηρώντας την αυτονομία φυσικού φωτός του θαλάμου, προτάθηκαν **νέα επιπρόσθετα μέτρα με σκοπό την περαιτέρω βελτίωση των επιπέδων φυσικού φωτισμού και θάμβωσης.**

Οι τιμές ανακλαστικότητας των δομικών στοιχείων που εισήχθησαν στο πρόγραμμα Open Studio είναι:

- Επίχρισμα-Ασβεστοκονίαμα εσωτερικού τοίχου:65%
- Επίχρισμα-Ασβεστοκονίαμα εξωτερικού τοίχου:30%
- Επίχρισμα-Ασβεστοκονίαμα οροφής:85%
- Επίχρισμα-Ασβεστοκονίαμα δαπέδου:30%

Έτσι ως **δεύτερο βήμα βελτίωσης** προτείνεται η τοποθέτηση **κατακόρυφης σκίασης** με τα εξής κύρια χαρακτηριστικά:

- Γωνία κλίσης περσίδων: 10 μοίρες
- Απόσταση ανά περσίδα: 15cm
- Μήκος περσίδας: 6.95m
- Ύψος κρέμασης περσίδων από την άκρη του προβόλου:1,40m

Τοποθέτηση **‘πλαϊνών’ περσίδων-διαχωριστικό** για όλο το ύψους του ορόφου και το μήκος του προβόλου.

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

21 Ιανουαρίου (τοπική ψυχρή ημέρα) [1]

21 Μαρτίου (Εαρινή Ισημερία)

21 Ιουνίου (Θερινό Ηλιοστάσιο)

21 Ιουλίου (τοπική θερμή ημέρα) [1]

23 Σεπτεμβρίου (Φθινοπωρινή Ισημερία)

21 Δεκεμβρίου (Χειμερινό Ηλιοστάσιο)

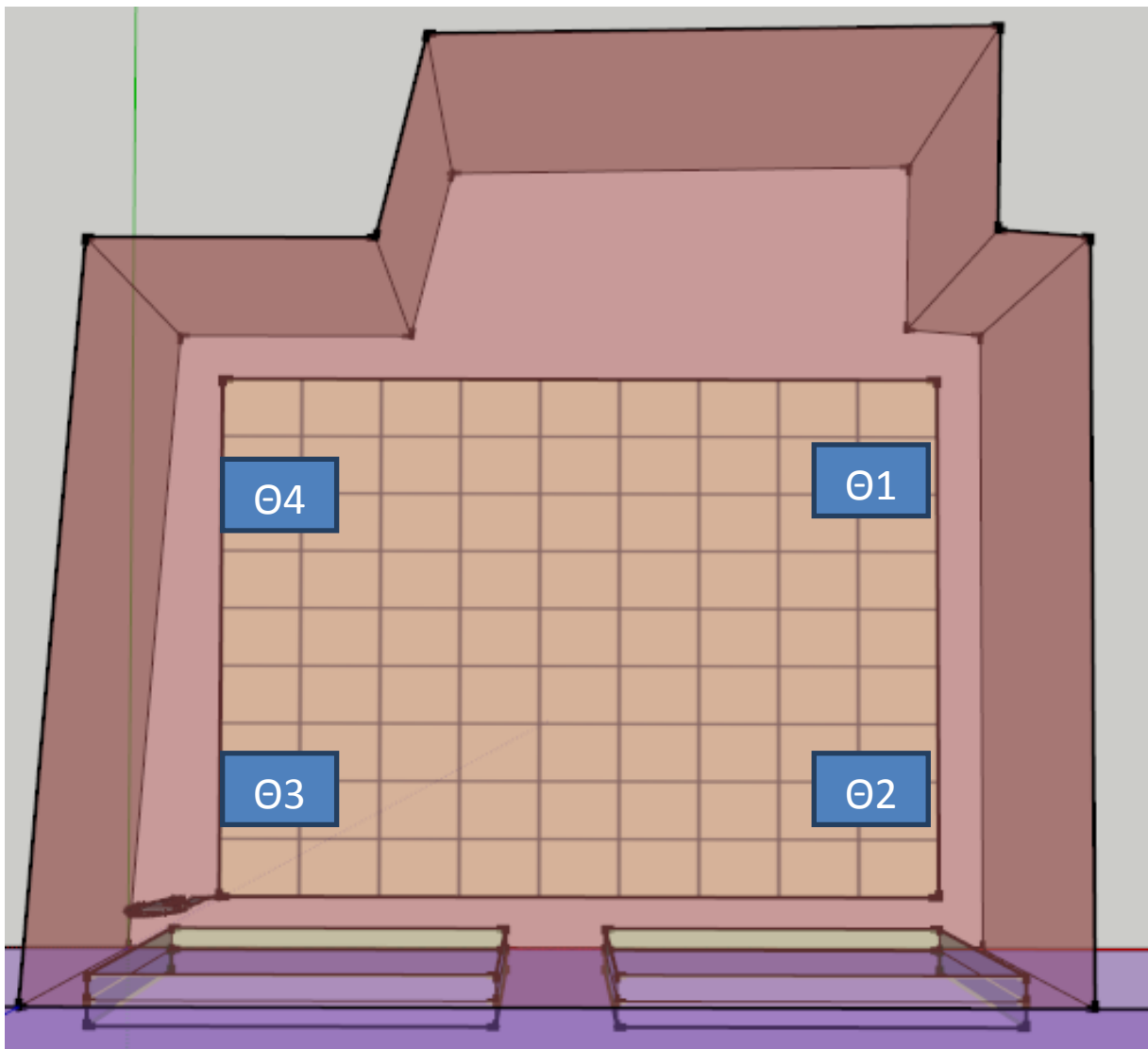
Χαρακτηριστικές Θέσεις που μελετήθηκαν για την τεκμηρίωση της υφιστάμενης κατάστασης:

Θέση 1: Στο βάθος του θαλάμου και στη δεξιά πλευρά.

Θέση 2: Δίπλα στο παράθυρο και στη δεξιά πλευρά.

Θέση 3: Δίπλα στο παράθυρο και στην αριστερή πλευρά του θαλάμου.

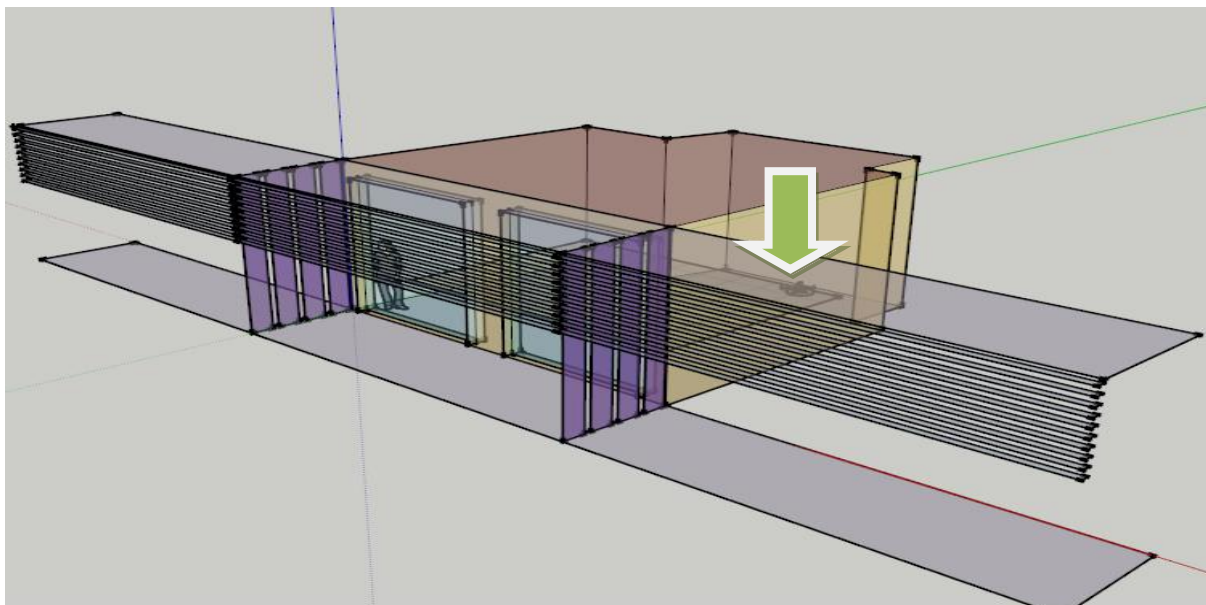
Θέση 4: Στο βάθος του θαλάμου και στην αριστερή πλευρά.



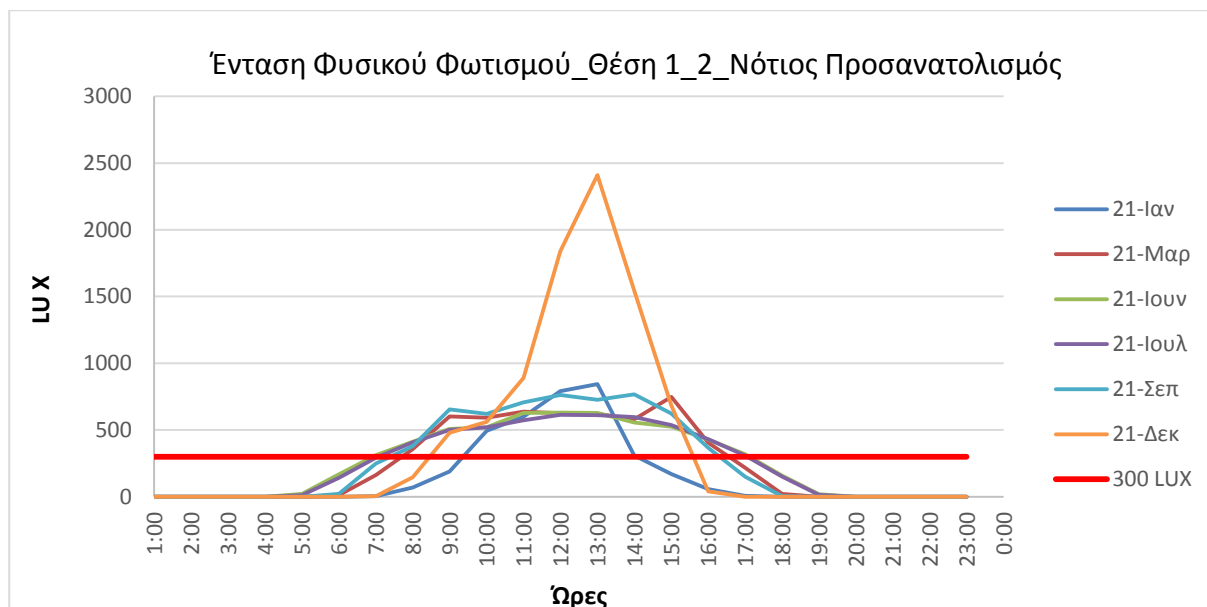
Εικ.5.1 Χαρακτηριστικές θέσεις που μελετήθηκαν

5.1 Ένταση φυσικού φωτισμού (DSI) Αποτελέσματα προσομοίωσης -Νότιος Προσανατολισμός

Θέση 1



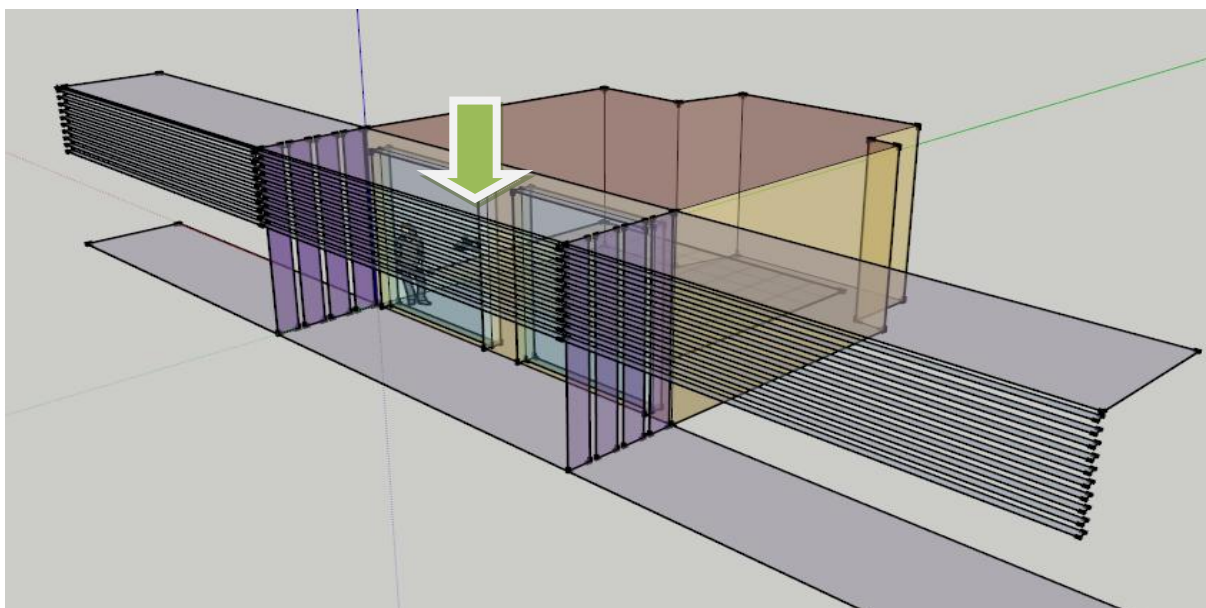
Εικ.5.2 Θέση 1 εξέτασης έντασης φυσικού φωτός_ βελτίωσης 2. Χρήση προγράμματος Radiance.



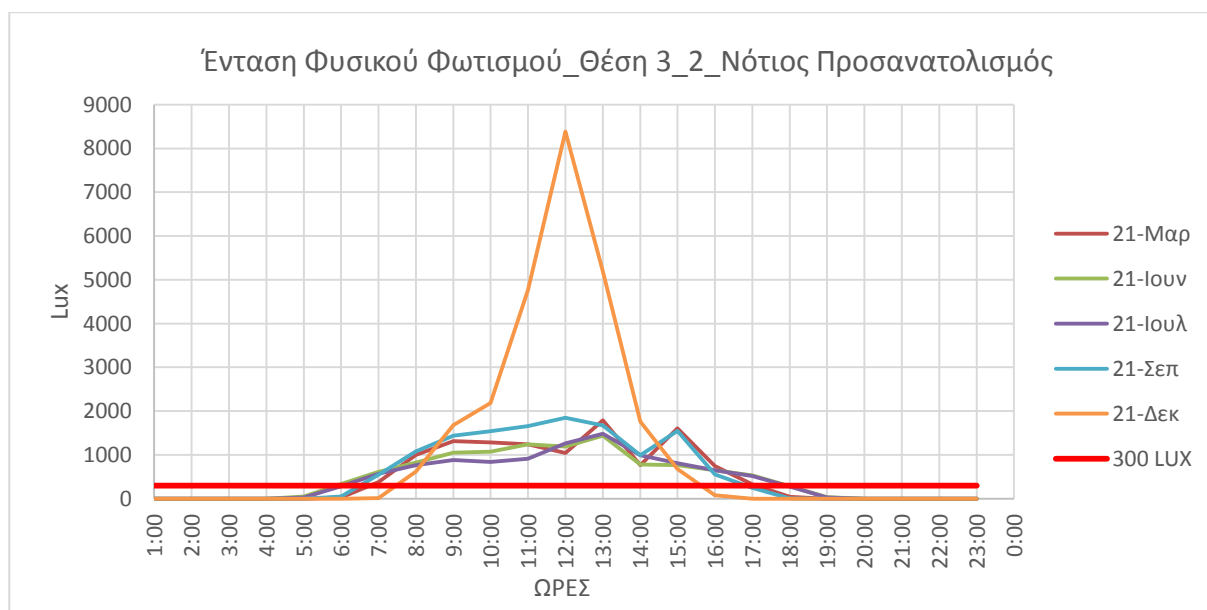
Εικ.5.3 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτισμού βελτίωσης 2 για θέση 1 νότιου προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή παρατηρείται για το μήνα Δεκέμβρη και είναι σε μικρό βαθμό μεγαλύτερη απ τη μέγιστη τιμή και για τη διάρκεια μίας ώρας μέσα στη μέρα.
- Οι τιμές έντασης φυσικού φωτισμού για όλους τους υπόλοιπους μήνες είναι εντός των επιθυμητών ορίων και αρκετά μεγαλύτερες απ' την ελάχιστη τιμή.

Θέση 3



Εικ.5.4 Θέση 3 εξέτασης έντασης φυσικού φωτός_βελτίωσης 2. Χρήση προγράμματος Radiance.

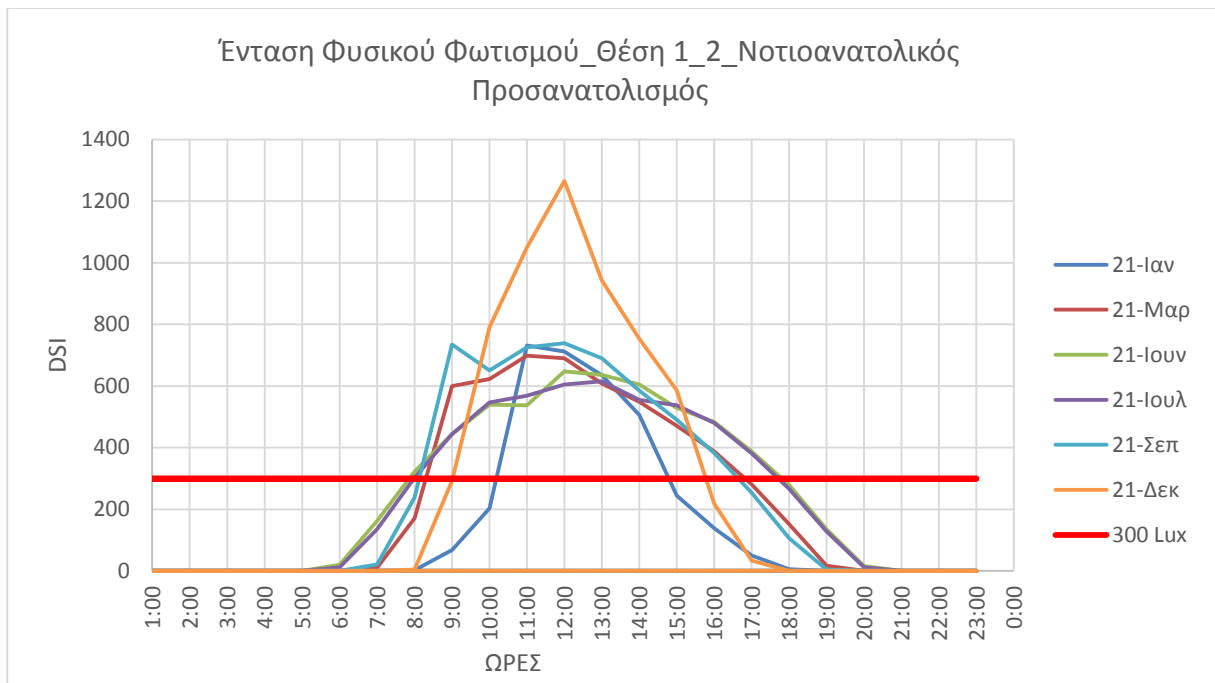


Εικ.5.5 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτισμού βελτίωσης 2 για θέση 3 νότιου προσανατολισμού

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και είναι μεγαλύτερη της μέγιστης τιμής. Όμως η τιμή για το μήνα αυτό είναι μόνο για λίγες ώρες μεγαλύτερη της μέγιστης τιμής, φαινόμενο που αντιμετωπίζεται με τη χρήση εσωτερικών κινητών περσίδων σκίασης είτε και τη χρήση κουρτινών για τις ώρες εκείνες που η ένταση του φυσικού φωτός ξεπερνά τη μέγιστη τιμή.
- Για όλους τους υπόλοιπους μήνες η ένταση του φυσικού φωτός κυμαίνεται σε επιθυμητά επίπεδα και αρκετά μεγαλύτερα από την ελάχιστη τιμή.

Νοτιοανατολικός Προσανατολισμός

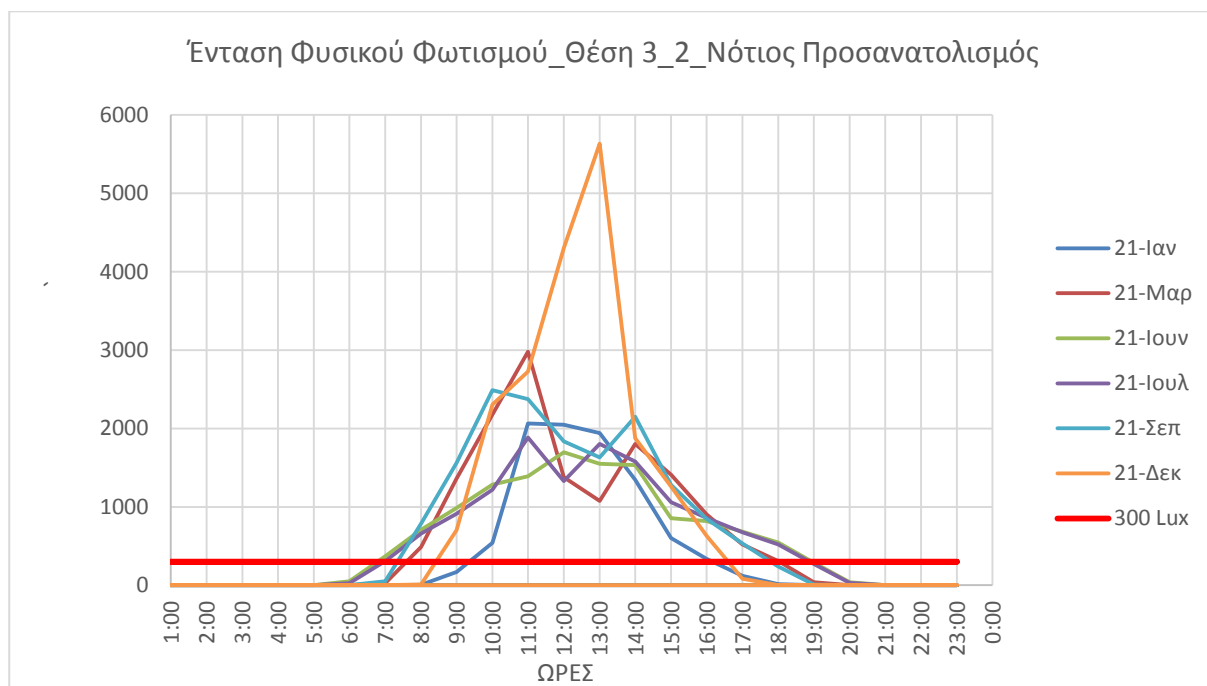
Θέση 1



Εικ.5.6 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτισμού βελτίωσης 2 για θέση 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού

- Παρατηρούνται τιμές που για όλες τις εξεταζόμενες ημέρες και ώρες είναι εντός των επιθυμητών ορίων και σημαντικά μεγαλύτερες τις κατώτερης επιθυμητής τιμής.

Θέση 3

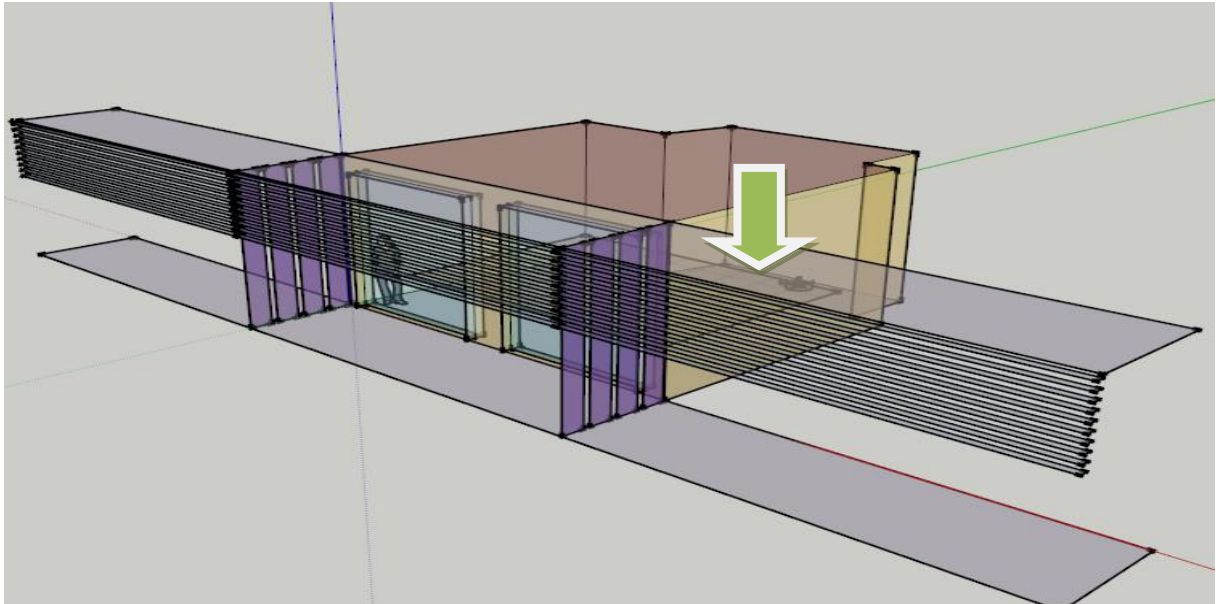


Εικ.5.7 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτισμού βελτίωσης 2 για θέση 3 νοτιοανατολικού προσανατολισμού

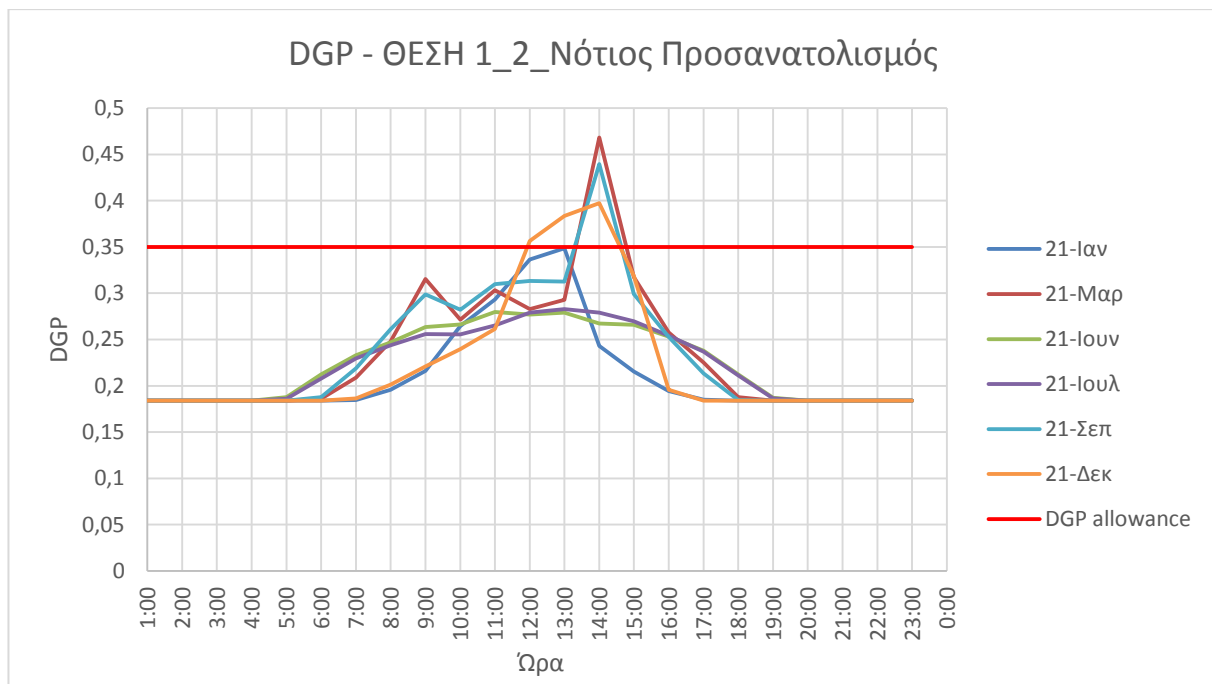
- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και είναι μεγαλύτερη της μέγιστης τιμής. Όμως η τιμή για το μήνα αυτό είναι μόνο για λίγες ώρες μεγαλύτερη της μέγιστης τιμής, φαινόμενο που αντιμετωπίζεται με τη χρήση εσωτερικών κινητών περσίδων σκίασης είτε και τη χρήση κουρτινών για τις ώρες εκείνες που η ένταση του φυσικού φωτός ξεπερνά τη μέγιστη τιμή.
- Για όλους τους υπόλοιπους μήνες η ένταση του φυσικού φωτός κυμαίνεται σε επιθυμητά επίπεδα και αρκετά μεγαλύτερα από την ελάχιστη τιμή.

5.2 Θάμβωση (DGP)

Θέση 1

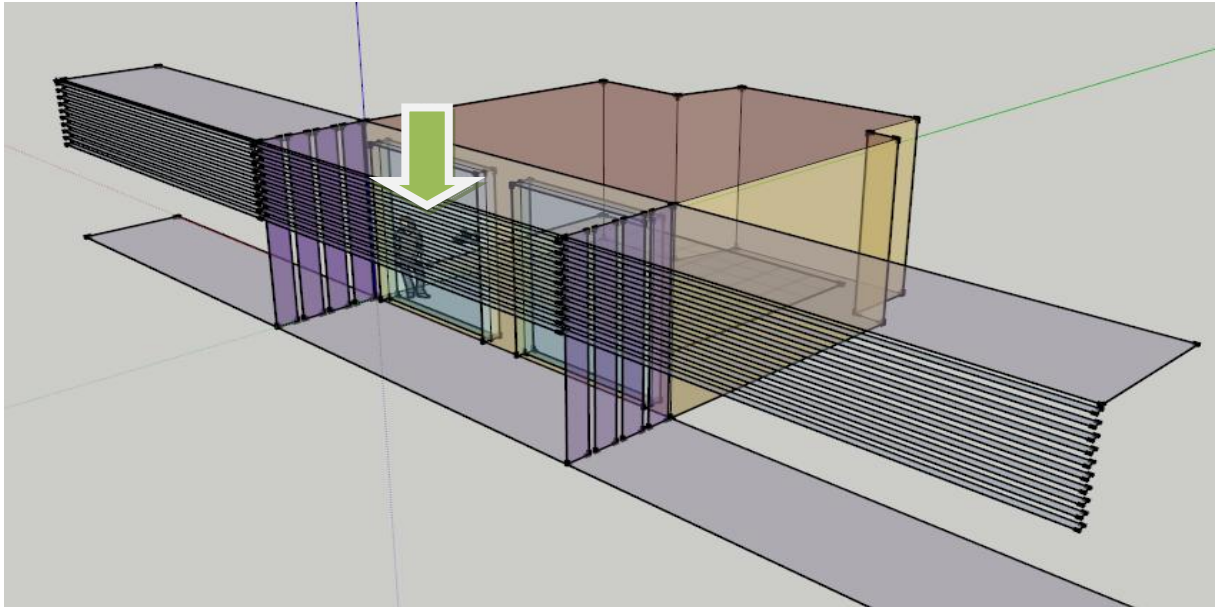


Εικ.5.8 Θέση 1 εξέτασης θάμβωσης_ βελτίωσης 2. Χρήση προγράμματος Radiance.

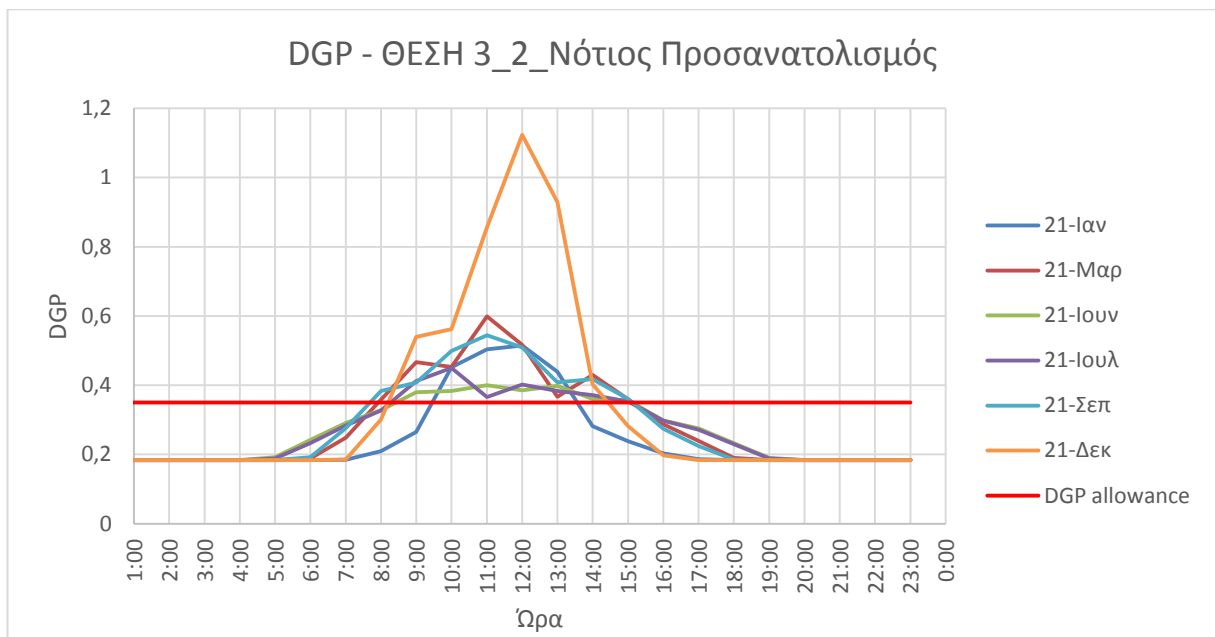


Εικ.5.9 Διάγραμμα Θέσης 1 θάμβωσης_ βελτίωσης

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Μάρτιο και είναι υψηλότερη της επιθυμητής τιμής.
- Με εξαίρεση ένα μικρό χρονικό διάστημα για τους μήνες Σεπτέμβριο και Δεκέμβριο όλοι οι άλλοι μήνες σημειώνουν τιμές θάμβωσης εντός των επιθυμητών ορίων.



Εικ.5.10 Θέση 3 εξέτασης θάμβωσης_βελτίωσης 2. Χρήση προγράμματος Radiance

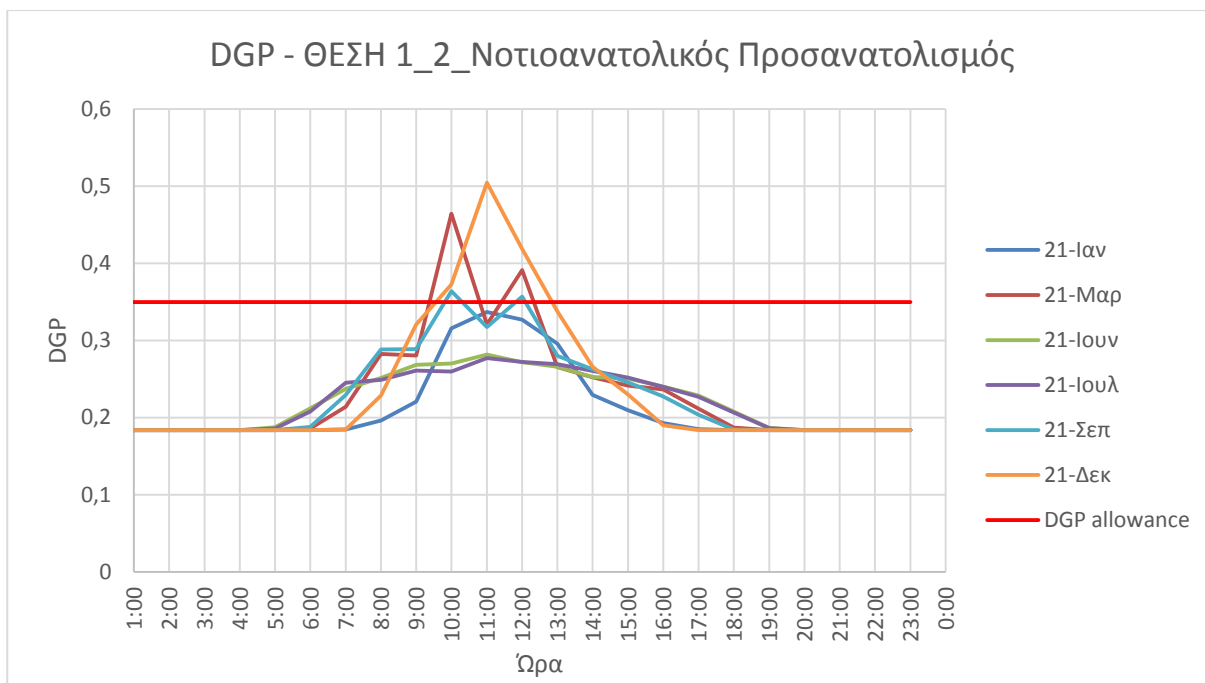


Εικ.5.11 Διάγραμμα Θέσης 3 θάμβωσης_βελτίωσης 2

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και τις μεσημεριανές ώρες.
- Οι τιμές για όλους τους υπό εξέταση μήνες κυμαίνονται πολύ κοντά στην μέγιστη επιθυμητή τιμή και την ξεπερνούν για λίγο.
- Οι χαμηλότερες τιμές θάμβωσης σημειώνονται για τους θερινούς μήνες Ιούνιο και Ιούλιο.

Νοτιοανατολικός Προσανατολισμός

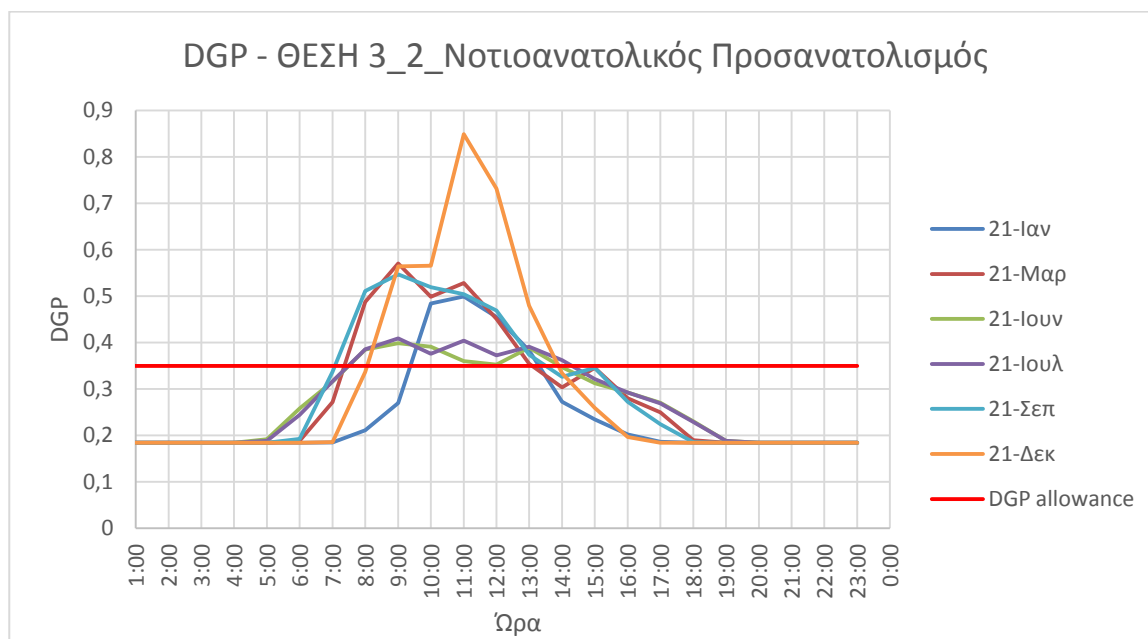
Θέση 1



Εικ.5.12 Διάγραμμα Θέσης 1 θάμβωσης_βελτίωσης 2

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και είναι υψηλότερη της επιθυμητής τιμής.
- Με εξαίρεση ένα μικρό χρονικό διάστημα για τους μήνες Μάρτιο και Δεκέμβριο όλοι οι άλλοι μήνες σημειώνουν τιμές θάμβωσης εντός των επιθυμητών ορίων.

Θέση 3



Εικ.5.13 Διάγραμμα Θέσης 3 θάμβωσης_βελτίωσης 2

- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και τις μεσημεριανές ώρες.
- Οι τιμές για όλους τους υπό εξέταση μήνες κυμαίνονται πολύ κοντά στην μέγιστη επιθυμητή τιμή και την ξεπερνούν για λίγο.
- Οι χαμηλότερες τιμές θάμβωσης σημειώνονται για τους θερινούς μήνες Ιούνιο και Ιούλιο.
- Οι μέγιστες τιμές θάμβωσης για τις εξεταζόμενες μέρες σημειώνονται χρονιά νωρίτερα μέσα στη διάρκεια της ημέρας απ' ότι οι αντίστοιχες τιμές για το θάλαμο του νότιου προσανατολισμού.

5.3 Δυναμικοί δείκτες φυσικού φωτός

Θέση 1			
DA	2516,72	5685	0,537187
conDA	3503,325	5685	0,72653
UDI	3572,6	5685	0,762561

Θέση 3			
DA	2537,82	5685	0,551691
conDA	3512,055	5685	0,728293
UDI	3569,01	5685	0,761795

Εικ.5.14 Πίνακας των DA Metrics βελτίωσης 2 θέσεων 1 και 3 νότιου προσανατολισμού

				Θέση 1		
	DA	2566,500	5685	0,558		
	conDA	3519,295	5685	0,730		
	UDI	3551,520	5685	0,756		
				Θέση 3		
	DA	2612,370	5685	0,56		
	conDA	3535,075	5685	0,73		
	UDI	3561,330	5685	0,76		

Εικ.5.15 Πίνακας των DA Metrics βελτίωσης 2 θέσεων 1 και 3 νοτιοανατολικού προσανατολισμού

Μετά τις προσομοιώσεις του μοντέλου για την ευμενέστερη αλλά και τη δυσμενέστερη θέση του θαλάμου προέκυψαν τιμές εντός των επιθυμητών ορίων για το μεγαλύτερο ποσοστό κάθε εξεταζόμενης ημέρας. Η μέγιστη τιμή έντασης φυσικού φωτός για το δυσμενέστερο μήνα που λόγω ηλιακής γεωμετρίας είναι ο Δεκέμβριος, ήταν υψηλότερη της μέγιστης επιθυμητής. Ωστόσο, την ξεπερνούσε μόνο για λίγες ώρες μέσα στη διάρκεια της ημέρας. Το φαινόμενο αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη θάμβωσης, μπορεί εύκολα να ελεγχθεί με τη χρήση εσωτερικών κινητών περσίδων που θα λειτουργούν μόνο τις ώρες που οι τιμές θάμβωσης προκαλούν οπτική δυσφορία, ή με τη χρήση κουρτινών.

Συγκριτικός Σχολιασμός

2^η Βελτιωτική Πρόταση _ Νότιος και Νοτιοανατολικός Προσανατολισμός

- Οι μέγιστες τιμές τόσο της έντασης του φυσικού φωτός όσο και της θάμβωσης σημειώνονται για τις θέσεις 2 και 3 των οποίων η απόσταση από το παράθυρο είναι η μικρότερη.
- Και για τις 2 πλευρές του θαλάμου υπάρχει εμφανής σχέση μείωσης της έντασης φυσικού φωτός και της θάμβωσης σε σχέση με την αύξηση της απόστασης της θέσης εξέτασης από το παράθυρο.
- Ως προς τους δυναμικούς δείκτες φυσικού φωτισμού οι τιμές που σημειώνονται παρουσιάζουν ελάχιστη διαφορά μεταξύ τους και οι τιμές μένουν πρακτικά αμετάβλητες μέσα στο θάλαμο του νότιου προσανατολισμού.

2^η Βελτιωτική Πρόταση _ Σύγκριση Προσανατολισμών

- Οι τιμές τόσο της έντασης του φυσικού φωτός όσο και της θάμβωσης αλλά και των δυναμικών δεικτών φυσικού φωτός που σημειώνονται στον θάλαμο του νότιου προσανατολισμού είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες τιμές του θαλάμου του νοτιοανατολικού προσανατολισμού.
- Οι τιμές έντασης φυσικού φωτός και θάμβωσης που ξεπερνούν τα επιθυμητά όρια σημειώνονται νωρίτερα μέσα στη διάρκεια της ημέρας για το θάλαμο του ΝΑ προσανατολισμού από τις αντίστοιχες του Ν προσανατολισμού.

2^η Βελτιωτική Πρόταση _ Σύγκριση με τη υφιστάμενη κατάσταση.

- Γενικώς παρατηρούνται εντυπωσιακά μειωμένα επίπεδα τιμών τόσο για την ένταση του φυσικού φωτός όσο και για τη θάμβωση. Η μέγιστες τιμές που σημειώνονται και για τα 2 παραπάνω μεγέθη παρουσιάζουν μείωση της τάξης του 72%.
- Η νέα διάταξη των κλινών μέσα στο θάλαμο, η θεώρησή του ως τετράκλινου και η τοποθέτηση εξωτερικών περσίδων σκίασης οριζόντιου και κατακόρυφου προσανατολισμού, καθιστά τη νέα θέση με τη μεγαλύτερη απόσταση από το παράθυρο σημαντικά βελτιωμένη ως προς τα επίπεδα έντασης φυσικού φωτισμού και θάμβωσης.
- Όπως ήταν αναμενόμενο οι δυναμικοί δείκτες φυσικού φωτισμού παρουσιάζουν μικρότερες τιμές απ ότι στην υφιστάμενη κατάσταση αποτέλεσμα που οφείλεται στη μείωση των επιπέδων έντασης φυσικού φωτισμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΘΑΛΑΜΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΝΟΝΤΑΣ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ENERGY PLUS

Το EnergyPlus είναι ένα εργαλείο προσομοίωσης ενέργειας ολόκληρου του κτιρίου. Το πρόγραμμα 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 ερευνηθήκαν οι εξής:
 - Zone Windows Total Transmitted Solar Radiation Rate (W): συνολική απορροφώμενη ηλιακή ακτινοβολία θερμικής ζώνης

- 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)

Τα υλικά των δομικών στοιχείων του κτιρίου που χρησιμοποιήθηκαν κατά την προσομοίωση με βάση τα αρχιτεκτονικά σχέδια του ΚΑΤ:

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7	Obj8
Name		Epixrisma eksoterikes epifaneies	epixrisma tavani esoterika	epixrisma.toixoi esoterika	Fellos	Fullo geoufasmatos	Gampilodema	Gipsosanida	Kupselwto beto rusewn
Roughness		Smooth	Smooth	Smooth	Smooth	Smooth	MediumRough	MediumRough	MediumRough
Thickness	m	0,03	0,02	0,02	0,003	0,001	0,07	0,025	0,05
Conductivity	W/m-K	0,87	0,87	0,87	0,05	0,04	0,81	0,25	0,23
Density	kg/m ³	1800	1800	1800	200	100	1700	900	600
Specific Heat	J/kg-K	1000	1000	1000	1500	1030	1000	1000	1000
Thermal Absorptance		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Solar Absorptance		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Visible Absorptance		0,7	0,15	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Εικ.6.α Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την προσομοίωση

Field	Units	Obj5	Obj6	Obj7	Obj8	Obj9	Obj10	Obj11	Obj12	Obj13
Name		Fullo geoufasmatos	Gampilodema	Gipsosanida	Kupselwto beto r	Linoleum	Mosaiko	Oplismeno skurodema	Ortoplinthodomi	Petrovarvakas
Roughness		Smooth	MediumRough	MediumRough	MediumRough	Smooth	MediumSmooth	Rough	Rough	Smooth
Thickness	m	0,001	0,07	0,025	0,05	0,001	0,03	0,34	0,09	0,07
Conductivity	W/m-K	0,04	0,81	0,25	0,23	0,17	1,2	2,5	0,6	0,037
Density	kg/m ³	100	1700	900	600	1200	1900	2400	1500	100
Specific Heat	J/kg-K	1030	1000	1000	1000	1400	840	1000	1000	840
Thermal Absorptance		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Solar Absorptance		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Visible Absorptance		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Εικ.6.β Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την προσομοίωση

Field	Units	Obj10	Obj11	Obj12	Obj13	Obj14	Obj15	Obj16	Obj17	Obj18
Name		Mosaiko	Oplismeno skurodema	Ortoplinthodomi	Petrovarvakas	Steganotikh memvranh	Thermomonwtikes	Tsimentolithoi	Tsimentoplakes	Xaliikia
Roughness		MediumSmooth	Rough	Rough	Smooth	Smooth	MediumSmooth	Rough	Rough	MediumRough
Thickness	m	0,03	0,34	0,09	0,07	0,001	0,07	0,2	0,04	0,08
Conductivity	W/m-K	1,2	2,5	0,6	0,037	0,026	0,035	0,99	1,5	2
Density	kg/m ³	1900	2400	1500	100	55	30	1800	2100	2200
Specific Heat	J/kg-K	840	1000	1000	840	1450	1500	1000	1000	1045
Thermal Absorptance		0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Solar Absorptance		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Visible Absorptance		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Εικ. 6.γ Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την προσομοίωση

Field	Units	Obj1	Obj2
Name		Tzami	Low SHGC tzami
Optical Data Type		SpectralAverage	SpectralAverage
Window Glass Spectral Data Set Name			
Thickness	m	0,004	0,004
Solar Transmittance at Normal Incidence		0,837	0,26
Front Side Solar Reflectance at Normal Incidence		0,075	0,7
Back Side Solar Reflectance at Normal Incidence		0,075	0
Visible Transmittance at Normal Incidence		0,898	0,63
Front Side Visible Reflectance at Normal Incidence		0,081	0,32
Back Side Visible Reflectance at Normal Incidence		0,081	0
Infrared Transmittance at Normal Incidence			
Front Side Infrared Hemispherical Emissivity			0
Back Side Infrared Hemispherical Emissivity			0,84
Conductivity	W/m-K		0,02
Dirt Correction Factor for Solar and Visible Transmittance			0
Solar Diffusing			
Young's modulus	Pa		0
Poisson's ratio			0

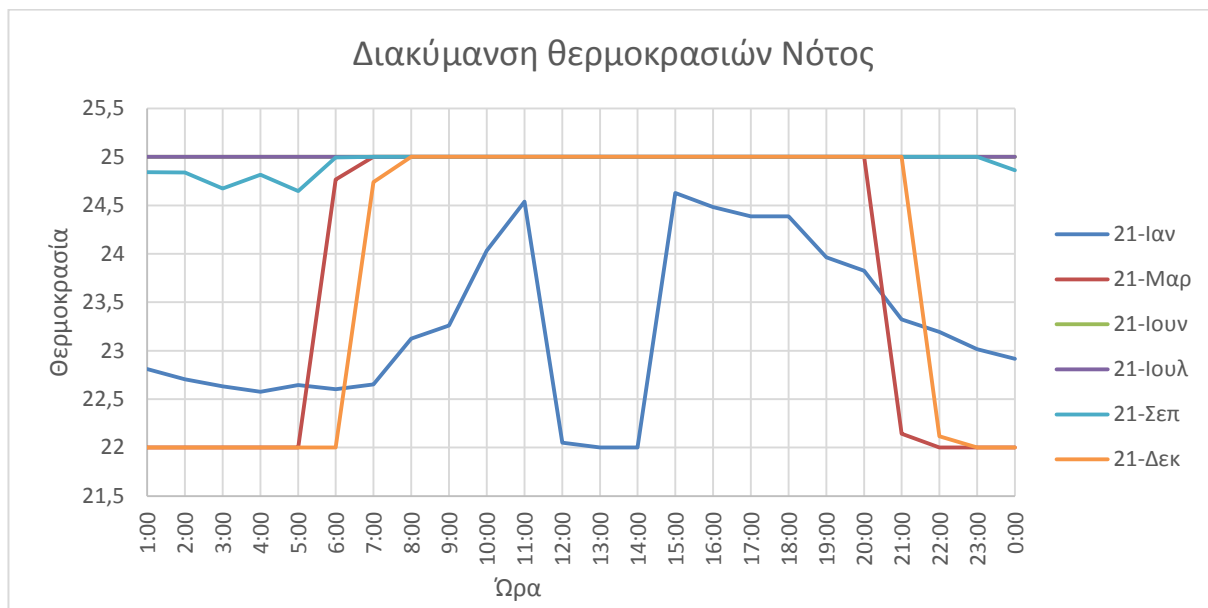
Εικ. 6.δ Ιδιότητες υαλοπίνακα

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7	Obj8
Name		Anakainismenih orofh	Anakainismeno dapedo	Dapedo 5os	Esotericoi anakainismenoi toixoi	Exwterikoi toixoi	Orofh 5os	Parathuro	Parathuro me ergo
Outside Layer		Linoleum	Oplismeno skurodema	Oplismeno skurodema	Gipsosenida	epixisma toixoi esoterika	Mosaiko	Tzami	Low SHGC tzami
Layer 2		Fellos	Gampilodema	Mosaiko	Petrovarrvakas	Tsimentolithoi	Oplismeno skurodema	Aeras	Argon
Layer 3		Gampilodema	Fellos		Gipsosenida	epixisma toixoi esoterika		Tzami	Low SHGC tzami
Layer 4		Oplismeno skurodema	Linoleum		epixisma toixoi esoterika				
Layer 5		epixisma tavani esoterika							
Layer 6									
Layer 7									

Εικ. 6.ε Δομικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν και στρώσεις υλικών τους (από έξω προς τα μέσα)

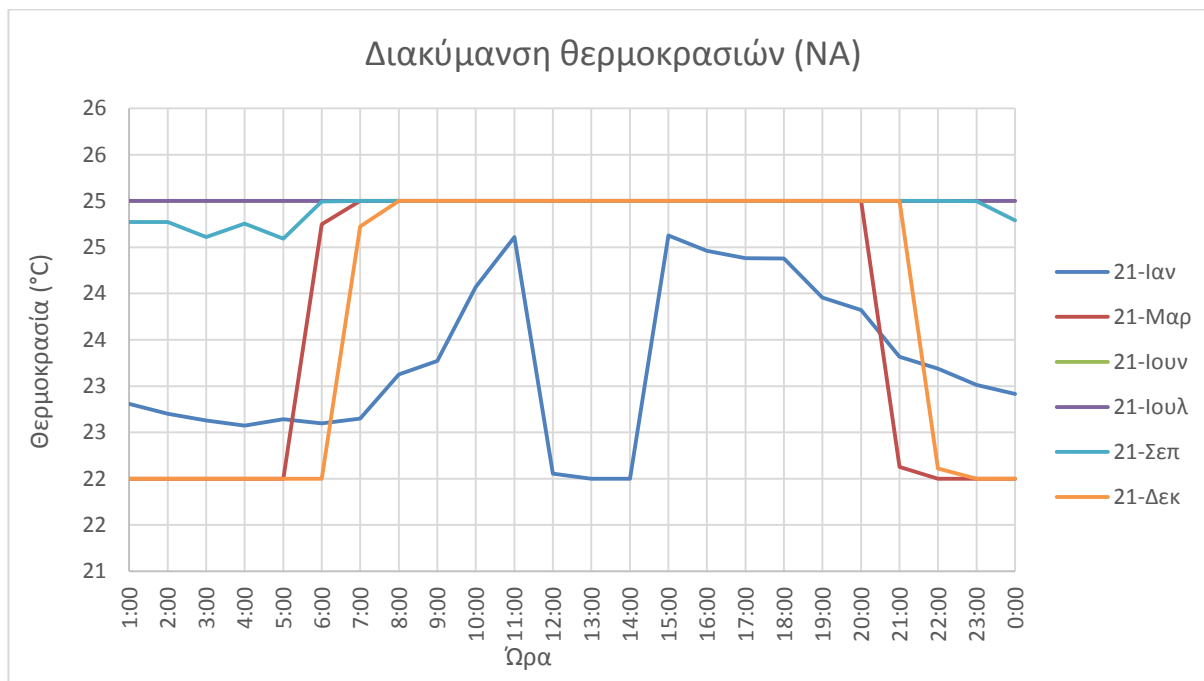
6.1 Διακύμανση θερμοκρασιών Υφιστάμενη κατάσταση

Νότιος προσανατολισμός



Εικ.6.1 Διάγραμμα Θερμοκρασιών θαλάμου υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού

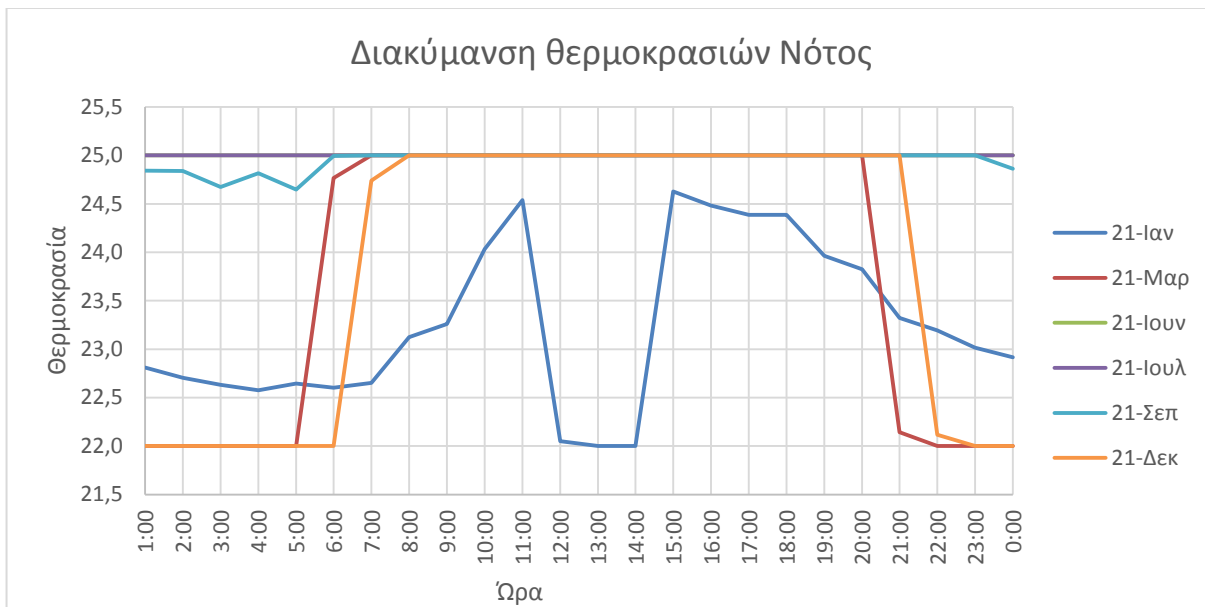
Νοτιοανατολικός Προσανατολισμός



Εικ.6.2 Διάγραμμα Θερμοκρασιών θαλάμου υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού

Πρώτη Βελτιωτική Πρόταση

Νότιος Προσανατολισμός



Εικ.6.3 Διακύμανση θερμοκρασιών θαλάμου βελτίωσης 1 για νότιο προσανατολισμό

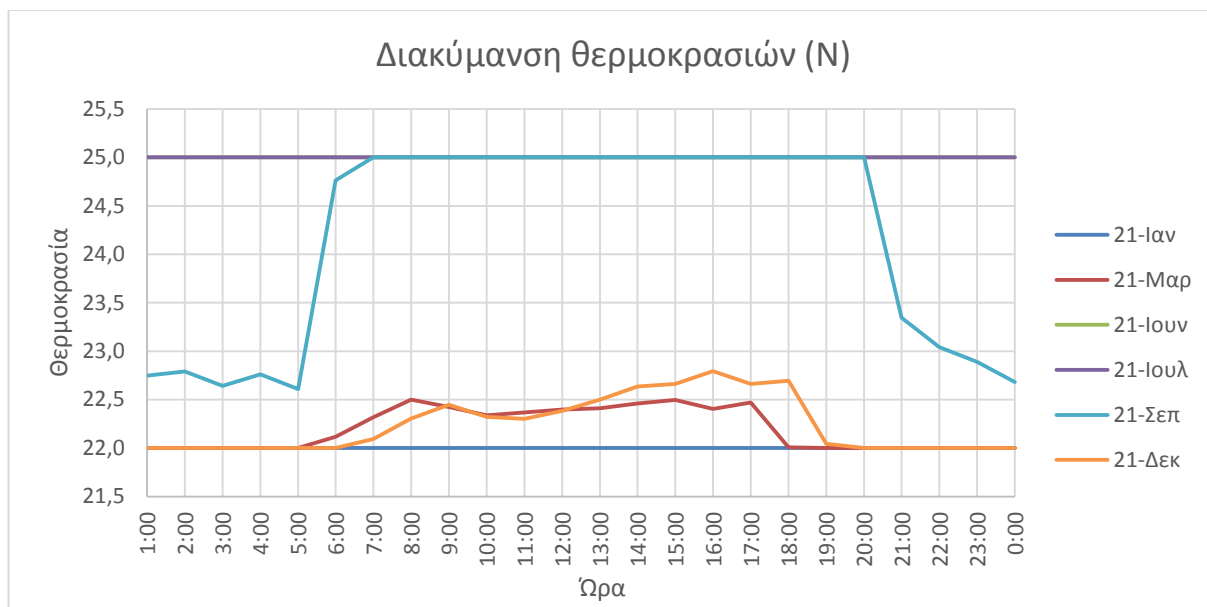
Νοτιοανατολικός Προσανατολισμός



Εικ.6.4 Διακύμανση θερμοκρασιών θαλάμου βελτίωσης 1 για νοτιοανατολικό προσανατολισμό

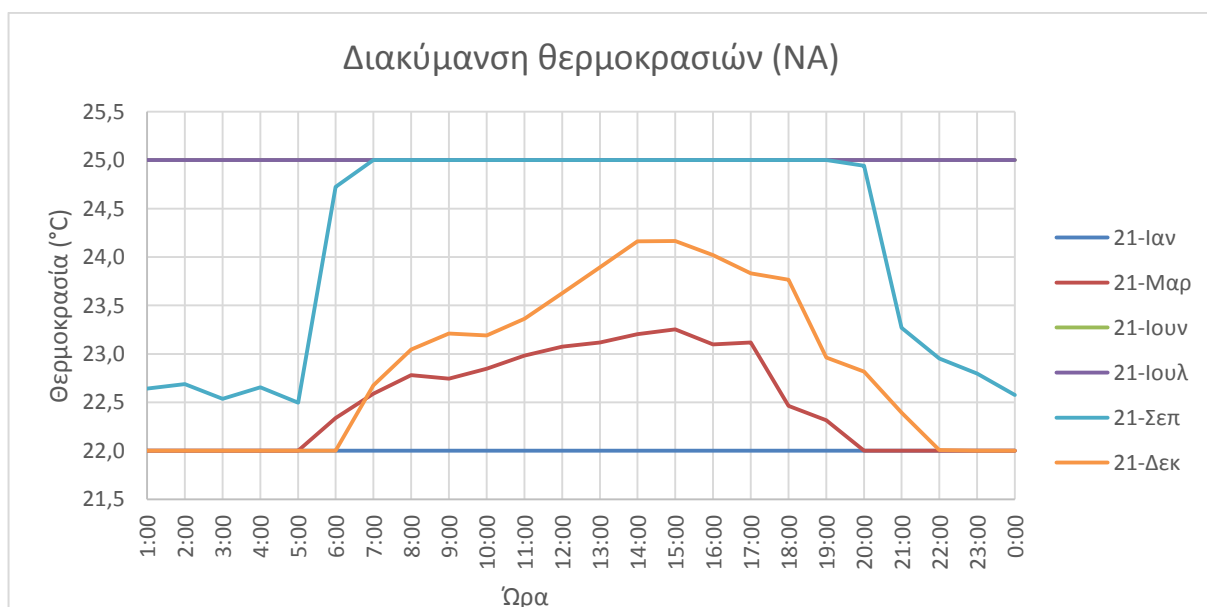
Δεύτερη Βελτιωτική Πρόταση

Νότιος Προσανατολισμός



Εικ.6.5 Διακύμανση θερμοκρασιών θαλάμου βελτίωσης 2 για νότιο προσανατολισμό

Νοτιοανατολικός Προσανατολισμός



Εικ.6.6 Διακύμανση θερμοκρασιών θαλάμου βελτίωσης 2 για νοτιοανατολικό προσανατολισμό

6.2 Κόστος για θέρμανση και ψύξη

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.

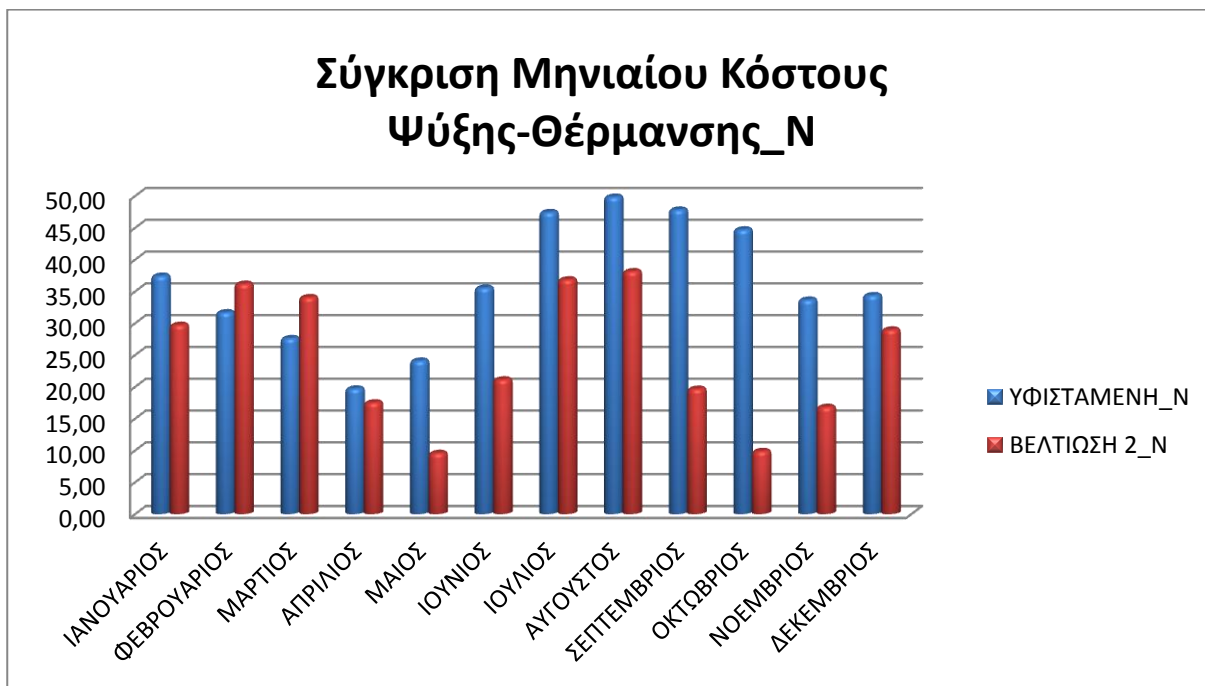
Για να επιτευχθεί αυτό, στο EnergyPlus τροποποιήθηκαν τα κελία HVACTemplate:Thermostat και HVACTemplate:IdealLoadsAirSystem, κατάλληλα, έτσι ώστε να τηρηθούν τα θερμοκρασιακά όρια της θερμικής άνεσης για νοσηλευτικό θάλαμο. Αυτά, σύμφωνα με την ASHRAE, είναι 70-75 °F, δηλαδή 21-24 °C, περίπου. [2] Στην παρούσα διπλωματική, όμως, τα όρια θερμικής άνεσης που τέθηκαν κατά την προσομοίωση είναι 22-25 °C, σύμφωνα με τις διατάξεις της Τεχνικής Οδηγίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας. [3]

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.

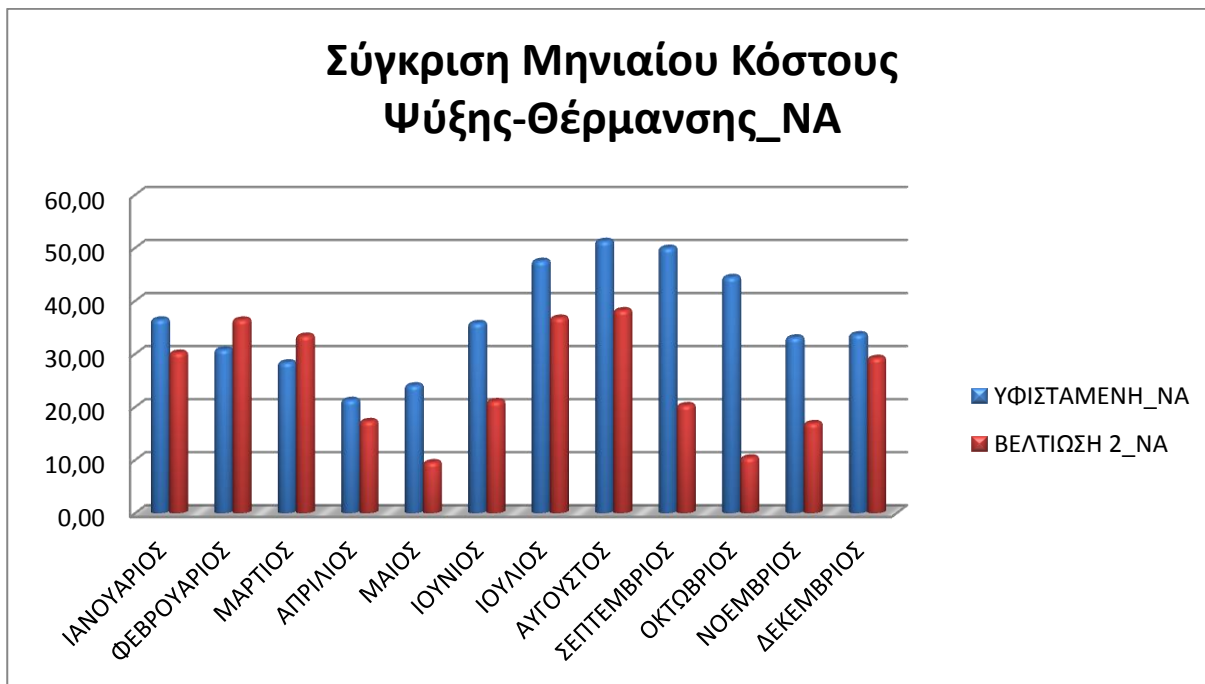
Έτσι, μετά την τροποποίηση $1 \text{ kWh} = 3600000 \text{ J}$, τα αποτελέσματα ενέργειας που προέκυψαν, μηνιαίως, για κάθε σενάριο, καθώς και ο υπολογισμός του αντίστοιχου κόστους (όπου η τρέχουσα τιμή αγοράς της κιλοβατώρας από τη Δ.Ε.Η. είναι 0.0674 ευρώ) είναι τα ακόλουθα:

Νότιος Προσανατολισμός



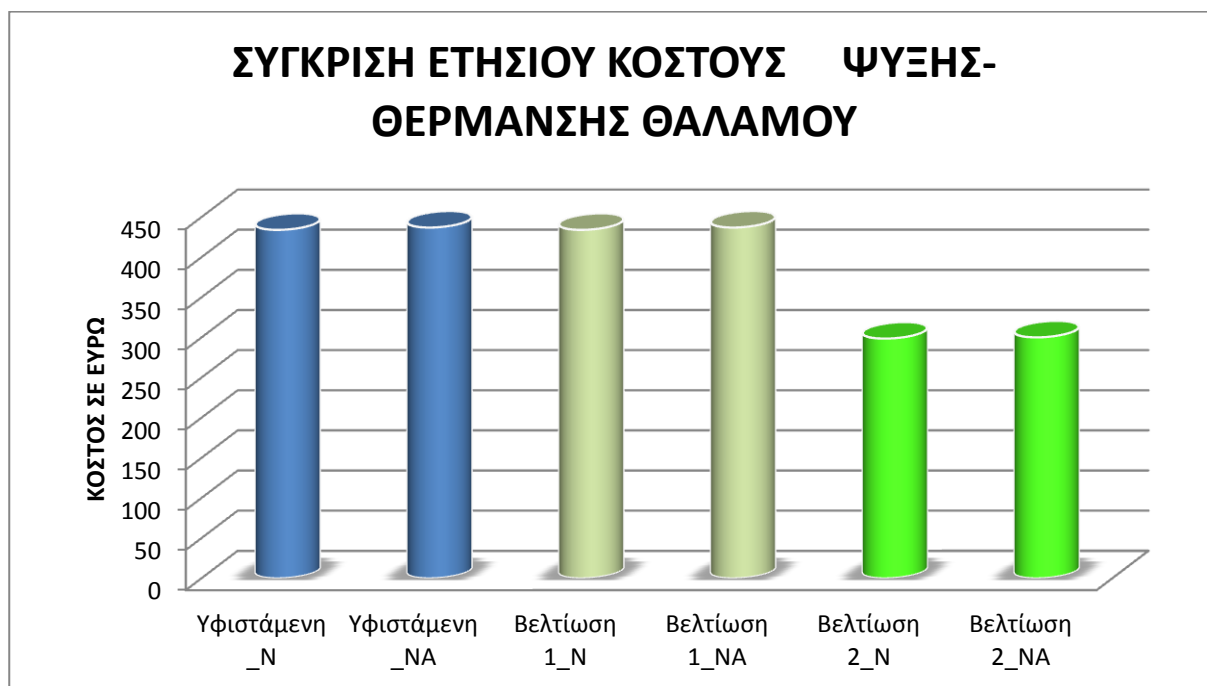
Εικ.6.7 Σύγκριση Μηνιαίου Κόστους Ψύξης-Θέρμανσης_ Νότιος προσανατολισμός

Νοτιοανατολικός Προσανατολισμός



Εικ.6.8 Σύγκριση Μηνιαίου Κόστους Ψύξης-Θέρμανσης_ Νοτιοανατολικός προσανατολισμός

Ετήσιο Κόστος



Εικ.6.9 Σύγκριση ετήσιου κόστους ψύξης και θέρμανσης όλων των καταστάσεων για τους 2 προσανατολισμούς

- Δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά στο ετήσιο κόστος μεταξύ των δύο διαφορετικών προσανατολισμών για τις 2 βελτιωτικές προτάσεις αλλά και για την υφιστάμενη κατάσταση. Σε όλες τις περιπτώσεις που μελετήθηκαν οι δαπάνες για ψύξη και θέρμανση του θαλάμου ήταν λίγο μεγαλύτερες για τον NA προσανατολισμό.
- Σημαντική μείωση ετήσιου κόστους για ανάγκες ψύξης και θέρμανσης σε επίπεδο θαλάμου επιτυγχάνεται με την εφαρμογή όλων των βελτιωτικών μέτρων που περιγράφονται μέσω των προτάσεων ένα και δύο της τάξης του 31% σε σύγκριση με το ετήσιο κόστος της υφιστάμενης κατάστασης και για τους 2 προσανατολισμούς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

7.1 Επίλογος

Ανακεφαλαιώνοντας, η παρούσα εργασία μελετά την υφιστάμενη κατάσταση των εξάκλινων θαλάμων νοσηλείας του νοσοκομείου ΚΑΤ που βρίσκονται στον 4^ο όροφο σε Νότιο και Νοτιοανατολικό προσανατολισμό. Η αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης αλλά και οι προτάσεις για βελτίωση της βασίζονται στα σημειούμενα επίπεδα έντασης φυσικού φωτισμού αλλά και θάμβωσης και τέλος στα ενεργειακά κόστη για ψύξη και θέρμανση του θαλάμου.

Αρχικά, λοιπόν, στην υφιστάμενη κατάσταση παρατηρήθηκαν τιμές έντασης φυσικού φωτισμού και θάμβωσης πολύ υψηλότερες των μέγιστων, οι οποίες προκαλούν θερμική και οπτική δυσφορία και για τους 2 προσανατολισμούς. Έτσι με στόχο τον περιορισμό των επιπέδων έντασης του φυσικού φωτισμού και θάμβωσης χωρίς όμως να σημειώνονται τιμές πολύ χαμηλές που να μειώνουν την αυτονομία φυσικού φωτός του θαλάμου και να παραβλέπουν τη σημαντικότητα της εισροής του στους θαλάμους, προτάθηκαν μέτρα βελτίωσης της υφιστάμενης κατάστασης.

Έτσι ως πρώτο βήμα βελτίωσης προτείνεται:

- ✓ η αλλαγή του θαλάμου σε τετράκλινο σύμφωνα με τις σύγχρονες τάσεις σχεδιασμού μονάδων νοσηλείας. Τα μέτρο καθιστά πιο βιώσιμο το θάλαμο νοσηλείας χαρίζοντας υψηλότερο επίπεδο νοσηλείας. Η ψυχολογική βελτίωση που παρατηρείται σύμφωνα με τη βιβλιογραφία στους ασθενείς βασιμότερων θαλάμων επιδρά πολύ θετικά στη διαδικασία της ανάρρωσής τους επιταχύνοντάς την σημαντικά.
- ✓ Μείωση της ανακλαστικότητας των τοίχων και του πατώματος με στόχο τη μείωση των επιπέδων έντασης φυσικού φωτισμού. Οι τιμές της οροφής και των εξωτερικών τοιχωμάτων παρέμειναν ίδιες με αυτές της υφιστάμενης κατάστασης.
- ✓ Αλλαγή στη σύνθεση των υαλοπινάκων από τζάμι-αέρας-τζάμι σε τζάμι-αργό-τζάμι αλλά και των ειδικών χαρακτηριστικών τους, με τα νέα να είναι:

U-factor: 0,43

SHGC: 0,26

VT: 0,63

Double low-e coating

Gas: Argon

Μετά την προσομοίωση του υπάρχοντος μοντέλου με τις αρχικά προτεινόμενες αλλαγές, παρατηρήθηκαν σημαντικά μειωμένα επίπεδα έντασης φυσικού φωτισμού αλλά και θάμβωσης. Παρόλα αυτά τα επίπεδα αυτά παρέμειναν αρκετά υψηλότερα των μέγιστων τιμών για το μεγαλύτερο ποσοστό των εξεταζόμενων ημερών. Τέλος δεν παρατηρήθηκε σημαντική μείωση του ετήσιου κόστους ψύξης και θέρμανσης του θαλάμου μεταξύ της αρχικώς βελτιωμένης κατάστασης και της υφιστάμενης. Οπότε ακολούθησε μετά από εκτενή βιβλιογραφική έρευνα και υπολογιστικές δοκιμές δεύτερη βελτιωμένη πρόταση επιπρόσθετα της πρώτης με κοινή συνεργία και στόχο την περαιτέρω μείωση των επιπέδων

έντασης φυσικού φωτισμού και θάμβωσης όχι όμως τόσο ώστε να μειώνεται η εποικοδομητική συνεισφορά του φυσικού φωτός.

Έτσι προτάθηκε και εξετάστηκε η τοποθέτηση εξωτερικής σκίασης κατακόρυφου προσανατολισμού με οριζόντιες περσίδες αλουμινίου για όλο το μήκος του μπαλκονιού κάθε θαλάμου και με απόσταση ανά τεμάχιο των περσίδων στα 15εκ., πλάτος 20εκ και ύψος κρέμασης από την άκρη του προβόλου που προέκυψε μετά από δοκιμές 140εκ. Επιπρόσθετα της εξωτερικής σκίασης κατακόρυφου προσανατολισμού, χρησιμοποιούνται και διαχωριστικά τεμάχια αλουμινίου με βασική χρήση την εξασφάλιση ιδιωτικότητας κάθε θαλάμου αλλά παράλληλα με συνεισφορά στη μείωση των τιμών έντασης φυσικού φωτισμού που εισέρχεται στο θάλαμο.

Μετά τις προσομοιώσεις του νέου μοντέλου για την ευμενέστερη αλλά και τη δυσμενέστερη θέση του θαλάμου προέκυψαν τιμές εντός των επιθυμητών ορίων για το μεγαλύτερο ποσοστό κάθε εξεταζόμενης ημέρας που όμως ήταν σημαντικά μεγαλύτερο από την ελάχιστη επιθυμητή τιμή έντασης φυσικού φωτισμού που ήταν και ο στόχος για την πληρέστερη και αποδοτικότερη εκμετάλλευση της εισροής φυσικού φωτός στο θάλαμο νοσηλείας. Η μέγιστη τιμή έντασης φυσικού φωτός για το δυσμενέστερο μήνα που λόγω ηλιακής γεωμετρίας είναι ο Δεκέμβριος ήταν υψηλότερη της μέγιστης επιθυμητής, όμως την ξεπερνούσε μόνο για λίγες ώρες μέσα στη διάρκεια της ημέρας. Το φαινόμενο αυτό σε συνδυασμό με τις τιμές θάμβωσης που συχνά ήταν μεγαλύτερες της μέγιστης επιθυμητής τιμής μπορεί εύκολα να ελεγχθεί μέσω της χρήσης είτε εσωτερικών κινητών περσίδων που θα λειτουργούν μόνο για τις ώρες εκείνες που οι τιμές προκαλούν οπτική ενόχληση είτε ακόμα και με τη χρήση κουρτινών. Σημαντική είναι η παρατήρηση ότι η τελική πρόταση βελτίωσης της υφιστάμενης κατάστασης επιφέρει ετήσια μείωση του κόστους για ψύξη και θέρμανση του θαλάμου της τάξης του 31% σε σύγκριση με την υφιστάμενη κατάσταση και για τους δύο προσανατολισμούς.

7.2 Προτάσεις για τη συνέχιση της εργασίας

Στην παρούσα έρευνα υπάρχουν πεδία που ένας μελλοντικός ερευνητής θα μπορούσε να εμβαθύνει. Αρχικά, 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.

Επίσης, καθώς η τελικώς προτεινόμενη βελτιωτική πρόταση αφορά την τοποθέτηση εξωτερικής σκίασης, θα μπορούσαν να εξεταστούν επιπρόσθετα σενάρια σκίασης και να μελετηθεί η επίδραση τους και να γίνει σύγκριση με τη υφιστάμενη κατάσταση αλλά και την τελικώς προτεινόμενη βελτιωτική πρόταση. Η διαφοροποίηση των νέων σεναρίων θα έγκειται στην επιλογή διαφορετικών διαστάσεων τεμαχίων περσίδων αλλά και επιπρόσθετες δοκιμές ύψους κρέμασης τους απ' την άκρη του προβόλου. Παράλληλα θα μπορούσαν να εξετασθούν και σενάρια σκίασης κατακόρυφου προσανατολισμού με διαφορετική απ' την εδώ προτεινόμενη απόσταση ανά τεμάχιο περσίδων,

Τέλος, μια επιπλέον πρόταση για επέκταση της παρούσας μελέτης θα ήταν η προσπάθεια εξαγωγής συμπερασμάτων για τα ετήσια κόστη ψύξης και θέρμανσης του θαλάμου σε επίπεδο πλέον ολόκληρης της νοσηλευτικής μονάδας. Παράλληλα ενδιαφέρον θα παρουσίαζε και η εκπόνηση ανάλυσης κόστους ωφελειών για την τοποθέτηση της εξωτερικής σκίασης σε ολόκληρη την νοσηλευτική μονάδα καθώς και ο υπολογισμός του χρόνου απόσβεσης της συγκεκριμένης επένδυσης, δεδομένης της μείωσης του ετήσιου κόστους που αποφέρει.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικ.1.1 Ιδιότητες υαλοπινάκων Πηγή: http://www.commercialwindows.org/shgc.php	9
Εικ.1.2 Χαρακτηριστικά διαφορετικών τύπων υαλοπινάκων Πηγή: www.commercialwindows.org	11
Εικ.1.3: Συντελεστές ανάκλασης των βασικών χρωμάτων σε τρεις διαφορετικές αποχρώσεις Πηγή: Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010, Α΄ Έκδοση, Αθήνα, Ιανουάριος 2011.....	13
Εικ.1.4: Συντελεστές ανάκλασης οροφών και τοίχων για διαφορετικές αποχρώσεις Πηγή: Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010, Α΄ Έκδοση, Αθήνα, Ιανουάριος 2011.....	14
Εικ.1.5 Λειτουργία σκίαστρων το καλοκαίρι και το χειμώνα Πηγή: http://construction.about.com	15
Εικ.1.6: Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους Πηγή: ΤΟΤΕΕ 2425/86	20
Εικ.1.7: Όρια έντασης φωτισμού σύμφωνα με την Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού Πηγή: http://www.efc.gr/	21
Εικ.1.8: Επίπεδα έντασης φωτισμού ανά κατηγορία εργασίας Πηγή: http://www.efc.gr/	21
Εικ.1.9: Χαρακτηριστικά του ανθρώπινου κερκάρδιου κύκλου Πηγή: http://el.wikipedia.org/wiki/	24
Εικ.2.1 Τυπικές φωτεινές εντάσεις διάφορων περιπτώσεων Πηγή: http://www.efc.gr/	29
Εικ.2.2 Τυπικές φωτεινές εντάσεις χρωμάτων και υλικών Πηγή: http://www.efc.gr/	29
Εικ.2.3 Συνιστώμενες τιμές φωτεινής έντασης ανάλογα με το είδος δραστηριότητας Πηγή: www.efc.gr	29
Εικ.2.4 Όρια στάθμης έντασης φωτισμού Πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010	31
Εικ.2.5 Οι δύο κύριες κινήσεις της Γης Πηγή: http://www.ecoarchitects.gr/	34
Εικ.2.6 Ηλιακός κώνος Πηγή: http://www.ecoarchitects.gr/	35
Εικ.3.1. Αεροφωτογραφία του Νοσοκομείου ΚΑΤ. Πηγή Google earth	42
Εικ.3.2 Προσομοίωση νοσοκομείου ΚΑΤ με το πρόγραμμα SketchUp	43
Εικ.3.3 Τομή κεντρικού κτηρίου. Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία του ΚΑΤ	44
Εικ.3.4 Διάγραμμα Global Horizontal Illuminance για όλο το χρόνο για την περιοχή της Αθήνας με χρήση του προγράμματος Radiance.....	45
Εικ.3.5.α Διάγραμμα Mean Illuminance Map για θάλαμο Νότιου προσανατολισμού με χρήση του προγράμματος Radiance.....	46
Εικ.3.5.β Διάγραμμα Mean Illuminance Map για θάλαμο Νοτιοανατολικού προσανατολισμού με χρήση του προγράμματος Radiance.....	46
Εικ.3.6 Χαρακτηριστικές θέσεις που μελετήθηκαν	48
Εικ.3.7 Θέση εξέτασης 1_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση του προγράμματος SketchUp	49
Εικ.3.8 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 1 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού.....	50
Εικ.3.11 Θέση εξέτασης 2_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση του προγράμματος SketchUp.....	51
Εικ.3.12 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 2 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού.....	52
Εικ.3.13 Θέση εξέτασης 3_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση του προγράμματος SketchUp.....	52
Εικ.3.12 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 3 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού.....	53
Εικ.3.16 Θέση 4 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού. Χρήση του προγράμματος SketchUp.	54
Εικ.3.17 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 4 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού.....	55
Εικ.3.18 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 1 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού.....	55
Εικ.3.19 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης ενδιάμεσης δεξιά υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού	56
Εικ.3.20 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 2 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού.....	57
Εικ.3.21 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 3 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού.....	58

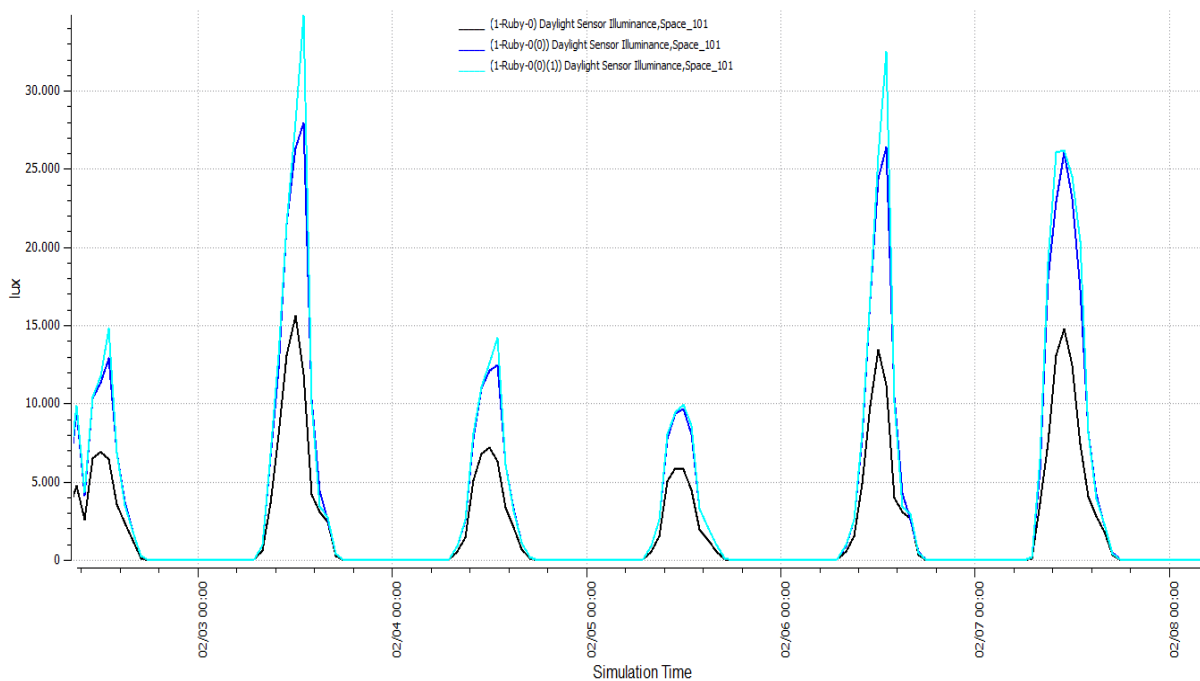
Εικ.3.22 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης ενδιάμεσης αριστερά υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού	59
Εικ.3.23 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 4 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού.....	60
Εικ.3.24 Θέση 1 εξέτασης θάμβωσης_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση προγράμματος SketchUp	62
Εικ.3.25 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 1 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού	62
Εικ.3.26 Θέση ενδιάμεση δεξιά εξέτασης θάμβωσης_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση προγράμματος SketchUp	63
Εικ.3.27 Διάγραμμα θάμβωσης ενδιάμεσης θέσης υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού	63
Εικ.3.28 Θέση 2 εξέτασης θάμβωσης_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση προγράμματος SketchUp	64
Εικ.3.29 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 2 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού	64
Εικ.3.30 Θέση 3 εξέτασης θάμβωσης_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση προγράμματος SketchUp.	65
Εικ.3.31 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 3 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού	65
Εικ.3.34 Θέση 4 εξέτασης θάμβωσης_υφιστάμενης κατάστασης. Χρήση προγράμματος SketchUp.	67
Εικ.3.35 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 4 υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού	67
Εικ.3.36 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 1 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού	68
Εικ.3.37 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης ενδιάμεσης δεξιά υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού.....	69
Εικ.3.38 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 2 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού	70
Εικ.3.39 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 3 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού	71
Εικ.3.40 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης ενδιάμεσης αριστερά υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού.....	72
Εικ.3.41 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 4 υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού	73
Εικ.3.42 Πίνακας των δεικτών απόδοσης υφιστάμενης κατάστασης θαλάμου νότιου προσανατολισμού	75
Εικ.3.43 Πίνακας των δεικτών απόδοσης υφιστάμενης κατάστασης θαλάμου νοτιοανατολικού προσανατολισμού.....	76
Εικ.4.1 Τα νέα χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων	78
Εικ.4.2 Mean illuminance Map θαλάμου νότιου προσανατολισμού βελτίωσης 1. Χρήση προγράμματος Radiance.....	79
Εικ.4.3 Mean illuminance Map θαλάμου νοτιοανατολικού προσανατολισμού βελτίωσης 1. Χρήση προγράμματος Radiance.....	79
Εικ.4.4 Θέση 1 εξέτασης έντασης φυσικού φωτός_ βελτίωση 1. Χρήση του προγράμματος SketchUp.....	80
Εικ.4.5 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 1 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού.....	80
Εικ.4.6 Θέση 2 εξέτασης έντασης φυσικού φωτός_ βελτίωση 1. Χρήση του προγράμματος SketchUp.....	81
Εικ.4.7 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 2 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού.....	81
Εικ.4.8 Θέση 3 εξέτασης έντασης φυσικού φωτός_ βελτίωση 1. Χρήση του προγράμματος SketchUp.....	82
Εικ.4.10 Θέση 4 εξέτασης έντασης φυσικού φωτός_ βελτίωση 1	83
Εικ.4.11 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 4 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού.....	83
Εικ.4.12 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 1 βελτίωσης 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού	84
Εικ.4.13 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 2 βελτίωσης 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού	85
Εικ.4.14 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 3 βελτίωσης 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού	86
Εικ.4.15 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτός θέσης 4 βελτίωσης 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού	87
Εικ.4.16 Θέση 1 εξέτασης θάμβωσης_ βελτίωσης 1. Χρήση του προγράμματος SketchUp.....	88
Εικ.4.17 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 1 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού	88
Εικ.4.18 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 1 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού. Χρήση του προγράμματος SketchUp.	89

Εικ.4.19 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 2 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού	90
Εικ.4.20 Θέση 3 εξέτασης θάμβωσης_ βελτίωσης 1. Χρήση του προγράμματος SketchUp.....	90
Εικ.4.21 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 4 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού	91
Εικ.4.22 Θέση 4 εξέτασης θάμβωσης_ βελτίωσης 1. Χρήση του προγράμματος SketchUp.....	91
Εικ.4.23 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 4 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού	92
Εικ.4.24 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 1 βελτίωσης 1 νότιου προσανατολισμού	92
Εικ.4.25 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 2 βελτίωσης 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού	93
Εικ.4.26 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 3βελτίωσης 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού	93
Εικ.4.27 Διάγραμμα θάμβωσης θέσης 4 βελτίωσης 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού	94
Εικ.4.28 Πίνακας των DA Metrics βελτίωσης 1 θαλάμου νότιου προσανατολισμού	94
Εικ.4.29 Πίνακας των DA Metrics βελτίωσης 1 θαλάμου νοτιοανατολικού προσανατολισμού	95
Εικ.5.1 Χαρακτηριστικές θέσεις που μελετήθηκαν	99
Εικ.5.2 Θέση 1 εξέτασης έντασης φυσικού φωτός_ βελτίωσης 2. Χρήση προγράμματος Radiance.	100
Εικ.5.3 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτισμού βελτίωσης 2 για θέση 1 νότιου προσανατολισμού	100
Εικ.5.4 Θέση 3 εξέτασης έντασης φυσικού φωτός_ βελτίωσης 2. Χρήση προγράμματος Radiance.	101
Εικ.5.5 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτισμού βελτίωσης 2 για θέση 3 νότιου προσανατολισμού	101
Εικ.5.6 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτισμού βελτίωσης 2 για θέση 1 νοτιοανατολικού προσανατολισμού	102
Εικ.5.7 Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτισμού βελτίωσης 2 για θέση 3 νοτιοανατολικού προσανατολισμού	103
Εικ.5.8 Θέση 1 εξέτασης θάμβωσης_ βελτίωσης 2. Χρήση προγράμματος Radiance.....	104
Εικ.5.9 Διάγραμμα Θέσης 1 θάμβωσης_ βελτίωσης	104
- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Μάρτιο και είναι υψηλότερη της επιθυμητής τιμής.....	104
- Με εξαίρεση ένα μικρό χρονικό διάστημα για τους μήνες Σεπτέμβριο και Δεκέμβριο όλοι οι άλλοι μήνες σημειώνουν τιμές θάμβωσης εντός των επιθυμητών ορίων.....	104
Εικ.5.10 Θέση 3 εξέτασης θάμβωσης_ βελτίωσης 2. Χρήση προγράμματος Radiance	105
Εικ.5.11 Διάγραμμα Θέσης 3 θάμβωσης_ βελτίωσης 2	105
- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και τις μεσημεριανές ώρες.	105
- Οι τιμές για όλους τους υπό εξέταση μήνες κυμαίνονται πολύ κοντά στην μέγιστη επιθυμητή τιμή και την ξεπερνούν για λίγο.	105
- Οι χαμηλότερες τιμές θάμβωσης σημειώνονται για τους θερινούς μήνες Ιούνιο και Ιούλιο.....	105
Εικ.5.12 Διάγραμμα Θέσης 1 θάμβωσης_ βελτίωσης 2	106
- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και είναι υψηλότερη της επιθυμητής τιμής.	106
- Με εξαίρεση ένα μικρό χρονικό διάστημα για τους μήνες Μάρτιο και Δεκέμβριο όλοι οι άλλοι μήνες σημειώνουν τιμές θάμβωσης εντός των επιθυμητών ορίων.....	106
Εικ.5.13 Διάγραμμα Θέσης 3 θάμβωσης_ βελτίωσης 2	107
- Η μέγιστη τιμή σημειώνεται για το μήνα Δεκέμβριο και τις μεσημεριανές ώρες.	107
- Οι τιμές για όλους τους υπό εξέταση μήνες κυμαίνονται πολύ κοντά στην μέγιστη επιθυμητή τιμή και την ξεπερνούν για λίγο.	107
- Οι χαμηλότερες τιμές θάμβωσης σημειώνονται για τους θερινούς μήνες Ιούνιο και Ιούλιο.....	107
- Οι μέγιστες τιμές θάμβωσης για τις εξεταζόμενες μέρες σημειώνονται χρονιά νωρίτερα μέσα στη διάρκεια της ημέρας απ' ότι οι αντίστοιχες τιμές για το θάλαμο του νότιου προσανατολισμού.....	107
Εικ.5.14 Πίνακας των DA Metrics βελτίωσης 2 θέσεων 1 και 3 νότιου προσανατολισμού	107
Εικ.5.15 Πίνακας των DA Metrics βελτίωσης 2 θέσεων 1 και 3 νοτιοανατολικού προσανατολισμού	108
Εικ.6.α Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την προσομοίωση	111
Εικ.6.β Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την προσομοίωση	111
Εικ.6.γ Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την προσομοίωση.....	112
Εικ.6.δ Ιδιότητες υαλοπίνακα	112

Εικ.6.ε Δομικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν και στρώσεις υλικών τους (από έξω προς τα μέσα).....	112
Εικ.6.1 Διάγραμμα Θερμοκρασιών θαλάμου υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού.....	113
Εικ.6.2 Διάγραμμα Θερμοκρασιών θαλάμου υφιστάμενης κατάστασης νοτιοανατολικού προσανατολισμού ..	113
Εικ.6.3 Διακύμανση θερμοκρασιών θαλάμου βελτίωσης 1 για νότιο προσανατολισμό.....	114
Εικ.6.4 Διακύμανση θερμοκρασιών θαλάμου βελτίωσης 1 για νοτιοανατολικό προσανατολισμό.....	114
Εικ.6.5 Διακύμανση θερμοκρασιών θαλάμου βελτίωσης 2 για νότιο προσανατολισμό.....	115
Εικ.6.6 Διακύμανση θερμοκρασιών θαλάμου βελτίωσης 2 για νοτιοανατολικό προσανατολισμό.....	115
Εικ.6.7 Σύγκριση Μηνιαίου Κόστους Ψύξης-Θέρμανσης_ Νότιος προσανατολισμός.....	117
Εικ.6.8 Σύγκριση Μηνιαίου Κόστους Ψύξης-Θέρμανσης_ Νοτιοανατολικός προσανατολισμός	117
Εικ.6.9 Σύγκριση ετήσιου κόστους ψύξης και θέρμανσης όλων των καταστάσεων για τους 2 προσανατολισμούς	118

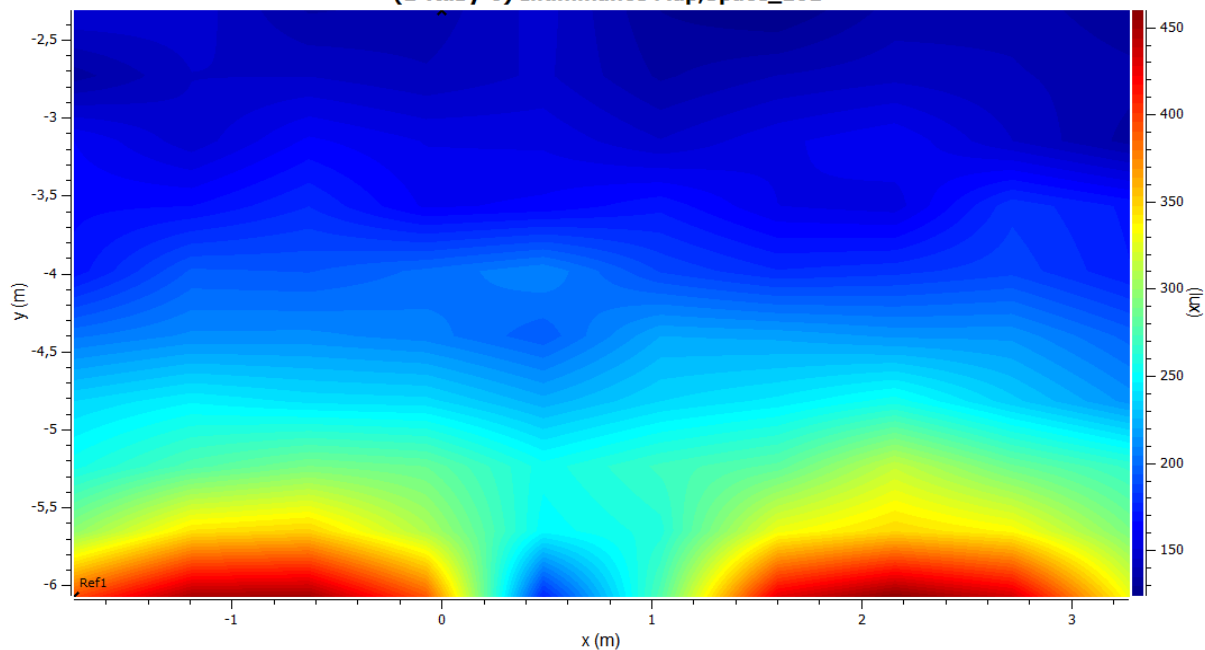
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

❖ Υφιστάμενη Κατάσταση

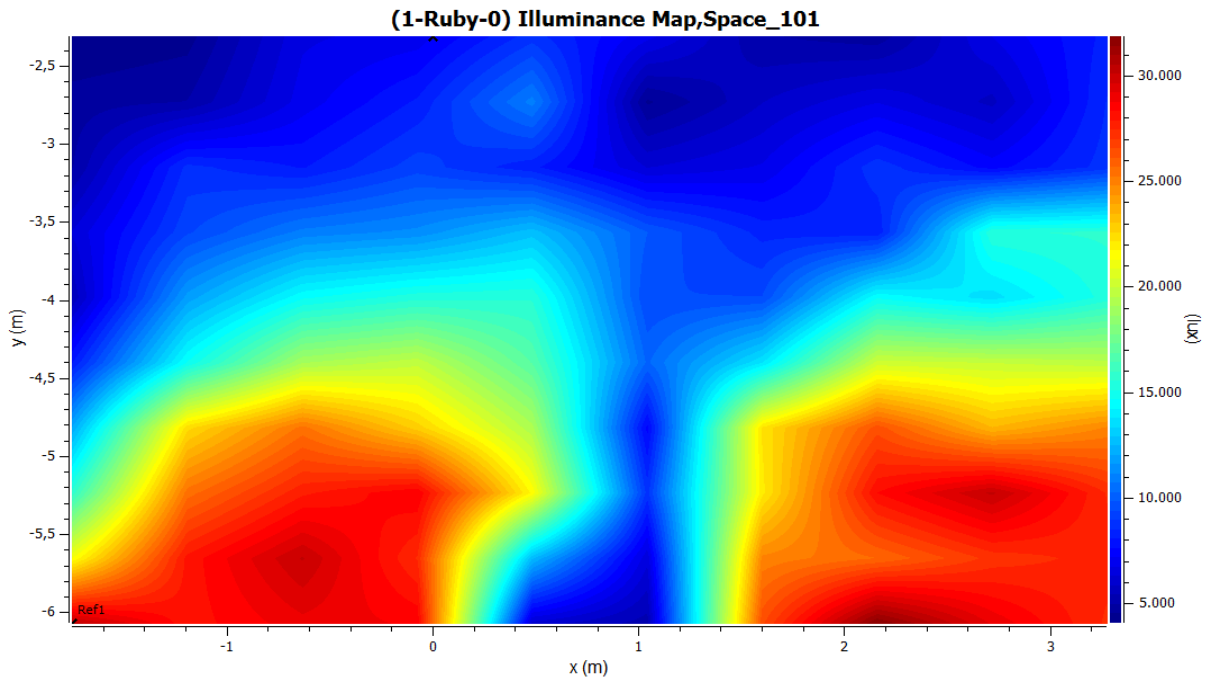


Σύγκριση έντασης φυσικού φωτισμού ενδιάμεσης θέσης υφιστάμενης κατάστασης νότιου προσανατολισμού

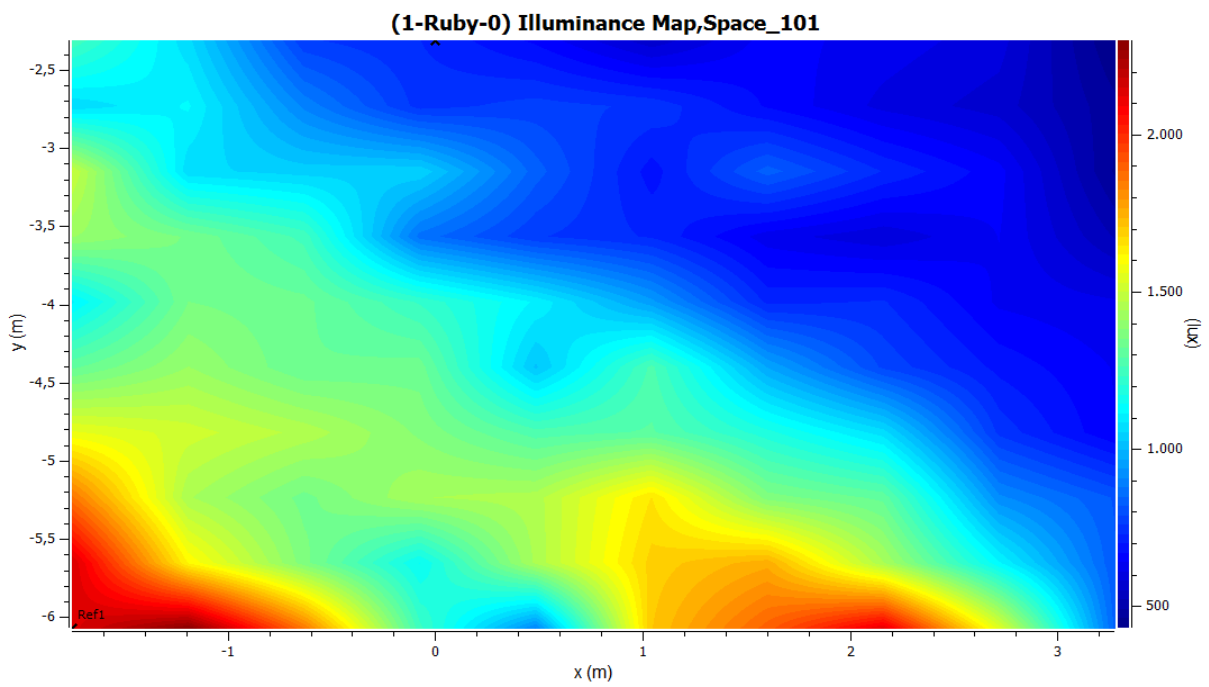
(1-Ruby-0) Illuminance Map,Space_101



Διάγραμμα illuminance map για 21/12 14:00 νότιου προσανατολισμού υφιστάμενης κατάστασης

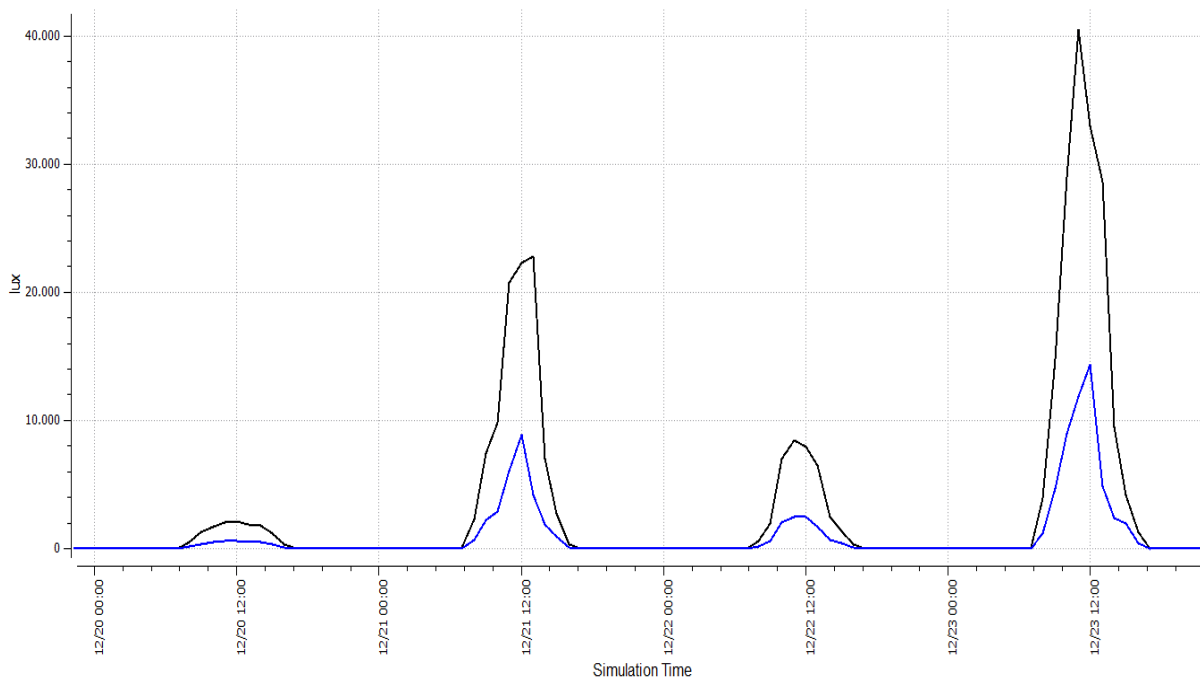


Διάγραμμα illuminance map για 21/12 13:00 νότιου προσανατολισμού υφιστάμενης κατάστασης

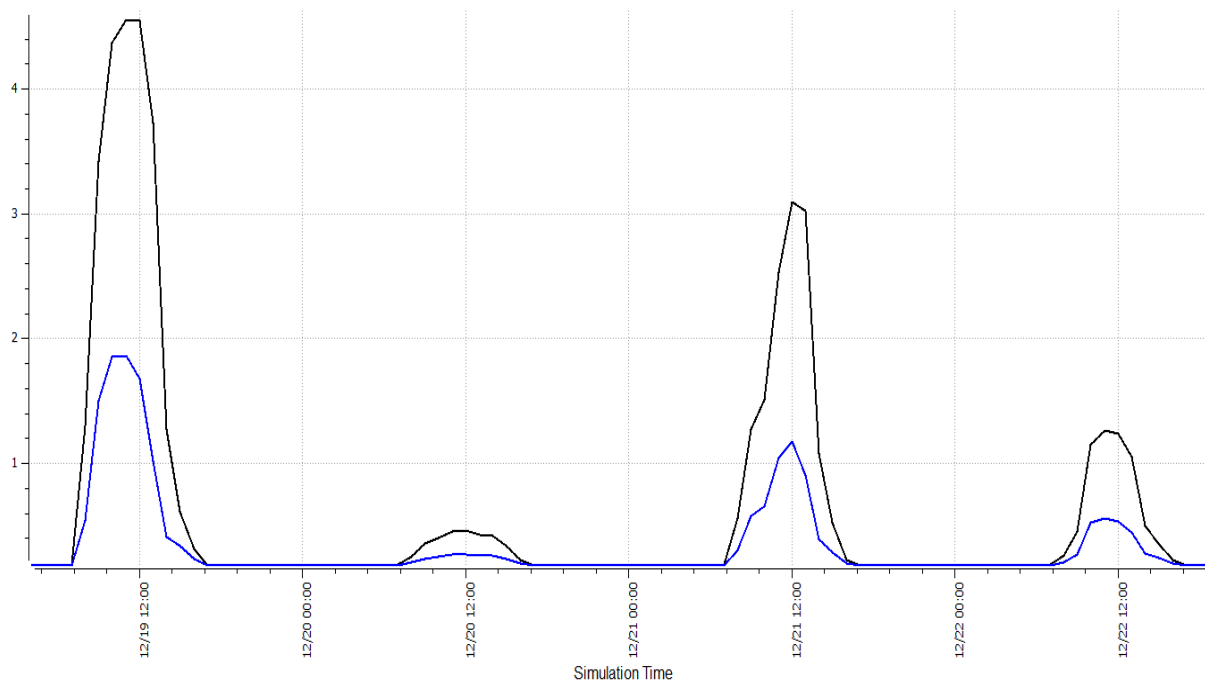


Διάγραμμα illuminance map για 21/12 08:00 νότιου προσανατολισμού υφιστάμενης κατάστασης

Πρώτη Βελτιωτική Πρόταση

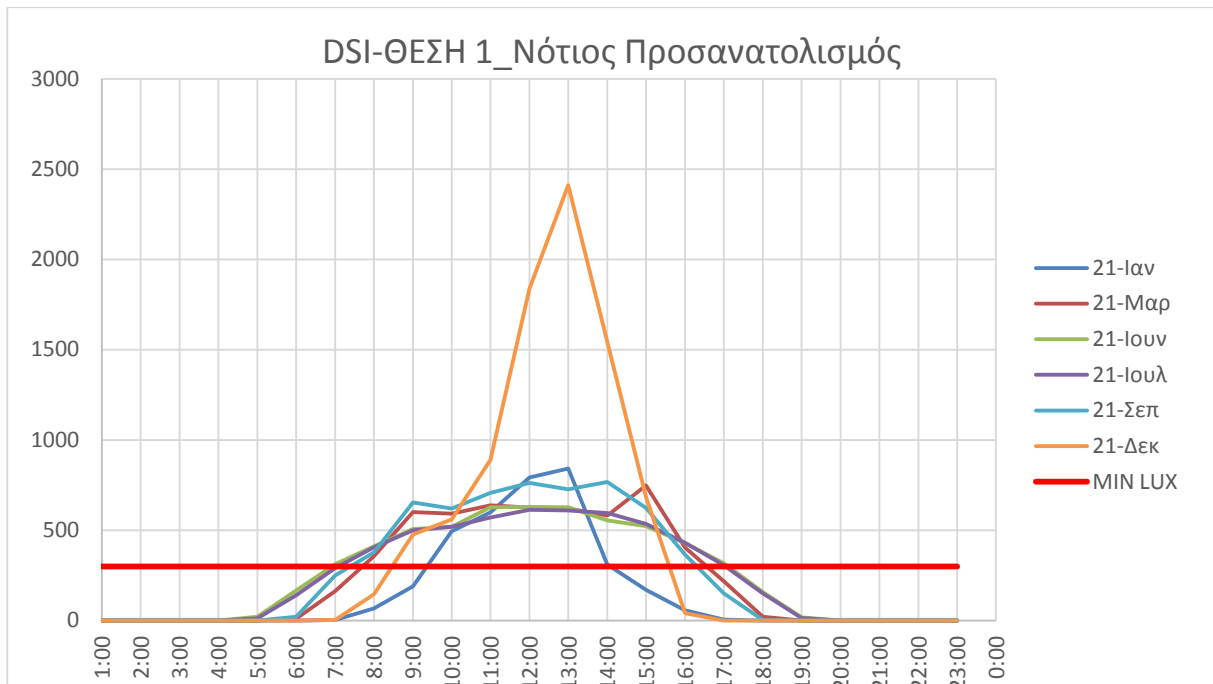


Σύγκριση έντασης φυσικού φωτισμού υφιστάμενης κατάστασης και βελτίωσης Ινότιου προσανατολισμού

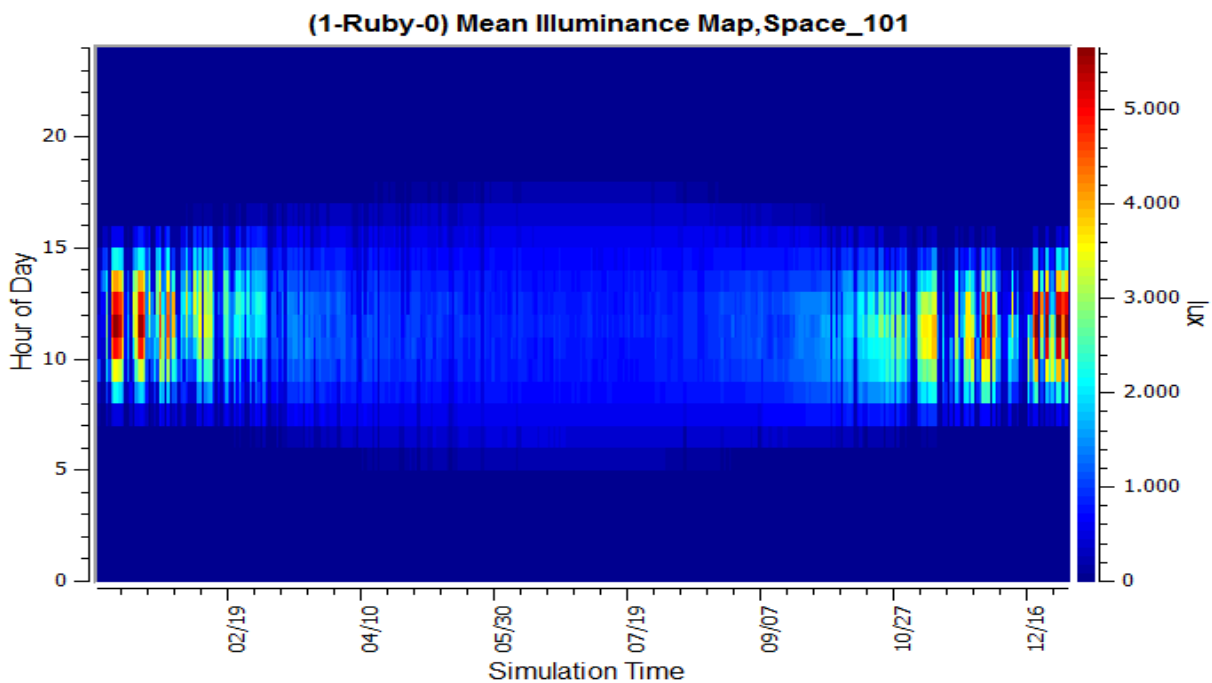


Σύγκριση έντασης φυσικού φωτισμού υφιστάμενης κατάστασης και βελτίωσης Ινότιοανατολικού προσανατολισμού

Δεύτερη Βελτιωτική Πρόταση



Διάγραμμα έντασης φυσικού φωτισμού για νότιο προσανατολισμό για περσίδες ανά 5cm και ύψος κρέμασης 140cm



Mean illuminance Map για περσίδες ανά 5cm και ύψος κρέμασης 140cm

Copyright © Δημήτριος Ν. Κουφός

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.

