



ΑΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ :

Η Τεχνολογία του Daylighting

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΚΟΥΚΟΥΒΙΤΑΚΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΣΑΚΚΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΑΜ : 5034

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2014

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

➤ Μέρος Α

Εισαγωγή	4
Περίληψη	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:Εισαγωγή στην τεχνολογία Daylighting	6
1.1 Ο ορισμός του Daylighting.....	6
1.2 Ιστορία του Daylighting	6
1.3 Λόγοι ενδιαφέροντος για το Daylighting	9
1.4 Σχέση ενέργειας και φυσικού φωτισμού.....	10
1.5. Ο ανθρώπινος παράγοντας στο ρόλο του φυσικού φωτισμού.....	12
1.6. Στάδια σχεδιασμού Daylighting.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:Τύποι τεχνολογίας Daylighting,μεθόδοι υπολογισμού.	13
2.1. Τύποι τεχνολογίας Daylighting	44
2.2. Βοηθήματα σχεδιασμού Daylighting	23
2.2.1. Απλά εργαλεία και υπολογισμοί	46
2.2.2. Φυσικός σχεδιασμός	46
2.2.3. Ψηφιακός σχεδιασμός	30
2.3. Λογισμικό σχεδιασμού Daylighting.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η μελέτη του Αρχιτεκτονικού φωτισμού	32
3.1. Σκοπιμότητα μελέτης αρχιτεκτονικού φωτισμού	32
3.2. Αναγκαιότητα για μελέτη φωτισμού	33
3.3. Στάδια της μελέτης φωτισμού	34
3.4. Χαρακτηριστικά επαγγελματία Μελετητή φωτισμού.....	36
3.6. Κόστος μελέτης φωτισμού.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:Τα παράθυρα και η σχέση τους με το Daylighting. Σφάλμα!	
Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
4.1. Εισαγωγή στα παράθυρα.....	38
4.1.1. Παράθυρα στους πλευρικούς τοίχους.....	39
4.1.2. Παράθυρα οροφής-φεγγίτες.....	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Daylighting και Περιβάλλον	44
5.1. Εσωτερικοί χώροι , αλλαγή και ποικηλία.....	44
5.2. Μοντελοποίηση.....	45

5.3. Προσανατολισμός.....	46
5.4. Το Χρώμα.....	46
5.5. Η Θέα.....	47
5.6. Η επίδραση του Daylighting στην Υγεία.....	48

➤ **Μέρος Β**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Σχεδιασμός Daylighting σε απλό χώρο με τη βοήθεια του λογισμικού Dialux.....50

6.1. Περιγραφή του προγράμματος.....	50
6.2. Εφαρμογή σχεδιασμού daylighting.....	52
6.3. Εφαρμογή τοποθέτησης τεχνητού φωτισμού.....	63

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 70

Εισαγωγή

Το φως αποτελεί το σημαντικότερο παράγοντα για την ανθρώπινη φύση από αρχής του κόσμου .Ο κόσμος σχεδιάστηκε για να έχει φως και να το χρησιμοποιεί. Είναι βασικός συντελεστής της λειτουργίας του ανθρώπου, καθώς σχεδόν όλες τις εργασίες τις πραγματοποιεί την ημέρα. Επομένως οι κατασκευαστές των κτιρίων και οι μηχανικοί δεν μπορούν να κάνουν διαφορετικά παρά να λάβουν σημαντικά υπόψη τους τη σημασία που έχει το φυσικό φως στους εσωτερικούς χώρους. Έτσι αναζητούν με κάθε τρόπο το σχεδιασμό εκείνων των μέσων που θα παρέχουν στο χώρο τη μέγιστη δυνατή αξιοποίηση του φυσικού φωτός που μπορεί να λάβει ένα κτήριο, τόσο στο εσωτερικό του όσο και στο εξωτερικό του περιβάλλον. Οι μηχανικοί σε συνδυασμό με τους αρχιτέκτονες πραγματοποιούν όλες τις απαραίτητες μελέτες για τον ορθολογικότερο σχεδιασμό των χώρων ώστε να καλύπτονται όσο το δυνατόν περισσότερο από φυσικό φως καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Έχει αποδειχθεί ότι οι άνθρωποι λειτουργούν και αποδίδουν καλύτερα όταν βρίσκονται σε χώρους με φυσικό φωτισμό παρά σε χώρους σκοτεινούς ή με τεχνητό φωτισμό (ανεξάρτητα από την ηλικία τους και τη μόρφωση τους). Σε έναν κόσμο που κυριαρχεί η ανησυχία για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και την υπερθέρμανση του πλανήτη, η χρήση του φυσικού φωτός σε κτίρια έχει γίνει σημαντική στρατηγική για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την ελαχιστοποίηση φωτισμού, θέρμανσης, ψύξης και φορτίων. Η εισαγωγή καινοτόμων, προηγμένων στρατηγικών φυσικού φωτισμού και συστημάτων μπορεί να μειώσει σημαντικά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ενός κτιρίου, αλλά και να βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα του φωτός σε ένα εσωτερικό περιβάλλον. Το *Daylighting* είναι μια πρακτική τοποθέτησης παραθύρων, φεγγιτών ή άλλων ανοιγμάτων και ανακλαστικών επιφανειών , έτσι ώστε κατά την διάρκεια της ημέρας να παρέχεται αποτελεσματικός εσωτερικός φωτισμός σε ένα χώρο με σκοπό να συμβάλει σημαντικά στην οπτική άνεση-τόνωση των επιβαινόντων ενός κτιρίου αλλά και την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας , δηλαδή του

κύριου προβλήματος της εποχής μας . Ένα σύστημα Daylighting δεν αποτελείται μόνο από τα ανοίγματα φωτός, όπως φεγγίτες και παράθυρα, αλλά συνδυάζει και ένα σύστημα ελέγχου φωτισμού. Όταν υπάρχει επαρκής φωτισμός περιβάλλοντος παρέχεται από το φως της ημέρας και μόνο, το σύστημα αυτό έχει τη δυνατότητα να μειώσει την ηλεκτρική ισχύ φωτισμού. Η ποσότητα φωτός ημέρας που λαμβάνεται σε ένα εσωτερικό χώρο μπορεί να αναλυθεί και να υπολογιστεί με ανάληψη των συντελεστών-μετρήσεων του φωτός. Σήμερα, η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και του ιδιόκτητου λογισμικού της βιομηχανίας, μπορεί να επιτρέψει σε έναν Μηχανικό να εκτελέσει γρήγορα πολύπλοκους υπολογισμούς για να επανεξετάσει το όφελος ενός συγκεκριμένου σχεδιασμού Daylighting .

Περίληψη

Η εργασία αυτή εστιάζεται στην καινοτόμα τεχνολογία του Daylighting καθώς και τον τρόπο τον οποίο επηρεάζει-αλλάζει τα σημερινά δεδομένα όσων αφορά τον εσωτερικό φωτισμό κτιρίων . Η εργασία αποτελείται από 2 μέρη . Το πρώτο μέρος είναι το θεωρητικό που αναφέρεται εκτενώς στην τεχνολογία του Daylighting , όπως σε τι ακριβώς αναφέρεται αυτή η τεχνολογία και γιατί την χρησιμοποιούμε ,ποια είναι η σχέση του με το περιβάλλον, πώς συνδέονται τα παράθυρα με αυτήν την τεχνολογία , ποια είναι τα εργαλεία σχεδιασμού Daylighting σε ένα δωμάτιο-κτίριο και γενικά την εκτενή αναφορά στα στοιχεία του. Το δεύτερο μέρος ασχολείται με την απλή εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνολογίας σε ένα κτίριο-δωμάτιο χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα σχεδιασμού *Dialux* .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή στην τεχνολογία DAYLIGHTING

1.1 Ο ορισμός του Daylighting

Το Daylighting είναι η πρακτική της τοποθέτησης παραθύρων ή άλλων ανακλαστικών επιφανειών, έτσι ώστε κατά τη διάρκεια της ημέρας το φυσικό φως να παρέχει αποτελεσματικό εσωτερικό φωτισμό. Κατά το σχεδιασμό ενός κτιρίου, δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο φυσικό φωτισμό, με σκοπό να μεγιστοποιηθεί η οπτική άνεση ή να μειωθεί η χρήση ενέργειας. Η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί είτε από τη μειωμένη χρήση τεχνητού (ηλεκτρικό) φωτισμού ή από παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης ή ψύξης.

Ο όρος Daylighting είναι ένας τεχνικός όρος που δίνεται σε μια βασική σχεδίαση κατά την οποία η ποσότητα του φωτός της ημέρας που εισέρχεται σε ένα εσωτερικό χώρο μπορεί να αναλυθεί με την ανάληψη υπολογισμού του συντελεστή φυσικού φωτός. Σήμερα, η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών μπορεί να επιτρέψει σε έναν αρχιτέκτονα να πραγματοποιήσει γρήγορα πολύπλοκους υπολογισμούς για να επανεξετάσει το όφελος ενός συγκεκριμένου σχεδιασμού.

1.2 Ιστορία του Daylighting

Η ιστορία του daylighting ξεκινά από την αρχή εκκίνησης του χρόνου, με το φυσικό φως που εισέρχεται από το άνοιγμα των σπηλαίων των προϊστορικών ανθρώπων. Η πρώτη προσπάθεια εισχώρησης του φυσικού φωτός στο εσωτερικό ενός κτιρίου πιθανολογείται ότι έγινε στο παλάτι της αρχαίας Κνωσού (1700-1300 π.Χ) το οποίο κατά κύριο λόγο χτίστηκε στο υπόγειο, με φωταγωγούς που μετέφεραν το ηλιακό φως από την οροφή. Επίσης η πρώτη πολιτισμένη χρήση του daylighting σε συνδυασμό με την αρχιτεκτονική, ήταν το ρωμαϊκό Πάνθεον το οποίο ανακατασκευάστηκε κάτω από την βασιλεία του αυτοκράτορα Αδριανού κατά την διάρκεια του 2^{ου} μ.Χ αιώνα. Το συγκεκριμένο κτίριο, το οποίο

είναι ακόμα σε χρήση σήμερα , έχει ένα στρογγυλό άνοιγμα στο κέντρο της οροφής που μοιάζει με μάτι (*oculus*) που παρέχει το μοναδικό φωτισμό σε ολόκληρο το κτίριο.



Το αρχαίο Πάνθεον τότε



Το αρχαίο Πάνθεον στις μέρες μας

Τα ρωμαϊκά σπίτια είχαν συχνά κεντρικές αυλές, με δωμάτια που βλέπουν στην αυλή για να συλλέγουν το φως της ημέρας από την κορυφή, στους εσωτερικούς χώρους.



Το ρωμαϊκό Atrium

Η ιστορία του daylighting στην αρχιτεκτονική έχει χαρακτηριστεί από σημαντικές εξελίξεις, όπως είναι η ανακάλυψη νέων δομικών συστημάτων που επιτρέπουν μεγαλύτερα ανοίγματα, και συνεπώς, καλύτερο φυσικό φωτισμό.

Ωστόσο, το γεγονός που θα μπορούσε να θεωρηθεί καθοριστικό για το ρόλο του φυσικού φωτισμού στην αρχιτεκτονική, ήταν η εφεύρεση του τεχνητού φωτισμού, και ειδικότερα του ηλεκτρικού λαμπτήρα, περί το 1880 από τον *Thomas Edison*. Αυτή η εφεύρεση έδωσε στους αρχιτέκτονες τη δυνατότητα να σχεδιάζουν βαθύτερους χώρους, χωρίς παράθυρα.

Παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις υπήρχαν μερικοί αρχιτέκτονες, οι οποίοι αναγνώρισαν τον καθοριστικό ρόλο του φυσικού φωτισμού στο έργο τους. Ήδη από το 1964, για παράδειγμα, ο καθηγητής *S.E. Rasmussen*, σε μια σειρά διαλέξεων στο Βασιλικό Ινστιτούτο των Βρετανών Αρχιτεκτόνων δήλωσε ότι <<...το ίδιο δωμάτιο μπορεί να δώσει πολύ διαφορετικές χωρικές εντυπώσεις με το απλό τέχνασμα της αλλαγής του μεγέθους και τη θέση των ανοιγμάτων του>>.

Στη σημερινή εποχή υπάρχουν πολλοί λόγοι για το ενδιαφέρον για το φυσικό φωτισμό, όπως είναι το υψηλό κόστος των ορυκτών καυσίμων και η συνειδητοποίηση ότι οι πηγές ηλεκτρικής ενέργειας έχουν πεπερασμένη διάρκεια ζωής.

Είναι προφανές ότι η Βιομηχανική Επανάσταση άλλαξε σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο ζωής των ανθρώπων. Αλλάξαμε από έναν αγροτικό και ουσιαστικά εξωτερικό τρόπο ζωής, σε ένα πιο κλειστό, αστικό περιβάλλον. Στις μέρες μας έχουν αναγνωριστεί οι επιπτώσεις της διαθεσιμότητας του φυσικού φωτός στην υγεία και την ευημερία των ανθρώπων.

Σύμφωνα με έρευνα 6% των κατοίκων της Νέας Υόρκης υποφέρουν από σοβαρή κατάθλιψη κατά τη διάρκεια του χειμώνα, και περίπου το 50% των κατοίκων της υποφέρουν από ήπια συμπτώματα, συμπεριλαμβανομένης της εμφάνισης χαμηλής ενέργειας, και του διαταραγμένου ύπνου λόγω έλλειψης επάρκειας φωτός, κάνοντας μας να καταλάβουμε πόσο ευεργετική είναι επίδραση του φωτός στην υγεία του ανθρώπου .

1.3 Λόγοι ενδιαφέροντος για Daylighting

(Ανάλυση στο κεφ.5 Daylighting και περιβάλλον)

1. Αλλαγή και Ποικιλία

Η ανθρώπινη επιθυμία για αλλαγή που προκαλείται από τις αλλαγές στις εποχές, τις καιρικές συνθήκες και την ώρα της ημέρας είναι ένας σημαντικός λόγος. Τεχνητά μέσα έχουν υιοθετηθεί για να επαναλάβουν αυτή την ποικιλία μέσω των ηλεκτρικών πηγών.

2. Μοντελοποίηση

Η κατεύθυνση του φυσικού φωτός παρέχει τα πρότυπα των σκιών που ενημερώνουν για την εμφάνιση των αντικειμένων και των επιφανειών, και που τους δίνει την εμφάνιση με την οποία τα συνδέουμε με το φυσικό κόσμο.

3. Προσανατολισμός

Ο προσανατολισμός είναι σημαντικός όχι μόνο για την εξωτερική οριοθέτηση των κτιρίων και για να μεγιστοποιήσει την επίδραση των ημερήσιων αλλαγών, αλλά για να επιτρέψει σε όσους είναι μέσα στο κτίριο να συσχετίσουν τους εαυτούς τους σε σχέση με τον έξω κόσμο.

3. Επίδραση στον άνθρωπο

Όταν είναι διαθέσιμο το φως του ήλιου έχει θεραπευτική επίδραση στον άνθρωπο και η σημασία της πρόσβασης φωτός σε ένα βαθμό κατά τη διάρκεια της ημέρας γίνεται αρκετά αισθητή όταν δεν υπάρχει .

5. Χρώμα

Το φυσικό χρώμα μπορεί να ποικίλει στη διάρκεια της ημέρας, αλλά αυτό είναι το πρότυπο με το οποίο κρίνονται όλα τα χρώματα.

6. Η θέα

Η πρόσβαση σε θέα δεν λαμβάνονταν υπόψη από τους περισσότερους σχεδιαστές. Κατά τον 20^ο αιώνα όμως παρατηρείται ότι δίνεται αρκετή σημασία , μίας και έρευνες έδειξαν την σημαντικότητά της στην ψυχολογία του ανθρώπου .

1.4. Σχέση ενέργειας και φυσικού φωτισμού

Η ενέργεια που χρησιμοποιείται με τεχνητό φωτισμό σε κτίρια είναι ένα σημαντικό μέρος της χρήσης ενέργειας σε κτίρια και αναγνωρίζεται ότι εάν αυτό μπορεί να μειωθεί και κατά συνέπεια να μειωθούν και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, αυτό θα βοηθήσει στην μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και θα έχει σημαντική επίδραση στη μείωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Η μεγαλύτερη χρήση του φυσικού φωτός μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας και να βοηθήσει σημαντικά στη μάχη για την επίλυση της ενεργειακής κρίσης.

Η χρήση του φυσικού φωτισμού συμβάλει στην μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ενός κτιρίου, θετικά όταν το φυσικό φως αντικαθιστά τμήμα της ενέργειας για φωτισμό των χώρων και αρνητικά όταν μέσω των διαφόρων ανοιγμάτων που υπάρχουν στο κτίριο υπάρχουν και μεγαλύτερες θερμικές απώλειες, άρα αυτό συνεπάγεται χρήση περισσότερου ηλεκτρικού ρεύματος για θέρμανση-ψύξη του χώρου. Βέβαια η εξοικονόμηση ενέργειας εξαρτάται και από τη χρήση του κτίσματος, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του, τα κλιματικά δεδομένα και τη συμπεριφορά των χρηστών του κτηρίου.

Από μελέτη προσομοίωσης που πραγματοποιήθηκε, προέκυψε ότι η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το φωτισμό ενός γραφείου 54 τμ. 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 . 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.

Οι γνωστοί τοπικοί διακόπτες έναυσης , οι αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας και ο χρονοπρογραμματισμός αποφέρουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά δεν σχετίζονται με τα επίπεδα φυσικού φωτισμού στο χώρο. Η καλύτερη λύση για την αξιοποίηση του διαθέσιμου φυσικού φωτός είναι τα συστήματα σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού(αναφορά στο κεφάλαιο 5). Είναι ευνόητο πως ενδεικνυόμενες εφαρμογές για συστήματα σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού είναι οι χώροι με άπλετο φυσικό φως. Έτσι, το πρωταρχικό μέλημα του αρχιτέκτονα είναι να προσδώσει, μέσω του σχεδιασμού, το απαραίτητο φυσικό φως στους χώρους που το χρειάζονται. Σήμερα, η ανάπτυξη εξειδικευμένων λογισμικών για τον υπολογισμό του φυσικού φωτισμού στα κτίρια και την εξοικονόμηση ενέργειας μέσω αυτού, έδωσαν νέα ώθηση στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Επίσης, μέσω δράσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Greenlight

program www.eu-greenlight.org), έχει σημειωθεί αξιόλογη πρόοδος όσον αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια.

1.5. Ο ανθρώπινος παράγοντας στο ρόλο του φυσικού φωτισμού

Είναι αδύνατο να κριθεί η ανάγκη για φως από μηχανική άποψη και μόνο, καθώς ο ανθρώπινος παράγοντας είναι εξίσου σημασίας. Οι άνθρωποι αρέσκονται στο φως της ημέρας, και σε ορισμένες χώρες όπως η Ολλανδία και η Γερμανία, υπάρχουν κανονισμοί που καθορίζουν ότι σε μια κατάσταση εργασίας, το προσωπικό δεν θα πρέπει να βρίσκεται περισσότερο από έξι μέτρα από ένα παράθυρο. Το φυσικό φως πιστεύεται ότι είναι απαραίτητο για την παροχή ενός οπτικά ευχάριστου περιβάλλοντος, συμβάλλοντας στην αίσθηση της ευημερίας.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας σε μια κατάσταση εργασίας όπου οι άνθρωποι είναι σε μια σταθερή θέση τις περισσότερες φορές η μέθοδος φωτισμού είναι σαφώς ζωτικής σημασίας και εκείνες οι καταστάσεις όπου οι άνθρωποι εργάζονται σε τεχνητές συνθήκες ενδέχεται να οδηγήσουν σε προβλήματα υγείας και απουσιών.

1.6. Στάδια σχεδιασμού Daylighting

Ο σχεδιασμός Daylighting έχει διαφορετικούς στόχους σε κάθε στάδιο του σχεδιασμού των κτιρίων :

- *Σχεδιασμός Αντίληψης* : Δεδομένου ότι το σχέδιο του κτιρίου έχει δημιουργηθεί, ο σχεδιασμός του daylighting επηρεάζει και / ή επηρεάζεται από τις βασικές αποφάσεις σχετικά με το σχήμα του κτιρίου, τις αναλογίες, και τα ανοίγματα, καθώς και σχετικά με την ενσωμάτωση και το ρόλο των συστημάτων του κτιρίου.
- *Φάση Σχεδιασμού* : Καθώς εξελίσσεται ο σχεδιασμός του κτιρίου, οι στρατηγικές daylighting πρέπει να αναπτυχθούν για διαφορετικά τμήματα του κτιρίου. Ο σχεδιασμός των

όψεων και του εσωτερικού φινιρίσματος, η επιλογή και η ολοκλήρωση των συστημάτων και υπηρεσιών (συμπεριλαμβανομένων του τεχνητού φωτισμού), είναι όλα σχετικά με το σχέδιο daylighting του κτιρίου.

- *Τελικός Σχεδιασμός* : Η επιλογή των υλικών και των προϊόντων επηρεάζεται από τη στρατηγική daylighting του κτιρίου και οι τελικές λεπτομέρειες του συστήματος φυσικού φωτισμού θα πρέπει να γίνουν όταν δημιουργούνται τα κατασκευαστικά σχέδια.
- *Θέση σε λειτουργία* : Μόλις κατασκευαστεί το κτίριο, πρέπει να γίνονται έλεγχοι φωτισμού και ξεκινά η συνεχή λειτουργία και συντήρηση του συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Στοιχεία της τεχνολογίας

Daylighting και μέθοδοι υπολογισμού

2.1. Τύποι τεχνολογίας Daylighting

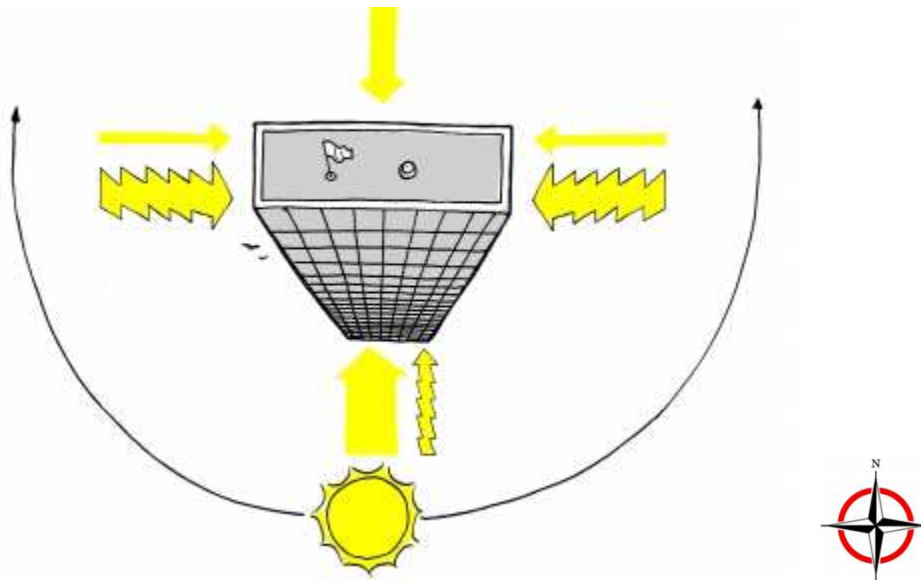
Η επιστήμη του σχεδιασμού Daylighting δεν είναι μόνο πώς να παρέχεται αρκετό φως σε ένα συγκεκριμένο χώρο, αλλά πώς αυτό να γίνεται χωρίς ανεπιθύμητες παρενέργειες. Πέρα από την προσθήκη παράθυρων ή φεγγιτών, περιλαμβάνει: εξισορροπημένη αύξηση/απώλεια θερμότητας, έλεγχο της λάμψης (αντηλιά), και μεταβολές στη διαθεσιμότητα του φωτός.

Για παράδειγμα, η επιτυχής σχεδίαση daylighting θα εξετάσει προσεκτικά τη χρήση των συσκευών σκίασης για μείωση της αντανάκλασης και την υπερβολική αντίθεση στο χώρο. Επιπρόσθετα πρέπει να αξιολογηθούν το μέγεθος και η απόσταση των παραθύρων, η επιλογή γυαλιού και η θέση των εσωτερικών χωρισμάτων. Ένα σύστημα daylighting αποτελείται από συστήματα, τεχνολογίες και αρχιτεκτονική. Παρότι δεν απαιτούνται όλα

αυτά τα στοιχεία για κάθε σύστημα φυσικού φωτισμού , ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα υπάρχουν :

- *Βελτιστοποιημένο αποτύπωμα κτιρίου*
- *Υαλοπίνακες υψηλής απόδοσης*
- *Κλίμα/παράθυρο που ανταποκρίνεται περιοχή-στον χώρο*
- *Φεγγίτες (περιγραφή στο κεφάλαιο 4)*
- *Συσκευές tubular daylighting ή solartube*
- *Συσκευές ανακατεύθυνσης φωτός(lightselfes)*
- *Συστήματα διαχείρισης τεχνητού φωτισμού που συνεργάζονται με το φυσικό φώς (daylight responsive lightning control systems)*

1) Στο σχεδιασμό daylighting το αποτύπωμα κτιρίου θα πρέπει να βελτιστοποιηθεί . Αυτό είναι δυνατό μόνο για τα νέα κατασκευαστικά έργα και δεν ισχύει για μετασκευές. Αν το πρόγραμμα το επιτρέπει, πρέπει να ληφθεί υπόψη ένα αποτύπωμα κτιρίου που μεγιστοποιεί τα νότια και βόρεια ανοίγματα, και ελαχιστοποιεί τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα. Το βάθος του δαπέδου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 18,2 μέτρα (60 ft) .Η πρόσοψη του κτιρίου προς από το νότο είναι ο βέλτιστος προσανατολισμός. Η απόκλιση από το νότο, δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τους 38cm προς κάθε κατεύθυνση για την καλύτερη πρόσβαση του ήλιου και την ευκολία του ελέγχου.



Το καλύτερο δυνατό αποτόπωμα κτηρίου.
 Τα ίσια βέλη συμβολίζουν το χρήσιμο φυσικό φώς ,
 Ενώ τα ζιγκζαγκ την ανεπιθύμητη ακτινολογία



Οι διάφορες εγκοπές σε ένα αποτόπωμα κτηρίου
 ανταποκρίνονται άριστα στο φυσικό φως

2) Ένα σύστημα υαλοπινάκων υψηλής απόδοσης είναι γενικά αποδεκτό ότι ελκύει περισσότερο φως και λιγότερη θερμότητα από ό, τι ένα τυπικό παράθυρο, καθώς επιτρέπει τον φυσικό φωτισμό χωρίς να επηρεάζει αρνητικά την ψύξη κτιρίου το καλοκαίρι . Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται μέσω των φασματικών μεμβρανών που διαθέτουν. Αυτοί οι υαλοπίνακες είναι διαμορφωμένοι σαν, ένα διπλά μονωμένο παράθυρο με διπλό τζάμι πάχους 6 mm που χωρίζετε από ένα διάκενο αέρα πάχους 12 mm. Αυτή η κατασκευή δίνει στον υαλοπίνακα ένα σχετικά υψηλό δείκτη μόνωσης (δείκτης R), σε σύγκριση με το ενιαίο τζάμι .

Μια επίστρωση χαμηλής εκπομπής εφαρμόζεται συχνά στους υαλοπίνακες υψηλής απόδοσης , η οποία βελτιώνει περαιτέρω την τιμή R της μονάδας .



Δομή υαλοπίνακα υψηλής απόδοσης



Reflects heat and harmful UV rays in hot weather.

Keeps interior warmth from escaping in cold weather.

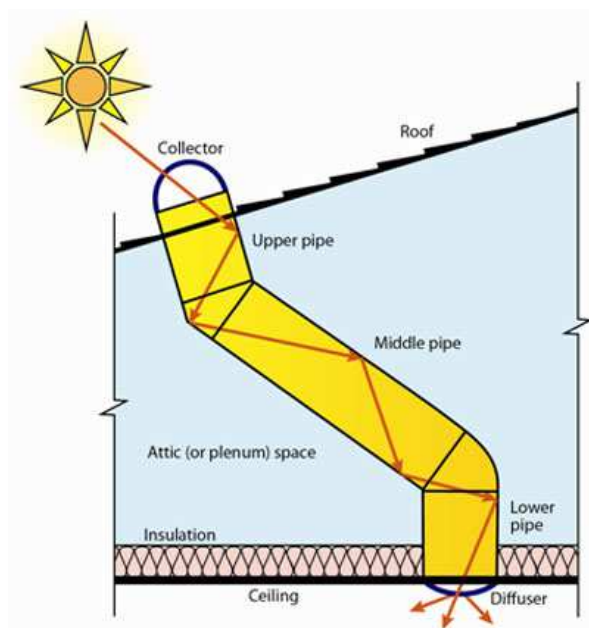
Ιδιότητες υαλοπίνακα υψηλής απόδοσης

3) Αν δεχτούμε ότι το κτίριο χωροθετήθηκε σωστά, το επόμενο βήμα είναι να αναπτυχθεί μια αναλογία τοίχου-παραθύρου που να ανταποκρίνεται στο κλίμα. Οι υαλοπίνακες υψηλής απόδοσης δεν πρέπει να έχουν υψηλή μόνωση κοντά σε αυτούς τους τοίχους λόγω του ότι η περιοχή γύρω από το παράθυρο πρέπει να κρατά μια ισορροπία μεταξύ της εισβολής του φωτός ημέρας και θερμικών ζητημάτων, όπως η απώλεια θερμότητας το χειμώνα και την αύξηση της θερμότητας το καλοκαίρι. Ο Αμερικανικός Σύλλογος Μηχανικών Θέρμανσης , Ψύξης και Κλιματισμού (ASHRAE) προσφέρει καθοδήγηση σχετικά με αυτές τις αναλογίες ανά κλιματική ζώνη στο πρότυπο του κώδικα ενέργειας , αλλά αφορά

κυρίως την θερμική απόδοση και όχι τόσο την εισχώρηση του φωτός ημέρας. Εκτός από τις παραπάνω εκτιμήσεις όσον αφορά τα παράθυρα, η σωστή τοποθέτησή τους θα αυξήσει τις επιδόσεις του συστήματος. Το παράθυρο έχει δύο βασικές λειτουργίες σε ένα κτίριο: α) την είσοδο του φωτός ημέρας και β) την παροχή θέας. Για την πρώτη είναι κατάλληλο ένα τζάμι με πολύ υψηλή διαπερατότητα φωτός (TVIS), ενώ στο δεύτερο χρειάζεται απλώς να είναι διαυγές, και στην πραγματικότητα, θα πρέπει να έχει μια σχετικά χαμηλή TVIS, για την αποφυγή της αντηλιάς. Κατά γενικό κανόνα, όσο υψηλότερο είναι το ύψος του παραθύρου, τόσο βαθύτερα εντός του χώρου μπορεί να διεισδύσει το φως ημέρας. Ως εκ τούτου, η σωστή τοποθέτηση παραθύρων/υαλοπινάκων υπαγορεύει ότι θα πρέπει να αποτελείται από δύο ξεχωριστά στοιχεία: ένα παράθυρο για το φως της ημέρας και ένα παράθυρο προβολής (θέας). Το πρώτο θα πρέπει να επιτρέπει στο φως να ξεκινά από τα 210cm (7ft) περίπου, 15cm το λιγότερο πάνω από το πάτωμα, και να έχουν μια υψηλή TVIS (50%-75%). Το παράθυρο που είναι σχεδιασμένο να παρέχει θέα θα πρέπει να τοποθετείται χαμηλότερα και να έχει TVIS μικρότερη από 40% για τα περισσότερα κλίματα.

- 5) Οι συσκευές tubular daylighting ή solartube είναι άλλος ένας τύπος διοχέτευσης του ηλιακού φωτός στο εσωτερικό του κτιρίου. Προσφέρουν πολλαπλάσιο φως από έναν φεγγίτη του ίδιου μεγέθους. Τι είναι αυτό όμως που κάνει αυτή τη συσκευή τόσο χρήσιμη; Είναι ο καλύτερος τρόπος για να φέρει κάποιος φυσικό φως σε ένα σκοτεινό δωμάτιο που δεν έχει πρόσβαση σε παράθυρο. Αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούν μια ιδιαίτερα αντανakλαστική ταινία στο εσωτερικό ενός σωλήνα και διοχετεύουν το φως από ένα φακό στην οροφή του κτιρίου, προς έναν φακό στο ταβάνι του δωματίου. Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται ευρέως σε σχολεία, αποθήκες, σπίτια, κυβερνητικά κτίρια, μουσεία, ξενοδοχεία κ.ά. Είναι αρκετά απλή η εγκατάσταση. Έρχεται σε 3 μεγέθη 6m, 9m, 15m με διάμετρο σωλήνα 25cm, 35cm, 53cm και κάλυψη φωτός 18,5m², 28m², 46,5m² αντίστοιχα. Η τιμή ενδεικτικά για ένα solartube των 6m ξεκινάει από τα 300\$ και αυξάνεται με τα κόστη εγκατάστασης, τα αξεσουάρ όπως το

solartube dimmer κ.ά. Πάραυτα υπάρχουν κρατικές προγράμματα για την εγκατάσταση , για χρηματοδότηση έως και 48% του κόστους της εγκατάστασης κάνοντας το solartube μια οικονομικότερη λύση φυσικού φωτισμού.



Λειτουργία solartube



Συλλέκτης solartube



Σολήνας solartube



Έξοδος φωτός solartube

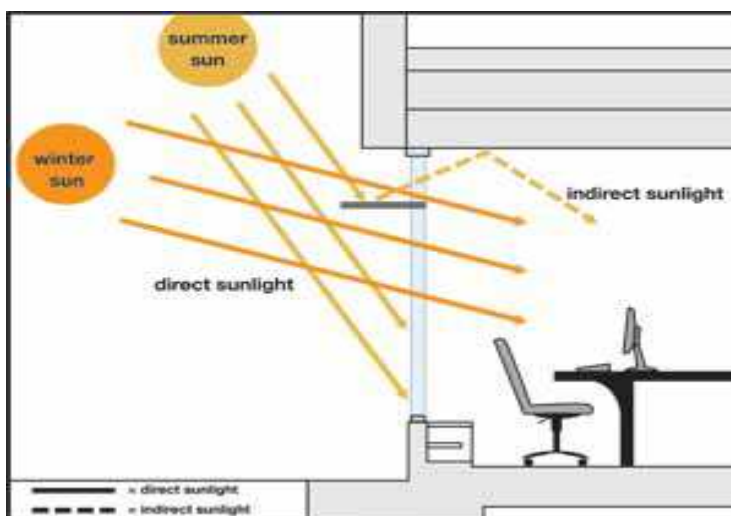


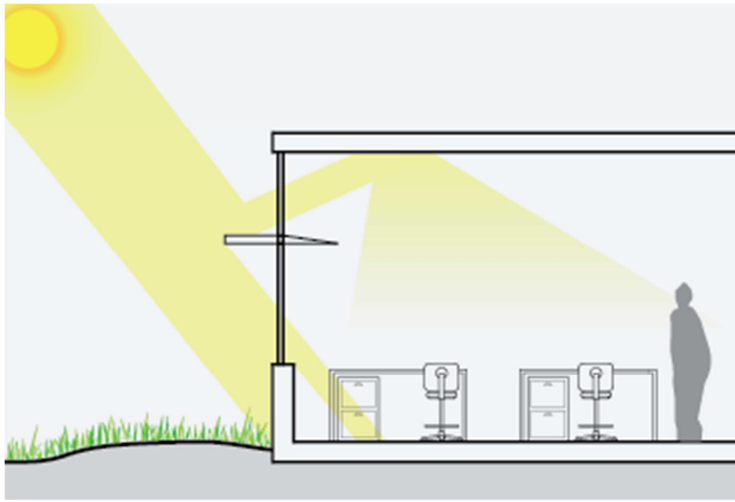
Solartube

6) Οι συσκευές ανακατεύθυνσης φωτός, λαμβάνουν την εισερχόμενη ηλιακή δέσμη και να την κατευθύνουν στο χώρο. Οι συσκευές αυτές εξυπηρετούν 3 λειτουργίες: α) της διείσδυσης του φωτός ημέρας, όπου το φως του ήλιου διανέμεται στο χώρο β) της λάμψης, όπου η ηλιακή ακτινοβολία κατευθύνεται μακριά από τα μάτια, γ)έλεγχο της ποσότητας φωτός ημέρας, όπου μειώνετε το ακανόνιστα εισερχόμενο φως και συγκεντρώνεται σε συγκεκριμένα σημεία του χώρου. Οι συσκευές ανακατεύθυνσης φωτός έχουν γενικά δύο μορφές : ένα μεγάλο οριζόντιο στοιχείο ή συστήματα με γρίλιες. Οι οριζόντιες διατάξεις ανακατεύθυνσης αποκαλούνται lightselves.



lightselves





Τρόπος λειτουργίας Lightselves

7) Τα συστήματα διαχείρισης του τεχνητού φωτός εφαρμόζονται τόσο για τον έλεγχο του τεχνητού φωτισμού όσο και για τον έλεγχο της κατανομής και της ποσότητας του φωτός ημέρας που εισέρχεται στο χώρο. Στόχοι από την χρήση τους , είναι εξοικονόμηση ενέργειας άρα η μείωση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας και η οπτική άνεση .Ο έλεγχος γίνεται από φωτοκύτταρα που μπορούν να τοποθετηθούν εξωτερικά από το παράθυρο και να ανιχνεύουν μόνο το φως ημέρας, ή να τοποθετηθούν εσωτερικά στο χώρο ούτως ώστε να μετρούν συνολικά το φυσικό και τεχνικό φωτισμό. Στην δεύτερη περίπτωση ο φωτοηλεκτρικός αισθητήρας μπορεί να ελέγχει πολλαπλά φωτιστικά σώματα ή να τοποθετηθεί μεμονωμένα σε κάθε ένα για ατομικό έλεγχο. Τα συστήματα αυτά χωρίζονται σε 3 κατηγορίες :

- *On/off συστήματα*
- *Συστήματα βήματος (stepping systems)*
- *Συστήματα μείωσης φωτεινότητας (dimming systems)*

Στα συστήματα On/off ένα φωτοηλεκτρικός αισθητήρας προκαλεί απότομες εναλλαγές στο επίπεδο φωτισμού. Αυτός ο τύπος ενδείκνυται για περιοχές αρκετά ηλιοφώτιστες όπως για παράδειγμα κοντά σε ένα παράθυρο. Επιπλέον είναι σημαντικό να εφαρμοστούν χρονοκαθυστερήσεις στο σύστημα ελέγχου για να αποφεύγεται η επαναλαμβανόμενη μεταβολή στο φωτισμό όπως για παράδειγμα όταν υπάρχουν ταχέως κινούμενα σύννεφα.

Τα συστήματα βήματος , είναι πρακτικά τα ίδια με τα συστήματα On/off απλώς αυτά διαθέτουν και 1-2 θέσεις φωτισμού ενδιάμεσα του ανοιχτό/κλειστό.

Τέλος τα συστήματα μείωσης φωτεινότητας εξασφαλίζουν πάντα ότι το άθροισμα φυσικού και τεχνητού φωτός θα φτάνει στο επίπεδο που έχει οριστεί από τον σχεδιασμό. Αυτό επιτυγχάνεται ανιχνεύοντας το διαθέσιμο φυσικό φως που υπάρχει στο χώρο και προσαρμόζοντας το ηλεκτρικό φως. Αν υπάρχει επάρκεια φυσικού φωτός εξυπακούεται ότι το τεχνητό θα είναι εκτός λειτουργίας. Το σύστημα αυτό είναι σαφώς περισσότερο αποδεκτό ενώ έχει πολύ μεγαλύτερη δυνατότητα εξοικονόμηση ενέργειας.



Τα 3 συστήματα διαχείρισης φωτός



Διάφορα είδη αισθητήρων φωτός

2.2. Βοηθήματα σχεδιασμού του Daylighting

Η ανάλυση και προσομοίωση είναι σημαντικά εργαλεία για τον σχεδιασμό daylighting . Είναι απαραίτητη η πληροφόρηση για την απόδοση καθώς και οι οπτικές πληροφορίες για να μπορεί ο κατασκευαστής να έχει σαφή εικόνα για το πώς λειτουργεί το σχέδιο του σε συνδυασμό με τους συνολικούς στόχους που θέλει να πετύχει.

Οι όροι ανάλυση και προσομοίωση συχνά χρησιμοποιούνται εναλλακτικά για να περιγράψουν τις διάφορες μεθόδους και τα εργαλεία που βοηθούν στον αποδοτικό σχεδιασμό daylighting και της αποτελεσματικής ενεργειακής μελέτης. Σε γενικές γραμμές, η ανάλυση παρέχει ποσοτικές πληροφορίες (ετήσιο διαθέσιμο φυσικό φως, θερμικές επιπτώσεις του φυσικού φωτισμού, ανάλυση σκίασης, κ.ά.) ενώ η προσομοίωση χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει μια ποιοτική οπτική ερμηνεία για το πώς μπορεί να είναι ο χώρος.

Υπάρχουν αρκετά εργαλεία και μέθοδοι ανάλυσης διαθέσιμα για να βοηθήσουν στην αξιολόγηση του σχεδιασμού. Αυτά περιλαμβάνουν:

- ***Απλά εργαλεία και υπολογισμούς***
- ***Φυσικό σχεδιασμό***
- ***Ψηφιακό σχεδιασμό***

2.2.1. Απλά εργαλεία και υπολογισμοί

Τα απλά εργαλεία και οι υπολογισμοί χρησιμοποιούνται στα προκαταρκτικά στάδια του σχεδιασμού για να βοηθήσουν τον κατασκευαστή να προσδιορίσει τη βιωσιμότητα του συστήματος . Μέσω των ηλεκτρονικών εργαλείων που είναι αρκετά εύκολα στη χρήση, αυτές οι απλές μέθοδοι γίνονται όλο και πιο απηρχαιωμένες.

Τα απλά εργαλεία και οι υπολογισμοί περιλαμβάνουν :

- Υπολογισμός του παράγοντα ημέρας ($DF=daylight\ factor$) που προσδιορίζει το διαθέσιμο φυσικό φως στο εσωτερικό των χώρων κατά τη διάρκεια της ημέρας.

- διαγράμματα *Sunpath* για τον υπολογισμό της διαθέσιμης ποσότητας φυσικού φωτός κατά τη διάρκεια της ημέρας και κατά τη διάρκεια διαφορετικών εποχών σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη. Τα διαγράμματα αυτά εφαρμόζονται πάνω σε φωτογραφίες τύπου *fish-eye* που έχουν οπτικό πεδίο κάθετα στο επίπεδο ,κοιτώντας τον ουρανό προς το ζενίθ .

- Ο παράγοντας φωτός ημέρας είναι η αναλογία του επιπέδου του φωτός στο εσωτερικό ενός χώρου προς το εξωτερικό φως και ορίζεται ως εξής:

$$DF = (E_i / E_o) \times 100\%$$

όπου E_i = φωτισμός που οφείλετε στο φως ημέρας σε ένα σημείο σε κλειστό επίπεδο χώρο και E_o = ταυτόχρονος υπαίθριος φωτισμός σε οριζόντιο επίπεδο σε ανεμπόδιστο συννεφιασμένο ουρανό.

Προκειμένου να υπολογιστεί το E_i , πρέπει να καθοριστεί το ποσό του φωτός που λαμβάνεται από το εξωτερικό προς το εσωτερικό του κτιρίου. Υπάρχουν τρεις διαδρομές κατά μήκος των οποίων το φως μπορεί να φτάσει σε ένα σημείο μέσα σε ένα δωμάτιο μέσω ενός υαλοπίνακα παραθύρου, φεγγίτη ή ανοίγματος :

- Άμεσο φως από ένα ορατό τμήμα του ουρανού στο σημείο ($SC= sky\ component$)
- Φως που ανακλάται από μια εξωτερική επιφάνεια και στη συνέχεια φθάνει στο σημείο, γνωστή ως εξωτερικά ανακλώμενη συνιστώσα ($ERC= external\ reflected\ component$)
- Το φως που εισέρχεται μέσα από το παράθυρο, αλλά φθάνοντας στο σημείο μόνο μετά την ανάκλαση από μία εσωτερική

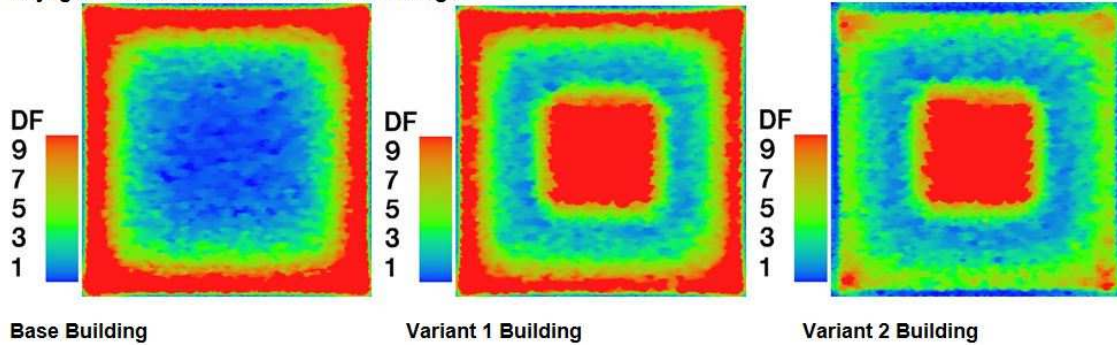
επιφάνεια, γνωστή ως εσωτερικά ανακλώμενη συνιστώσα (IRC=internal reflected component).

Το άθροισμα των τριών συστατικών δίνει το επίπεδο φωτισμού στο σημείο :

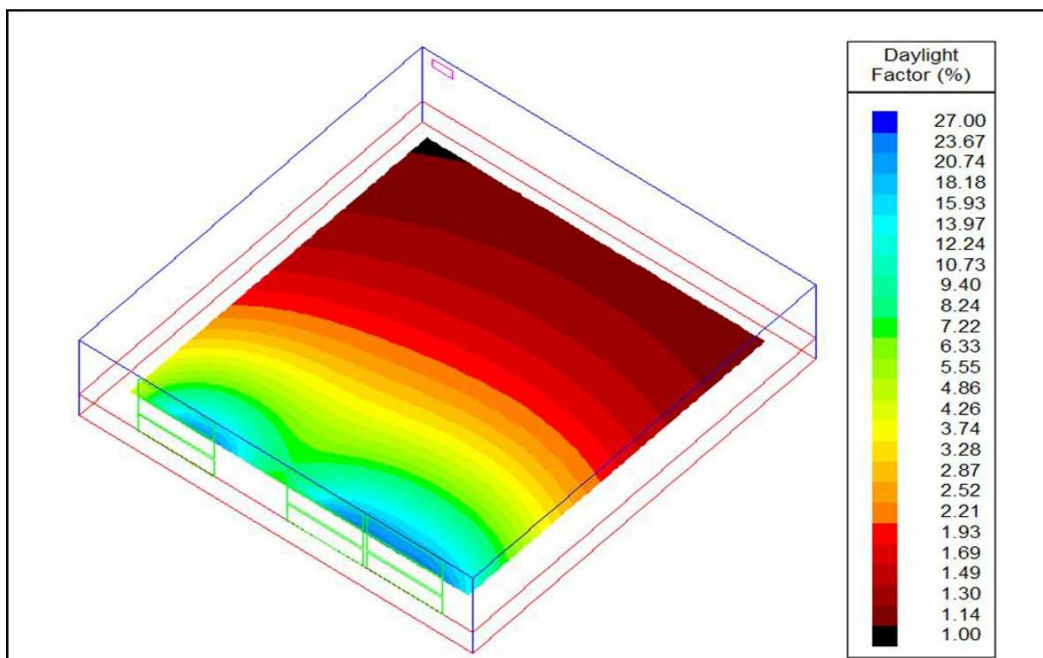
$$Lux = SC + ERC + IRC$$

Με τον υπολογισμό του DF σε πολλά σημεία σε όλο το χώρο, αξιολογείται ένας μέσος DF.

Daylight Factors False Colour Contrast Images



Παράγοντας φωτός ημέρας σε 3 διαφορετικά κτήρια



Παράγοντας φωτός ημέρας σε αίθουσα με 3 παράθυρα

Ο παράγοντας φωτός ημέρας χρησιμοποιείται στην αρχιτεκτονική και στο σχεδιασμό των κτιρίων , προκειμένου να αξιολογηθεί το επίπεδο του εσωτερικού φωτισμού σε φως ημέρας , προκειμένου να διαπιστωθεί αν είναι επαρκής για τους διαμένοντες του χώρου για τη ομαλή διεξαγωγή των καθηκόντων τους .

Η πρότυπη ημέρα που χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς του DF (σύμφωνα με την Διεθνή Επιτροπή Φωτισμού) είναι 21 Σεπτεμβρίου στις 12:00πμ με συννεφιασμένο ουρανό (overcast sky) , όπου το επίπεδο φωτισμού του περιβάλλοντος είναι 11921 Lux .

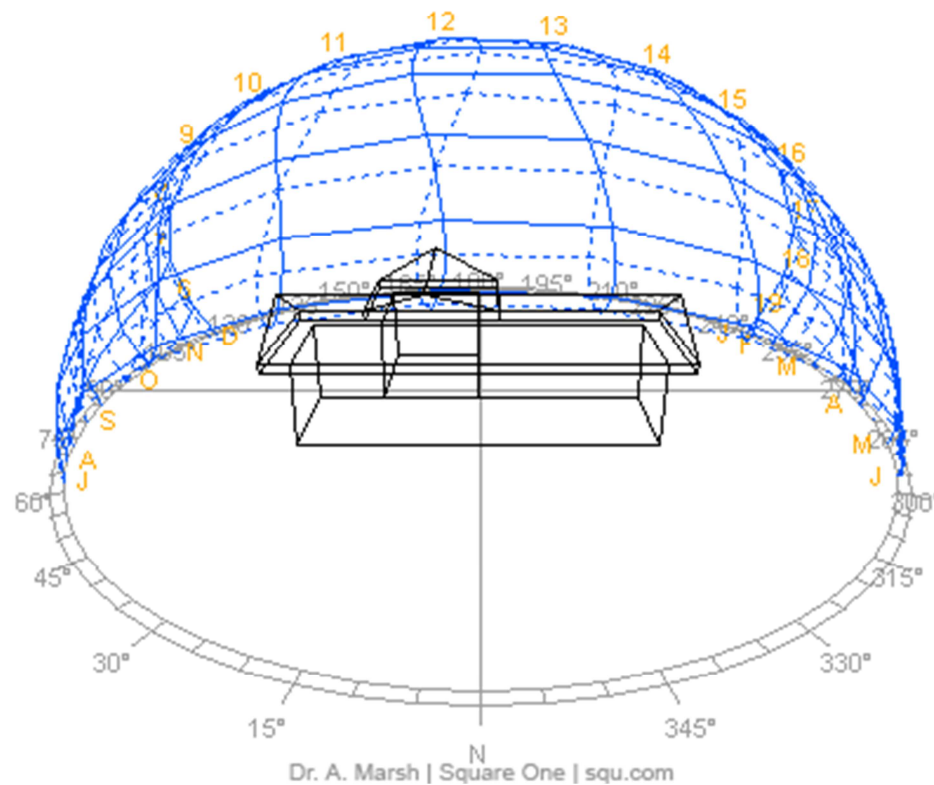
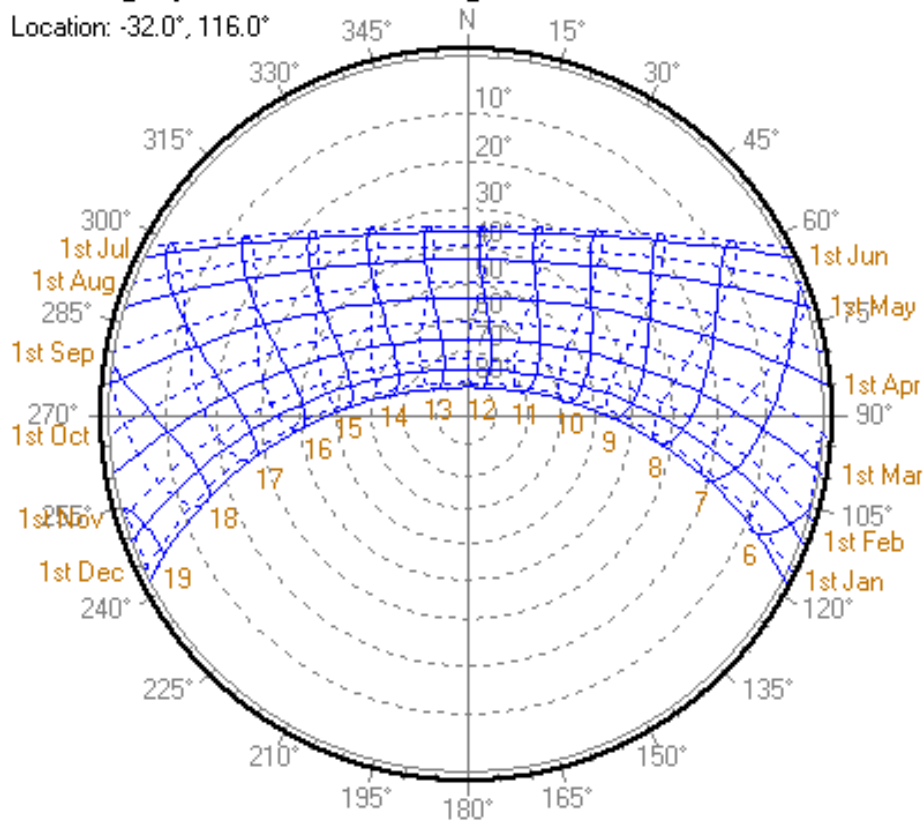
Για να εκτιμήσουμε εάν ο παράγοντας φωτός ημέρας είναι καλός ή κακός, θα μπορούσε κανείς να επιλέξει για να συγκριθούν τα αποτελέσματα για ένα δεδομένο υπολογισμό με δημοσιευμένες κατευθύνσεις σχεδιασμού . Στο Ηνωμένο Βασίλειο, χρησιμοποιείται ένας οδηγός (*CIBSE Lighting Guide LG10 - 1999 ,Chartered Institution of Building Services Engineers*) ο οποίος χωρίζει στις ακόλουθες κατηγορίες :

Κάτω από 2 – Μη επαρκής φωτισμός - θα απαιτείται τεχνητός φωτισμός
Μεταξύ 2 και 5 – Επαρκής φωτισμός, αλλά ο τεχνητός φωτισμός θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για ένα μέρος του χρόνου .

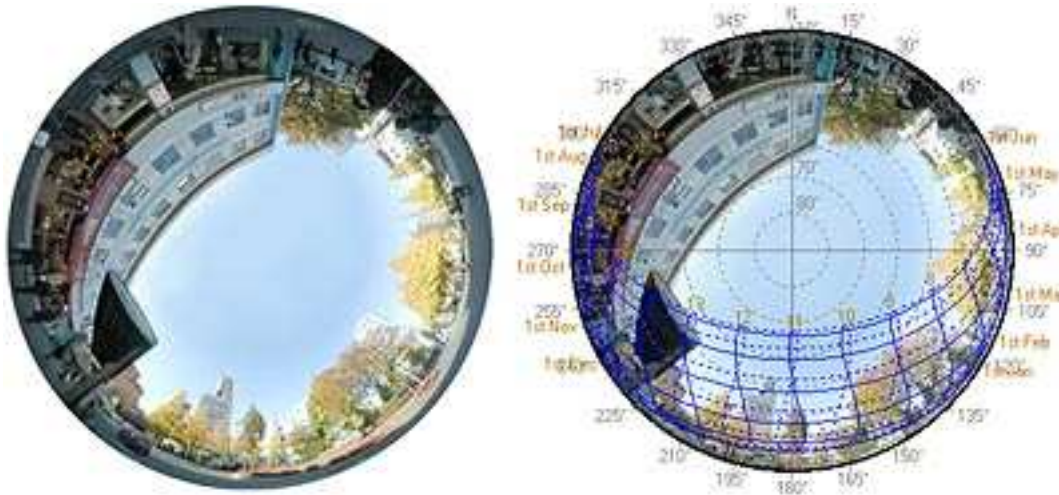
Πάνω από 5 – Πλήρης φωτισμός - δεν απαιτείται τεχνητός φωτισμός, εκτός από την αυγή και το σούρουπο αλλά η αντηλιά μπορεί να προκαλέσει προβλήματα .

Stereographic Sun-Path Diagram

Location: -32.0°, 116.0°



Διάγραμμα sunpath



Εφαρμογή του διαγράμματος sunpath σε φωτογραφία τύπου fisheye

2.2.2. Φυσικός σχεδιασμός

Ο φυσικός σχεδιασμός είναι ακριβώς αυτό που λέει η λέξη , μια φυσική μοντελοποίηση υπό κλίμακα, του έργου για να διεξαχθεί η ανάλυση και η διαθεσιμότητα του φυσικού φωτισμού.

Πλεονεκτήματα:

- Χρησιμοποιείται πραγματικό φυσικό φως
- Ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες
- Μπορεί να αποτυπωθεί οποιαδήποτε γεωμετρία του χώρου

Μειονεκτήματα:

- Δεν μπορεί να ελεγχθεί ο ήλιος ή οι καιρικές συνθήκες
- Δεν είναι εύκολο να πραγματοποιηθούν αλλαγές στο σχεδιασμό
- Δύσκολο να δημιουργηθεί ένα μοντέλο με τις κατάλληλες υφές και ανακλάσεις
- Δύσκολο να μιμηθούν οι ηλεκτρικές πηγές φωτός
- Δεν παρέχονται πληροφορίες σχετικά με θερμικές επιδράσεις του ηλιακού φωτός ή ενδεχόμενη εξοικονόμηση ενέργειας

Οι φυσικές μέθοδοι σχεδιασμού daylighting περιλαμβάνουν τη

χρήση των παρακάτω ως φυσικές πηγές φωτός:

- **Heliodon** (το μοντέλο μπορεί να χειριστεί ώστε να μιμηθούν διάφορα γεωγραφικά πλάτη και ώρες της ημέρας), η συσκευή αυτή έχει εφαρμογή τόσο σε εσωτερικούς όσο και εξωτερικούς χώρους.

Εξωτερικοί χώροι: χρησιμοποιεί τις πραγματικές συνθήκες του ουρανού και το φυσικό φως για τη διεξαγωγή της ανάλυσης

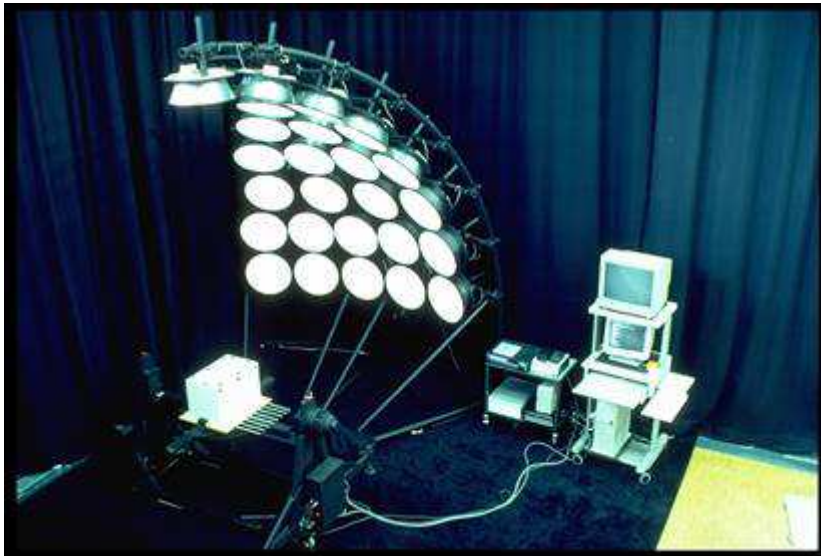
Εσωτερικοί χώροι: χρησιμοποιεί τεχνητές πηγές φωτός για να μιμηθεί το φυσικό φως



To Heliodon

- **Προσομοιωτές ουρανού** (sky simulator)

Ο προσομοιωτής χρησιμοποιεί μια διαδικασία σάρωσης για την ανοικοδόμηση του ημισφαιρίου, ξεκινώντας με το ένα έκτο του. Αυτό είναι κατασκευασμένο από ένα σετ με 25 λάμπες , και μέσα από έξι-βήμα σάρωσης (6/6 του ουρανού) αποτυπώνεται ο ουρανός.



Ο προσομοιωτής ουρανού

Ο φυσικός σχεδιασμός πρακτικά χρησιμοποιεί και τα απλά εργαλεία και τους υπολογισμούς που αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο.

2.2.3. Ψηφιακός σχεδιασμός

Στις μέρες μας η μελέτη του σχεδιασμού γίνεται κυρίως με την βοήθεια των υπολογιστών και ειδικότερα κάποιων εξειδικευμένων λογισμικών. Ιστορικά, αυτό ήταν αρκετά πολύπλοκο. Μόνο οι ερευνητές που ασχολούνται με την ανάπτυξη προϊόντων και έρευνας πρωτογενούς τομέα, ήταν σε θέση να τα χρησιμοποιούν.

Σήμερα, ωστόσο, υπάρχουν πολλά διαθέσιμα εργαλεία που έχουν διαφορετικά επίπεδα πολυπλοκότητας τόσο για την είσοδο όσο και την έξοδο των πληροφοριών .

Πλεονεκτήματα:

- όταν αλλάζει ένα στοιχείο του σχεδιασμού οι επιπτώσεις που προκύπτουν για άλλα στοιχεία σχεδίασης αλλάζουν αυτόματα
- Κάποια λογισμικά παρέχουν και τρισδιάστατη ανάλυση
- Είναι εύκολα στη χρήση

Κύριο μειονέκτημα , κάποια λογισμικά είναι πολύ ακριβά.

2.3. Λογισμικό σχεδιασμού Daylighting

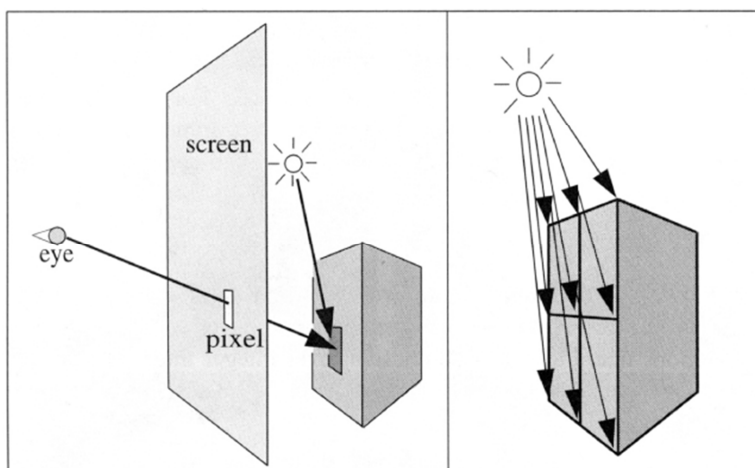
Ανάλογα με το στόχο της ανάλυσης, τα προγράμματα σχεδιασμού του Daylighting χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθόδους για την επίτευξη των αποτελεσμάτων (προσομοίωση). Τα προγράμματα αυτά χωρίζονται σε 2 κατηγορίες αναλόγως της μεθόδου υπολογισμού:

- *Radiosity graphics* (μέθοδος υπολογισμού που αποδίδει την κατανομή του φωτός, τις αντανακλάσεις και τις σκιές σε τρισδιάστατη εικόνα)
- *Raytracing graphics* (τεχνική για την δημιουργία εικόνας εντοπίζοντας την διαδρομή του φωτός μέσα από τα pixel σε ένα επίπεδο και προσομοιώνοντας τα χαρακτηριστικά όσων αντικειμένων συναντά)

Ποιο πρακτικά, η διαφορά των δύο τεχνικών είναι στη σύλληψη του φωτός:

Raytracing: από το μάτι στο φώς

Radiosity: από το φώς στην επιφάνεια



Raytracing vs radiosity graphics

Τα συνηθέστερα και ευρέως χρησιμοποιούμενα λογισμικά είναι τα ακόλουθα :

- **Autodesk Viz**
- **ADELINe**
- **AGi32**
- **DAYSIM**
- **Ecotect**
- **Lumen Designer**
- **Radiance**
- **SkyCalc**
- **Solar 5**
- **SPOT**
- **DIALux**

Η επιλογή του κατάλληλου υπολογιστικού λογισμικού βρίσκεται στον σχεδιαστή , μελετώντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του καθενός.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η μελέτη του Αρχιτεκτονικού φωτισμού

3.1. Έννοια μελέτης αρχιτεκτονικού φωτισμού

Η μελέτη αρχιτεκτονικού φωτισμού αφορά την τοποθέτηση και τον έλεγχο του φωτός, φυσικού ή τεχνητού, σε έναν χώρο ή αλλιώς αναφέρεται στην τέχνη και την επιστήμη του φωτισμού του ανθρώπινου περιβάλλοντος. Οι αρχιτέκτονες σχεδιάζουν έχοντας καταρχάς στο νου τους το φυσικό φως . Το φως και η αρχιτεκτονική δεν είναι δυο ξεχωριστές έννοιες, διότι αρχιτεκτονικά στοιχεία όπως οι επιφάνειες, ο όγκος, τα χρώματα και η υφή χάνουν τη σημασία τους χωρίς το φως.

3.2. Σκοπιμότητα μελέτης αρχιτεκτονικού φωτισμού

Η μελέτη του αρχιτεκτονικού φωτισμού αναδεικνύει τους περιβάλλοντες χώρους. Ο σωστός φωτισμός βελτιώνει τη λειτουργία ενός χώρου, εντείνοντας την ευκρίνεια στο περιβάλλον του κάθε χρήστη. Η αισθητική του χώρου βελτιώνεται ενισχύοντας την αρχιτεκτονική. Κατά τη μελέτη αρχιτεκτονικού φωτισμού καθορίζεται ο κατάλληλος αριθμός και η σωστή τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων. Λαμβάνεται επίσης υπόψη το συνολικό κόστος αγοράς και συντήρησης.

Η μελέτη φωτισμού δεν πρέπει να συγχέεται με την ηλεκτρολογική μελέτη. Η πρώτη αφορά το λειτουργικό και αισθητικό αποτέλεσμα ενώ η δεύτερη τις τεχνικές προδιαγραφές της εγκατάστασης. Στην Ελλάδα οι ελάχιστες απαιτούμενες λειτουργικές προδιαγραφές ως προς τον φωτισμό καθορίζονται από τον Γ.Ο.Κ(Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός). Οι τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρικών εγκαταστάσεων καθορίζονται από τον Κ.Ε.Η.Ε.(Κανονισμός Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων) (αντικαταστάθηκε από το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384). Για "απλές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις" την ευθύνη έχει ο Αρχιτέκτονας Μηχανικός ,ενώ σε μεγαλύτερα κτιριακά έργα η μελέτη και εγκατάσταση γίνεται σε συνεργασία με Ηλεκτρολόγο-Μηχανολόγο .

3.3. Αναγκαιότητα για μελέτη φωτισμού

Στα γραφεία και γενικά στους χώρους εργασίας, το αποτέλεσμα της μελέτης φωτισμού συνίσταται στο να δημιουργεί στους εργαζομένους ένα ευχάριστο περιβάλλον, ώστε να αισθάνονται και να εργάζονται καλύτερα. Με άλλα λόγια αυξάνει την αποδοτικότητά τους, ενώ οι εξωτερικοί χώροι φωτίζονται για να ενισχύσουν την εταιρική ταυτότητα.

Την αναγκαιότητα και τη σημαντικότητα του φυσικού φωτισμού έχουν αρχίσει πλέον να αντιλαμβάνονται οι κυβερνήσεις, οι δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς, καθώς έχει αποδειχθεί ότι η καλή μελέτη και ο σωστός αρχιτεκτονικός σχεδιασμός του αστικού τοπίου αυξάνει τον τουρισμό, βελτιώνει την ασφάλεια και παρέχει ένα πιο ευχάριστο και λειτουργικό περιβάλλον για την κυκλοφορία των οχημάτων αλλά και των κατοίκων.

Στον ιδιωτικό τομέα οι ιδιοκτήτες σπιτιών συνειδητοποιούν ότι ο φυσικός φωτισμός είναι τόσο σημαντικός παράγοντας στο σχεδιασμό, όσο και η αρχιτεκτονική και η επίπλωση. Αεροδρόμια, σταθμοί τρένων, στάσεις λεωφορείων απαιτούν σωστό φωτισμό καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας ώστε να μπορούν να λειτουργούν σωστά. Εκτός όμως από τις νέες εγκαταστάσεις μπορούν να ωφεληθούν και παλιές εγκαταστάσεις καθώς οι λύσεις για τη μετατροπή τους σε πιο φωτεινούς χώρους καθώς οι τροποποιήσεις που πρέπει να γίνουν είναι απλές και σχετικά πολύ οικονομικές και το σημαντικότερο είναι ότι επωφελούνται το κόστος ενέργειας.

3.4. Τα στάδια της μελέτης φωτισμού

Υπάρχουν τέσσερα στάδια σε μία μελέτη φωτισμού, τα οποία είναι :

- *ενημέρωση*
 - *σύλληψη της κεντρικής ιδέας*
 - *λεπτομερής σχεδιασμός*
 - *επισκόπηση*
-
- Αρχικά ο πελάτης θα ενημερώσει τον μελετητή για όλα τα ζητούμενα του έργου, το υπόβαθρο, την υπάρχουσα κατάσταση και τους στόχους. Ο μελετητής φωτισμού θα συνοψίσει τα στοιχεία που του έχει δώσει ο πελάτης και θα καθορίσει τον όγκο εργασίας που απαιτείται, το πώς πρέπει να εκτελεστεί και το πόσο θα κοστίσει.
 - Για τη σύλληψη της κεντρικής ιδέας, θα υπάρξει συλλογή ιδεών κι από τα άλλα μέλη της ομάδας μελέτης καθώς και από τον πελάτη. Στόχος είναι να συγκεντρωθούν όσο περισσότερες ιδέες είναι δυνατόν. Αυτό είναι ένα από τα πιο σημαντικά μέρη του έργου, όπου ειδικοί θα έχουν την ευκαιρία να εκφράσουν τις απόψεις τους. Οι σωστές αποφάσεις που θα παρθούν στη σύντομη αυτή φάση, θα εξοικονομήσουν χρόνο και χρήμα κατά τη διάρκεια της μακροχρόνιας και δαπανηρής φάσης της κατασκευής. Επίσης, θα

δοθούν εκτιμήσεις σύμφωνα με τα διάφορα ζητούμενα του προϋπολογισμού, την εξοικονόμηση ενέργειας και την απαιτούμενη ισχύ της προγραμματισμένης εγκατάστασης. Κατά τη διάρκεια του σταδίου της μελέτης δημιουργούνται τα προσχέδια και καθορίζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των προϊόντων. Σε αυτό το σημείο, ο μελετητής αποφασίζει και σχεδιάζει τις ακριβείς διαστάσεις, θέσεις, ποσότητες και το κανάλι ελέγχου. Κατά την διάρκεια αυτού του σταδίου ο μελετητής εξοικονομεί χρόνο στον πελάτη, βρίσκοντας τα κατάλληλα φωτιστικά, και συστήματα ελέγχου, όπως επίσης παρέχει σχέδια και τεχνικά χαρακτηριστικά για όλα τα παραπάνω. Έτσι, συνθέτει ένα σαφές πακέτο που βοηθάει τον ηλεκτρολόγο στη γρήγορη και κατάλληλη εγκατάσταση.

- Στον λεπτομερή σχεδιασμό, παράγονται λεπτομερή σχέδια για την ολοκλήρωση της τοποθέτησης των φωτιστικών μέσα στο χώρο. Σε ορισμένες περιπτώσεις επιβάλλεται να γίνει μια δοκιμή στο έργο και τότε ο μελετητής φωτισμού θα οργανώσει την δοκιμή με το σωστό εξοπλισμό και θα επιβλέψει και καταγράψει τις δοκιμαστικές διαδικασίες.
- Κατά τη διάρκεια της εγκατάστασης, ο μελετητής φωτισμού δίνει τα τεχνικά χαρακτηριστικά των σωστών φωτιστικών σωμάτων που χρειάζονται καθώς και κάθε πληροφορία, ώστε να εξασφαλιστεί η αγορά του σωστού εξοπλισμού φωτισμού. Το έργο ολοκληρώνεται με έναν τελικό έλεγχο της εστίασης των φωτιστικών και του συστήματος ελέγχου - διαχείρισης, ώστε να εξασφαλιστεί η ολοκληρωμένη και σωστή λειτουργία του φωτισμού.

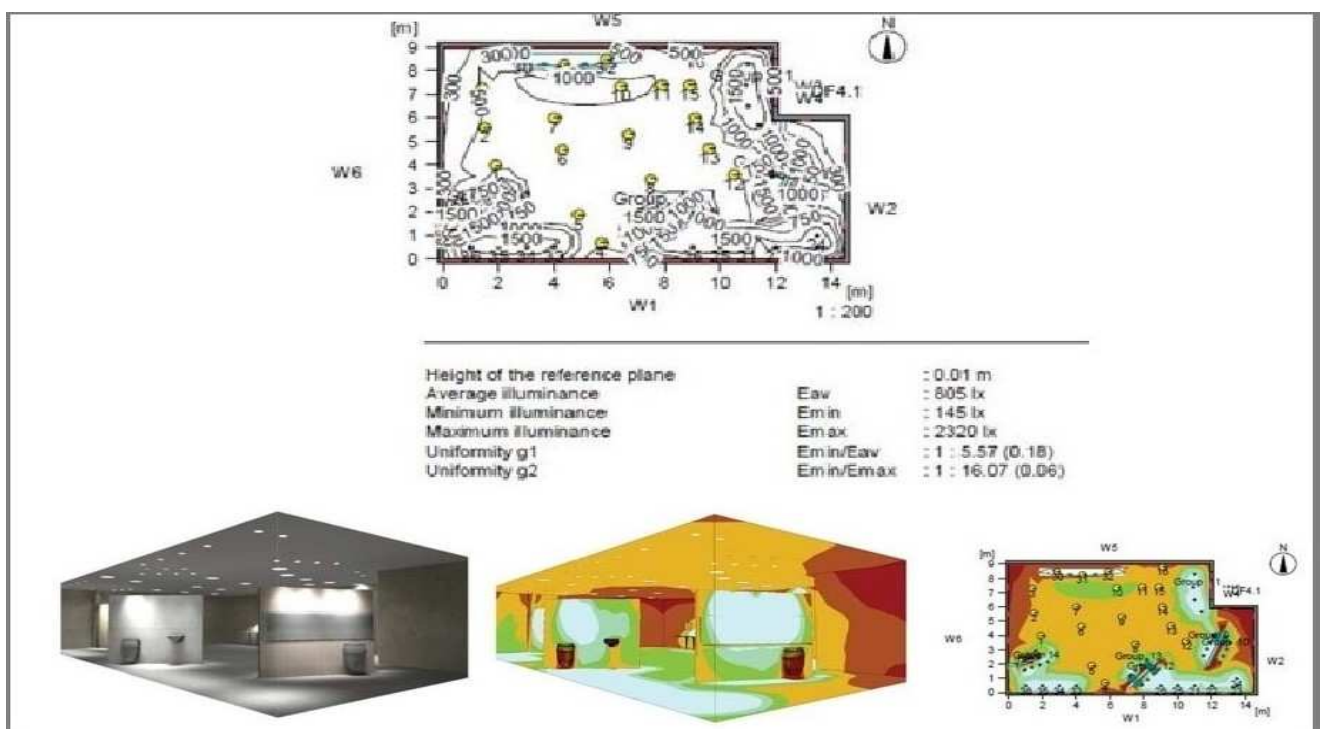
3.5. Χαρακτηριστικά του επαγγελματία Μελετητή φωτισμού

Ο επαγγελματίας σχεδιαστής αρχιτεκτονικού φωτισμού ασχολείται αποκλειστικά με την παροχή επαγγελματικών συμβουλών και την εκπόνηση της ολοκληρωμένης μελέτης του τεχνητού αλλά συχνά και του φυσικού φωτισμού σε ένα κτίριο και αμείβεται αποκλειστικά και μόνο για την μελέτη αυτή. Ο σχεδιαστής φωτισμού δεν εκπροσωπεί κάποιον συγκεκριμένο κατασκευαστή φωτιστικών αλλά χρησιμοποιεί και προδιαγράφει το κατάλληλο εξοπλισμό με μοναδικό κριτήριο την καταλληλότητα του για το συγκεκριμένο έργο, από άποψη λειτουργική, αισθητική, εξοικονόμησης ενέργειας και απόδοσης. Από τα πρώτα στάδια της συμμετοχής του στην ομάδα σχεδιασμού ενός έργου αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια της κατασκευής του έργου, συνεργάζεται στενά με τους ιδιοκτήτες, τους αρχιτέκτονες, τους μηχανικούς και την υπόλοιπη μελετητική ομάδα. Ο σχεδιαστής φωτισμού καλείται με τη φαντασία, τη γνώση και την εμπειρία του να συνδυάσει δημιουργικά την τέχνη και σύγχρονη τεχνολογία του φωτισμού, με αλλά λόγια το τεχνικό με το αισθητικό στοιχείο του φωτισμού, με αντικειμενικό στόχο να προσφέρει μια καινούργια πιο ποιοτική προσέγγιση στο θέμα του φωτισμού. Κύριο μέλημα του είναι η αρμονική ενσωμάτωση του φωτισμού στην αρχιτεκτονική του έργου, η ανάδειξη του ιδιαίτερου χαρακτήρα του χώρου και η δημιουργία της κατάλληλης ατμόσφαιρας για τους χρήστες του χώρου με σκοπό τη μέγιστη ικανοποίηση των αναγκών τους.

Προκείμενου να εκπληρώσει τα επαγγελματικά του καθήκοντα με επιτυχία, ο σχεδιαστής φωτισμού απαιτείται να διαθέτει βαθιά τεχνική γνώση αλλά και να ενημερώνεται συνεχώς για όλες τις σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις και τις τάσεις που επικρατούν διεθνώς στο σχεδιασμό φωτισμού.

3.6. Κόστος μιας μελέτης φωτισμού

Μία καλή μελέτη φωτισμού θα στοιχίσει το ίδιο με μία κακή, αλλά η καλή μελέτη θα περιλαμβάνει προφανή πλεονεκτήματα που συνοψίζονται στον κατάλληλο, σωστό, ευχάριστο και αισθητικά καλαισθητο φωτισμό ενός εκάστου χώρου και γενικότερα όλου του έργου, στα σωστά προϊόντα και στον αριθμό των προϊόντων που χρειάζονται και ενδείκνυνται για τον κάθε χώρο και για το κάθε είδος εργασίας, στο λογικό έλεγχό τους, καθώς και μακροχρόνια πλεονεκτήματα, όπως η συντήρηση και η εξοικονόμηση ενέργειας. Η εμπειρία έχει δείξει ότι η μελέτη και ο σχεδιασμός φωτισμού κοστίζει περίπου το 2-5% του συνολικού προϋπολογισμού της μελέτης του έργου, αλλά αυτό το ποσοστό διαφέρει από έργο σε έργο, διότι εξαρτάται από το είδος του έργου και φυσικά από το είδος του φωτισμού που απαιτείται. Αυτό που θα πρέπει να γίνει κατανοητό είναι ότι η παρουσία ενός ανεξάρτητου μελετητή φωτισμού στο έργο έχει και άμεσο θετικό οικονομικό αντίκρισμα καθώς οι ποσότητες των φωτιστικών που προδιαγράφονται είναι σαφώς μικρότερες από τις αντίστοιχες που προκύπτουν από τις 'μελέτες φωτισμού' που προσφέρουν δωρεάν εμπορικές εταιρίες με κίνητρο την πώληση φωτιστικού εξοπλισμού.



Παράδειγμα μελέτης φωτισμού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Τα παράθυρα και η σχέση τους με το Daylighting

4.1. Εισαγωγή στα παράθυρα

Το παράθυρο είναι ένα άνοιγμα σε έναν τοίχο ή σε κάποια πλευρά του κτιρίου το οποίο επιτρέπει την είσοδο του φωτός και κάποιες φορές και του αέρα στο εσωτερικό του χώρου που βρίσκεται.

Το φως της ημέρας είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τα παράθυρα, τα οποία σχετίζονται και με την είσοδο ή την απώλεια της θερμότητας, το ηλιακό κέρδος ,με τον εξαερισμό και με την εισαγωγή του θορύβου. Τα παράθυρα προϋπήρχαν του γυαλιού, οπότε αρχικά ήταν διαμπερή και ο ατμοσφαιρικός αέρας εισερχόταν στο εσωτερικό του κτηρίου ελεύθερα, σε κάποιες περιπτώσεις σφραγιζόνταν με κάποιο πρόσθετο κομμάτι τη νύχτα ώστε να μειώνουν την απώλεια της θερμοκρασίας.

Στην αρχική αρχιτεκτονική, όπως στο ρωμαϊκό αίθριο σπίτι, αφήνονταν τρύπες στην οροφή για να περνάει το φως. Όμως με αυτό τον τρόπο περνούσε και η βροχή. Τον 18^ο αιώνα έγινε η εισαγωγή του παραθύρου με τζάμι για να εισέρχεται το φως της ημέρας βαθιά στο εσωτερικό ενός κτιρίου. Κατά την περίοδο του μεσαίωνα προστίθενται τα παντζούρια. Αυτά αφήνονταν ανοιχτά ή κλειστά για να μπαίνει το φως της ημέρας και ο καθαρός αέρας και να ρυθμίζουν και την ποσότητα η οποία εισερχόταν στο εσωτερικό . Με την εμφάνιση των τζαμιών τα οποία χρησιμοποιήθηκαν πρώτη φορά σε ρωμαϊκές κατασκευές, έκαναν την αρχή για τα παράθυρα που γνωρίζουμε σήμερα .

Η λογική των παραθύρων που αποτελούνταν από μικρά κομμάτια τζαμιού που χωρίζονταν με μικρά κομμάτια μπρούτζου ή σιδήρου εγκαταλείπεται γρήγορα και οι κατασκευαστές πλέον τα προτείνουν ως εναλλακτικές λύσεις για τις νέες κατοικίες .

Υπάρχουν πολλές μορφές παραθύρων που έχουν αναπτυχθεί στο πέρασμα των αιώνων και έχουν σχεδιαστεί για να εισαγάγουν το φως στο εσωτερικό κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μειώνεται η διαφορά

φωτεινότητας ανάμεσα στην φωτεινότητα του παραθύρου, και του γύρω περιβάλλοντός για μείωση της αντανάκλασης. Τα παράθυρα μπορούν να διαιρεθούν σε δυο κύριες κατηγορίες, η μία κατηγορία είναι αυτή των *παραθύρων που βρίσκονται στους πλευρικούς τοίχους* των σπιτιών και η άλλη κατηγορία είναι αυτή των *παράθυρων που ανοίγονται στην οροφή*.

4.1.1 Παράθυρα στους πλευρικούς τοίχους

Η τοποθέτηση των παραθύρων στου πλευρικούς τοίχους εξαρτάται κυρίως από το ύψος του ταβανιού. Αρχικά τα παράθυρα ήταν μικρά γιατί τα σπίτια ήταν χαμηλοτάβανα, όμως όσο περνούσαν τα χρόνια και τα σπίτια άλλαζαν γίνονταν όλο και ψηλότερα και τα παράθυρα προσαρμόζονταν στα νέα δεδομένα. Όμως καθώς τα σπίτια μεγάλωναν ο φωτισμός μόνο από τα παράθυρα δεν ήταν αρκετός και αυτό οδήγησε στη δημιουργία των παραθύρων οροφής. Απεικονίσεις από ορισμένους τύπους παραθύρων δείχνουν την ποικιλία τους που έχει εξελιχθεί με την πάροδο των αιώνων.

Το οριζόντιο παράθυρο είναι ίσως το πιο γνωστό από όλα. Ήταν το πιο διαδεδομένο κατά τους μεσαιωνικούς χρόνους, ήταν όμως περιορισμένο εξαιτίας των κατασκευών της εποχής. Χρησιμοποιείται ακόμα πολύ στην εγχώρια αρχιτεκτονική σήμερα. Εφόσον το οριζόντιο παράθυρο τοποθετηθεί ψηλά στον τοίχο το φυσικό φως θα διεισδύει καλά μέσα στο χώρο, αλλά και άλλα χαρακτηριστικά του παραθύρου πρέπει να ληφθούν υπόψη, όπως η θέα η οποία θα βλέπει και η θέση που θα πρέπει να προκαθορισθεί εάν η οροφή είναι αρκετά ψηλά.



Οριζόντια παράθυρα

Μια λογική εξέλιξη αυτών των οριζόντιων παραθύρων αποτελούν τα παράθυρα που καλύπτουν το μήκος όλου του τοίχου και από το πάτωμα μέχρι την οροφή. Αυτή η μορφή κατασκευής παραθύρων έγινε άμεσα δημοφιλής και υιοθετήθηκε από όλο σχεδόν τον κατασκευαστικό κόσμο καθώς βοηθάει τους χειριστές στην εκτέλεση των εργασιών τους.



Οριζόντια παράθυρα που καλύπτουν ολόκληρο τοίχο σε εργοστάσιο ξυλείας

4.1.2 Παράθυρα Οροφής - Φεγγίτες

Ο φωτισμός οροφής φαίνεται να ξεκίνησε κατά τα ρωμαϊκά χρόνια όπου τα σπίτια ήθελαν να βλέπουν τον γαλανό ουρανό και τη βροχή. Παρά το γεγονός ότι παρέχουν φως σε όλο το εσωτερικό του χώρου δεν άλλαζαν τον τρόπο κατασκευής τους ακόμα και όταν αυτή επηρέαζε το εσωτερικό εξαιτίας των κλιματικών συνθηκών. Το παράθυρο οροφής εξορισμού επιτρέπει στο φως της ημέρας να εισέλθει στον εσωτερικό χώρο μέσα από ένα διάφανο άνοιγμα στη σκεπή, προστατεύοντας όμως το εσωτερικό από τους ανέμους και τα υπόλοιπα καιρικά φαινόμενα. Τα πρώτα παράθυρα οροφής λειτουργούσαν σαν θόλοι σε συνδυασμό με κανονικά παράθυρα στους τοίχους που επέτρεπαν στο φως της ημέρας να εισέλθει στο εσωτερικό, αλλά κατά το 19^ο αιώνα οι κατασκευαστικές δομές και τεχνικές είχαν αναπτυχθεί τόσο που επέτρεπαν στον κατασκευαστή να τοποθετεί παράθυρα οροφής τόσο με τη μορφή καμάρας όσο και με τη μορφή θόλων απομακρυσμένα από τα πλευρικά παράθυρα. Κατά τον 20^ο αιώνα η χρήση των παραθύρων οροφής μειώθηκε και σχεδόν εγκαταλείφθηκε, χρησιμοποιούνταν κυρίως στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις.





Παράθυρα οροφής

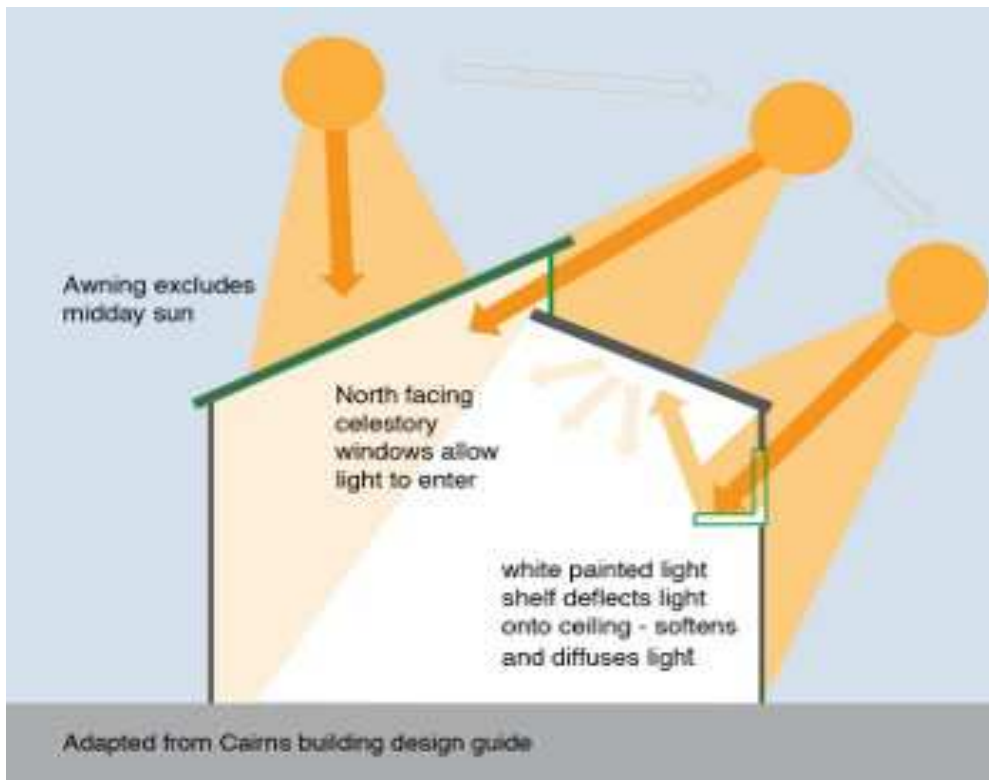
Στην συνέχεια αντικαταστάθηκαν με κάποια άλλου είδους παράθυρα οροφής που ονομάζονται φεγγίτες ή φωταγωγοί, τα οποία είναι ψηλά οριζόντια ή κάθετα τοποθετημένα παράθυρα .

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αυξήσουν το άμεσο ηλιακό κέρδος όταν προσανατολίζονται προς τον ισημερινό. Όταν βέβαια βλέπουν προς τον ήλιο, μπορεί να υπάρξει μεγάλο πρόβλημα αντηλιάς. Στην περίπτωση μιας σύγχρονης βιοκλιματικής κατοικίας(*κατοικία με κατάλληλο σχεδιασμό με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος*), οι φεγγίτες μπορούν να παρέχουν μια άμεση διαδρομή του φωτός σε πολικές πλευρές δωματίων (βορράς στο βόρειο ημισφαίριο, νότος στο νότιο ημισφαίριο) που διαφορετικά δεν θα μπορούσαν να φωτίζονται. Εναλλακτικά, οι φεγγίτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την είσοδο διάχυτου φωτός ημέρας (από το Βορρά στο βόρειο ημισφαίριο) που φωτίζει ομοιόμορφα το χώρο, όπως σε μια σχολική τάξη ή στο γραφείο. Συχνά, τα παράθυρα φεγγίτες λάμπουν πάνω σε εσωτερικές επιφάνειες τοίχων βαμμένες άσπρες ή άλλο φωτεινού χρώματος. Αυτοί οι τοίχοι τοποθετούνται έτσι ώστε να αντανακλούν έμμεσο ηλιακό φως σε εσωτερικούς χώρους όπου αυτό είναι αναγκαίο. Αυτή η μέθοδος έχει το πλεονέκτημα της μείωσης της

κατευθυντικότητας του φωτός για να καταστεί πιο ομαλό και πιο διάχυτο, μειώνοντας έτσι τις σκιές.



Φεγγίτες



Η εισχώρηση ηλιακού φωτός από φεγγίτες ανάλογα τη θέση του ήλιου

Τα παράθυρα όπως φαίνεται αποτελούν τη σημαντικότερη αρχιτεκτονική κατασκευαστική δομή για ένα κτίριο καθώς αυτή θα είναι η πρώτη εικόνα που θα αντικρίσει ο επισκέπτης όταν μπει σε ένα κτίριο για πρώτη φορά και οι κατασκευαστές σκέφτονται ,και έχουν υιοθετήσει φυσικά στις κατασκευές τους , τη σχέση ανάμεσα στα παράθυρα και την εξωτερική θέα που είναι ζωτικής σημασίας.

Κεφάλαιο 5: Daylighting και Περιβάλλον

5.1. Εσωτερικοί χώροι , αλλαγή και ποικιλία

Το φυσικό φως επηρεάζει σε πολλούς τομείς το εσωτερικό περιβάλλον και την εμφάνιση ενός κτηρίου. Ο πιο εμφανής και κυρίως ο ποιο σημαντικός παράγοντας είναι η ιδιότητα του να αλλάζει. Και αυτό οδηγεί σε μία συνεχή αλλαγή της εμφάνισης των εσωτερικών χώρων χάρη στο φωτισμό που λαμβάνουν. Χάρη σε αυτήν την ιδιότητα το ανθρώπινο σώμα έχει τη δυνατότητα να το προσλαμβάνει και να το προσαρμόζει στις ανάγκες του, κυρίως στην ανάγκη που έχει να εξασκεί αυτή την ικανότητα . Η αντίληψη αντιδρά στο βαθμό της αλλαγής και αυτό γίνεται αντιληπτό από την αλλαγή της εικόνας που έχουν οι εσωτερικοί χώροι κατά τη διάρκεια της ημέρας με το πέρασμα των ωρών. Η θεωρία ότι οι εσωτερικοί χώροι παραμένουν ίδιοι οφείλεται στο γεγονός ότι χάρη στο φυσικό φως μπορούμε να τους παρατηρούμε καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας και να τους ελέγχουμε, καθώς επίσης και τις υπόλοιπες ώρες της ημέρας χάρη στα τεχνητά μέσα που έχουμε στη διάθεση μας και προκαλούν το ίδιο αποτέλεσμα με το φυσικό φως. Καταρχήν η φυσική αλλαγή από ημέρα σε νύχτα προκαλεί την ανάγκη για φως κάτι που οδήγησε στη δημιουργία τεχνητών μέσων φωτισμού τα οποία παίρνουν τη θέση του φυσικού φωτός όταν αυτό εξασθενεί με το πέρασμα των ωρών.

Επίσης αλλαγές που οφείλονται στην αλλαγή του καιρού, ο καθαρός ουρανός με τον φωτεινό ήλιο μειώνουν την ανάγκη του ανθρώπου για τεχνητό φωτισμό, όχι όμως και η συννεφιά ή η βροχή. Κατά τις

περιόδους αυτές η ανάγκη για φως είναι μεγαλύτερη και πιο έντονη και έτσι ο άνθρωπος καταφεύγει στα τεχνητά μέσα που δημιουργούν την ίδια αίσθηση. Αυτή η ανάγκη συνδέεται άρρηκτα και με τις διαφορετικές εποχές του χρόνου. Η ανάγκη του ατόμου για φωτισμό είναι μικρότερη το καλοκαίρι και την άνοιξη που ο καιρός είναι καθαρός και η μέρα διαρκεί περισσότερο σε σχέση με το χειμώνα και το φθινόπωρο που οι μέρες με συννεφιά και βροχές είναι περισσότερες και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του ηλιακού φυσικού φωτός.



Ο φωτισμός του χώρου κατά εποχές

5.2. Μοντελοποίηση

Η μορφή που έχει ένα σώμα προέρχεται από το σχήμα του είτε αυτό είναι στρογγυλό ή τετράγωνο, τρίγωνο ή σε οποιαδήποτε άλλη μορφή. Και αυτό αλληλεπιδρά με τον τρόπο με τον οποίο το φυσικό φως πέφτει πάνω στην επιφάνεια του. Αυτό διαμορφώνεται κυρίως από τον τρόπο τον οποίο το φυσικό φως εισέρχεται στο χώρο και τη θέση με την οποία καλύπτει τον χώρο ή το αντικείμενο. Όμως η εικόνα μπορεί να διαφέρει σε σχέση με το φυσικό φως όταν ο χώρος φωτίζεται από πολλαπλές συσκευές παραγωγής φωτός.

5.3. Προσανατολισμός

Η σημασία του προσανατολισμού σε ένα κτήριο είναι καθοριστική και πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη από την αρχή της κατασκευής, όταν ο μηχανικός αποφασίζει τη θέση του κτιρίου στο χώρο κατασκευής, ο κύριος στόχος που πρέπει να επιτευχθεί είναι να εξασφαλιστεί ότι το κτίριο θα βρίσκεται σε τέτοια θέση ώστε να περικλείεται όσο το δυνατόν περισσότερο από φυσικό φως τόσο εξωτερικά αλλά και εσωτερικά.

Βέβαια, αυτό μπορεί να αποτελεί σημαντικό περιορισμό για ένα κτίριο όταν αυτό θα πρέπει να τοποθετηθεί σε έναν πυκνοκατοικημένο δρόμο ή όταν συντρέχουν άλλοι σημαντικοί παράγοντες, όμως ακόμα και κάτω από αυτές τις συνθήκες η όσο το δυνατόν καλύτερη εκμετάλλευση του φυσικού φωτός που είναι δυνατή να υπάρξει θα πρέπει να είναι πρωταρχικός στόχος του σχεδιασμού.

Κάθε κτίριο, ανάλογα με την ιδιότητα του έχει και τους ανάλογους περιορισμούς στον τρόπο προσανατολισμού. Και αυτό φυσικά αποδίδει μοναδική σημασία στον τρόπο κατασκευής των εσωτερικών χώρων.

Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που έχει σχέση με τον προσανατολισμό ενός κτιρίου και το φυσικό φως αφορά την υποσυνείδητη ανάγκη του ανθρώπου όταν βρίσκεται μέσα σε ένα χώρο να έχει επαφή με όσα συμβαίνουν απέξω, να γνωρίζει αν είναι μέρα ή νύχτα ή ακόμα περισσότερο τις καιρικές συνθήκες.

5.4. Το χρώμα

Το φυσικό φως επιδρά και στον τρόπο που φαίνεται ένα χρώμα στο εσωτερικό ενός χώρου. Το χρώμα αυτό αλλάζει όσο μειώνεται το φυσικό φως και εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν. Από πολλούς θεωρείται ότι μόνο το φυσικό φως αποδίδει το πραγματικό χρώμα της ύλης .



Δωμάτιο με τεχνητό φώς και με φώς ημέρας

5.5. Η Θέα

Το τελευταίο που αναφέρεται ανάμεσα στους περιβαλλοντικούς παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την κατασκευή των παραθύρων και των πηγών φωτισμού ενός εσωτερικού χώρου είναι η θέα που προσφέρει, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω ο άνθρωπος έχει έμφυτη ανάγκη να αντιλαμβάνεται τι συμβαίνει γύρω του, στο περιβάλλον του, τι κλιματικές συνθήκες επικρατούν και γενικά να προσλαμβάνει τις απαραίτητες πληροφορίες για το εξωτερικό περιβάλλον όσο βρίσκεται μέσα σε έναν χώρο. Εκτός όμως από αυτό η θέα που υπάρχει έξω και που μπορεί να γίνει αντιληπτή από το μάτι δίνει την αίσθηση ηρεμίας και χαλάρωσης. Γι' αυτόν λοιπόν το λόγο η οποιαδήποτε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον είναι καλύτερη από την έλλειψη επαφής.

Η θέση στην οποία θα τοποθετηθεί ένα παράθυρο παίζει σημαντικό ρόλο για την θέα, σε ψηλά κτήρια με πολλούς ορόφους πρέπει να μελετηθεί σωστά η θέση στην οποία θα μπει το παράθυρο και τι θα βλέπει το άτομο από το εσωτερικό του κτηρίου. Έρευνες έχουν αποδείξει λοιπόν ότι στους επάνω ορόφους τα παράθυρα θα πρέπει να βρίσκονται σε τέτοια θέση ώστε να βλέπουν στον ουρανό ενώ στους κάτω ορόφους να βλέπουν το έδαφος.

Σε ότι αφορά την ποιότητα της θέας αυτό εξαρτάται από το τι περιβάλλει το κτίριο και από το ύψος από το οποίο παρατηρείται. Αλλά πέρα από αυτό, όπου υπάρχει δυνατότητα να έχει κανείς θέα θα πρέπει να μπορεί να το εκμεταλλευτεί. Θα υπάρξουν φορές που σε μεγάλα συγκροτήματα η μόνη θέα θα είναι το εσωτερικό του απέναντι κτιρίου, όμως ακόμα και τότε το οπτικό νεύρο θα αποδώσει στον εγκέφαλο την αίσθηση της ικανοποίησης. Όμως αν δεν υπάρχουν κομμάτια που θα παρέχουν έστω και στο ελάχιστο φυσικό φως αυτό θα οδηγήσει στην έλλειψη της αίσθησης της αλλαγής, ποικιλίας και σχεδιασμού που πληροφορούν σχετικά με το τι συμβαίνει στο εξωτερικό περιβάλλον.

Ο μηχανικός λοιπόν κατά την σχεδίαση του κτιρίου θα πρέπει να λάβει σοβαρά υπόψη του την θέα σε όλο το κτίριο.

5.6. Η επίδραση του Daylighting στην Υγεία

Σημαντικός παράγοντας για τον άνθρωπο είναι η καλή υγεία. Το φυσικό φως λοιπόν έχει αποδειχθεί από έρευνες ότι σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την καλή υγεία. Σύμφωνα με έρευνες έχει αποδειχθεί ότι οι κατασκευαστές κτιρίων θα πρέπει να επιλέγουν ασφαλείς περιοχές για την κατασκευή των κτιρίων τους. Η αναγκαιότητα για καλή υγεία ήταν ο κυριότερος παράγοντας που οδήγησε στην κατασκευή κτιρίων με σαφή και σωστό προσανατολισμό στο φυσικό φως .

Μπορεί να μας φαίνεται αδύνατον αλλά έχει αποδειχθεί ότι οι χώροι με ελλιπή ή καθόλου φυσικό φως είναι καθόλα υπεύθυνοι για το σύνδρομο *SAD(Seasonal Affective Disorder)* ή αλλιώς *winter depression* το οποίο επηρεάζει πολλούς ανθρώπους σε ορισμένες εποχές εξαιτίας της έλλειψης επαρκούς φωτισμού και μπορεί να υπάρξει φωτοθεραπεία μέχρι και χορήγηση φαρμακευτικής αγωγής, για την αντιμετώπιση του συμπτώματος, αναλόγως την βαρύτητα του.



Θεραπεία με lightbox



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ander Gregg : Daylighting performance and design
- Baker Fanchiotti and Steemers : Daylighting in Architecture A European Reference Book
- Boyce : Human Factors in Lighting
- Pye Brian :Glass in Buildings
- Peter Tregenza ,Michael Wilson : Daylighting-Architecture and Lighting Design
- Mohamed Boubekri : Daylighting, Architecture and Health
- Fuller Moore : Concepts and Practices of Architectural Daylighting
- Mary Guzowski : Daylighting for Sustainable Design
- Derek Phillips : Natural Light in Architecture
- Walter Grondzik : Mechanical and Electrical Equipment for Buildings
- Mark DeKay : Sun ,Wind,Light-Architectural Design Strategies
- Francis D.K. Ching : Interior Design Illustrated
- U.S. Department of energy page on passive daylighting
- London Metropolitan University : SynthLight Handbook, Low Energy Architecture Research Unit
- MIT, Building Technology Program, Daylighting Lab
- California Energy Commission : 2008 Building Energy Efficiency Standards for Residential And Nonresidential Buildings
- Lawrence Berkeley National Laboratory: Building Technologies Program, Tips for Daylighting with Windows

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚ'Η

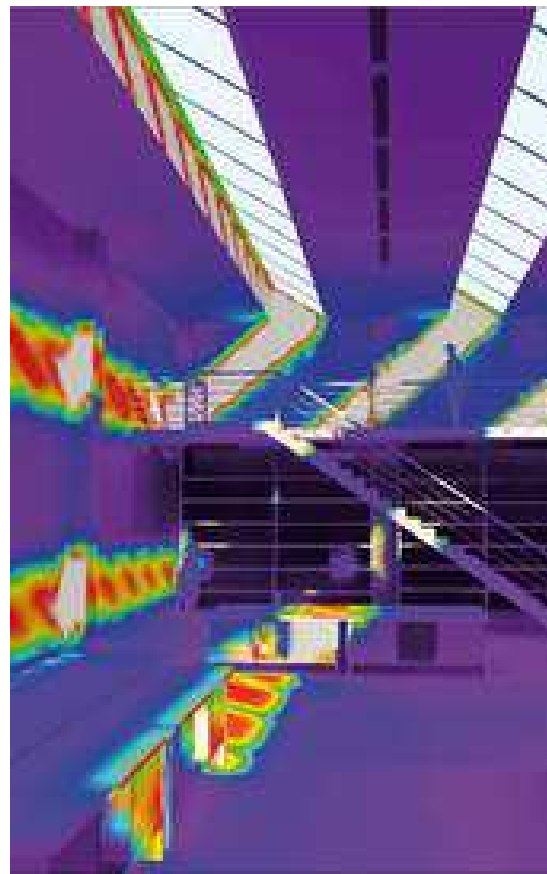
- www.daylighting.org/what.php
- www.wbdg.org/resources/daylighting.php
- www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/ci/v16n1/10.html
- www.solartube.com
- www.Solargreen.us
- wiki.naturalfrequency.com
- www.dial.de/DIAL/en/dialux.html

Μέρος Β

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Σχεδιασμός Daylighting σε απλό χώρο με τη βοήθεια του λογισμικού Dialux

6.1. Περιγραφή του προγράμματος

Το πρόγραμμα σχεδιασμού Daylighting ,Dialux είναι ένα ελεύθερο λογισμικό που αναπτύχθηκε από την γερμανική εταιρία σχεδιασμού DIAL για επαγγελματικό σχεδιασμό περιέχοντας φωτιστικό εξοπλισμό σχεδόν όλων των εταιριών καθώς όλο και περισσότερες εταιρίες φωτισμού συνεργάζονται. Χρησιμοποιείται από χιλιάδες σχεδιαστές παγκοσμίως. Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει εικονικούς χώρους απλά και διαισθητικά με το Dialux. Έχει την δυνατότητα να καταγράψει τα αποτελέσματα μέσω φωτορεαλιστικών απεικονίσεων. Επίσης μπορεί να δημιουργήσει διάφορα σενάρια φυσικού αλλά και τεχνητού φωτισμού , βασιζόμενο στα δεδομένα CAD από άλλα προγράμματα αρχιτεκτονικής ή μπορεί να χρησιμοποιήσει τρισδιάστατα μοντέλα από το ίντερνετ .

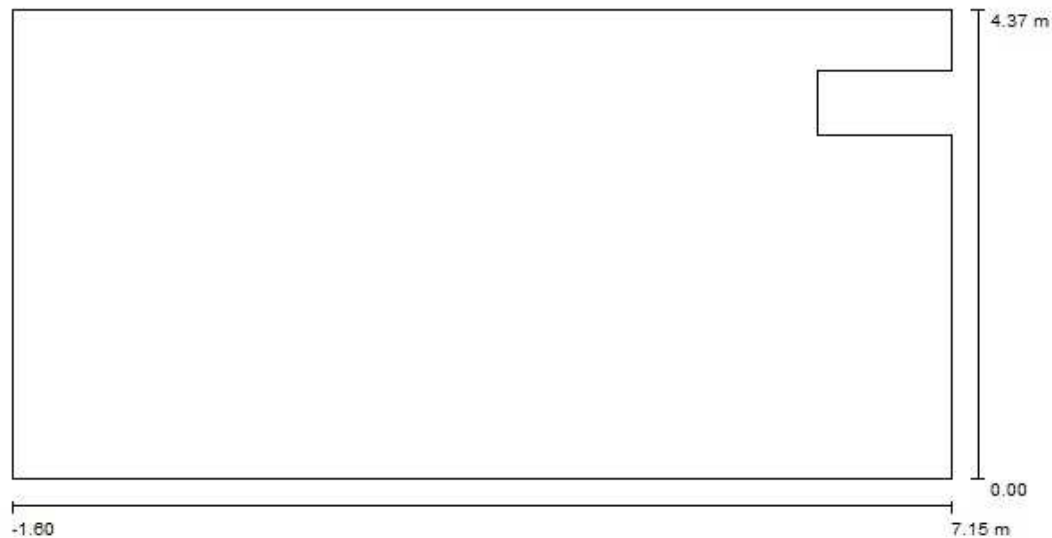


Σχεδιασμός Daylighting με Dialux

6.2 Εφαρμογή σχεδιασμού daylighting

- Σχεδιάσαμε ένα απλό δωμάτιο 31τμ
(περίπου σαν μια φοιτητική γκαρσονιέρα)

Εσωτερικός χώρος 1 / Φωτεινή σκηνή 1 / Στοιχεία σχεδιασμού



Παράμετρος φωτός ημέρας:

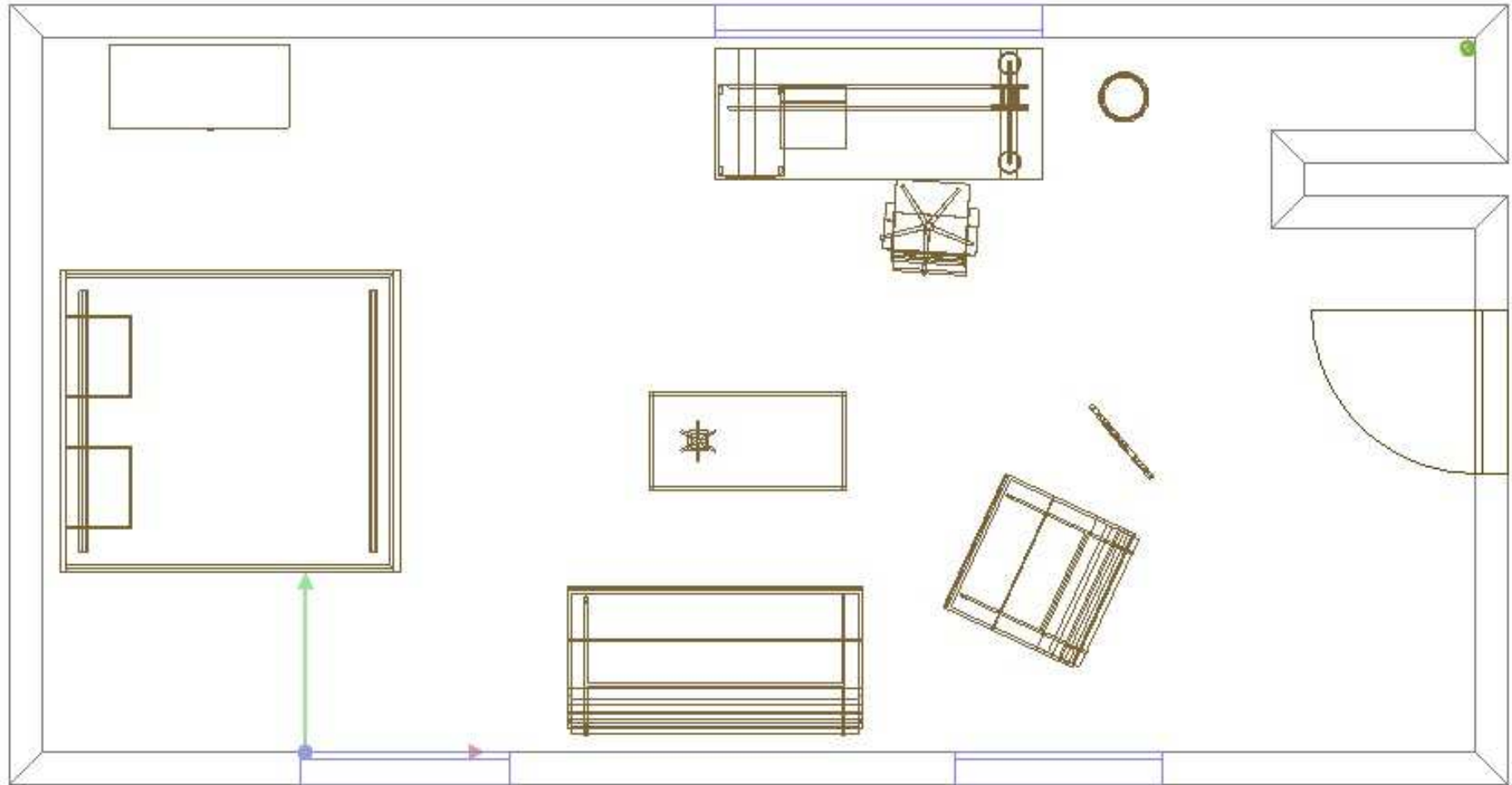
Τόπος: Lüdenscheid, Γεωγραφικό μήκος: 7.63°, Γεωγραφικό πλάτος: 51.22°

Ημερομηνία: 21.09.2014, Ώρα: 12:00:00 (+1 Ώρες απόκλισης από την ώρα Γκρήνουιτς)

Μοντέλο ουρανού: Συνεφιασμένος ουρανός

Κλίμακα 1 : 63

- Στην συνέχεια προστέθηκαν τα διάφορα στοιχεία του δωματίου (παράθυρα, πόρτα, έπιπλα , άνθρωπος)



- Ακολουθήσε η τρισδιάστατη απεικόνιση του κτιρίου





- Μετά την σχεδίαση του χώρου μπορούμε να αρχίσουμε τον υπολογισμό του daylighting :

Ο υπολογισμός εκτελείται...

Όνομα: Μελέτη 3 - Εσωτερικός χώρος 2 - Φωτεινή σκηνή 8

Συνολική πρόοδος: 95 % Χρόνος υπολογισμού: 00:00:25

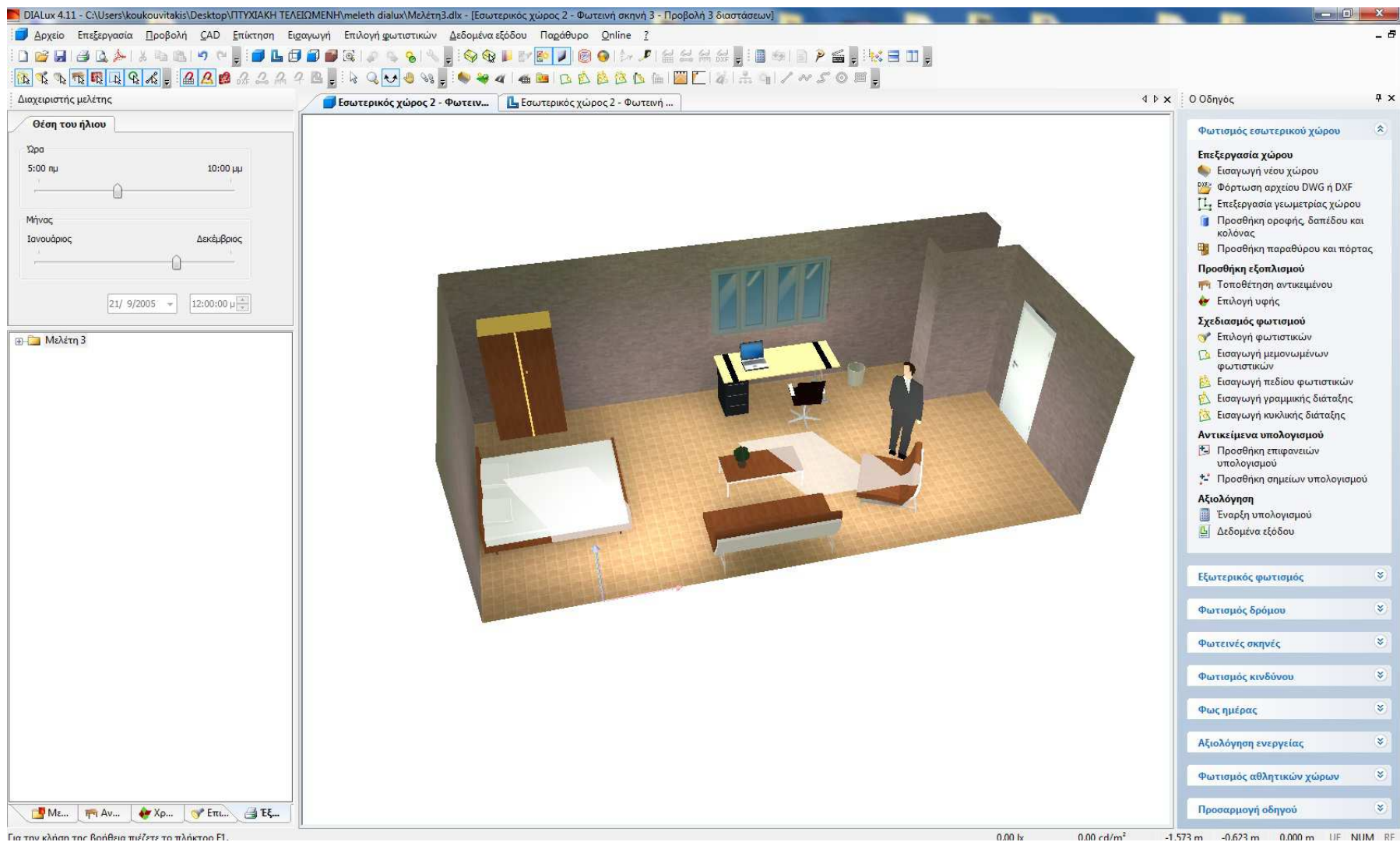
Υπολογίζονται τα σημεία υπολογισμού: 12 %

Διακοπή, αποδοχή αποτελεσμάτων

Ακύρωση, αχρήστευση αποτελεσμάτων

9.197 m 1.652 m 0.000 m UF NUM RF

Εκτελούμε τον υπολογισμό daylighting...



Όπως βλέπουμε για την θέση του ήλιου έχουμε ορίσει ημερ/νία 21/9 και ώρα 12:00 .

Εδώ φαίνεται το αποτέλεσμα του υπολογισμού .

Επίσης στην εικόνα βλέπουμε και την αντηλιά που δημιουργείται στο χώρο.

DIALux 4.11 - C:\Users\koukouvitalis\Desktop\ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗ\meleth dialux\Μελέτη3.dlx - [Εσωτερικός χώρος 2 - Φωτεινή σκηνή 3 - Προβολή 3 διαστάσεων]

Αρχείο Επεξεργασία Προβολή CAD Επικτήση Εισαγωγή Επιλογή φωτιστικών Δεδομένα εξόδου Παράθυρο Online ?

Διαχειριστής μελέτης

Εσωτερικός χώρος 2 - Φωτειν... Εσωτερικός χώρος 2 - Φωτεινή ...

Λάθος χρώματα

Εντάσεις φωτισμού Πυκνότητες φωτεινότητας

<input type="text" value="1000.00"/>	lx	Επεξεργασία παρ...
<input type="text" value="800.00"/>	lx	
<input type="text" value="500.00"/>	lx	
<input type="text" value="400.00"/>	lx	
<input type="text" value="300.00"/>	lx	
<input type="text" value="200.00"/>	lx	
<input type="text" value="100.00"/>	lx	
<input type="text" value="50.00"/>	lx	
<input type="text" value="20.00"/>	lx	

Χρώματα Ταξινόμηση Αποδοχή

Μελέτη 3

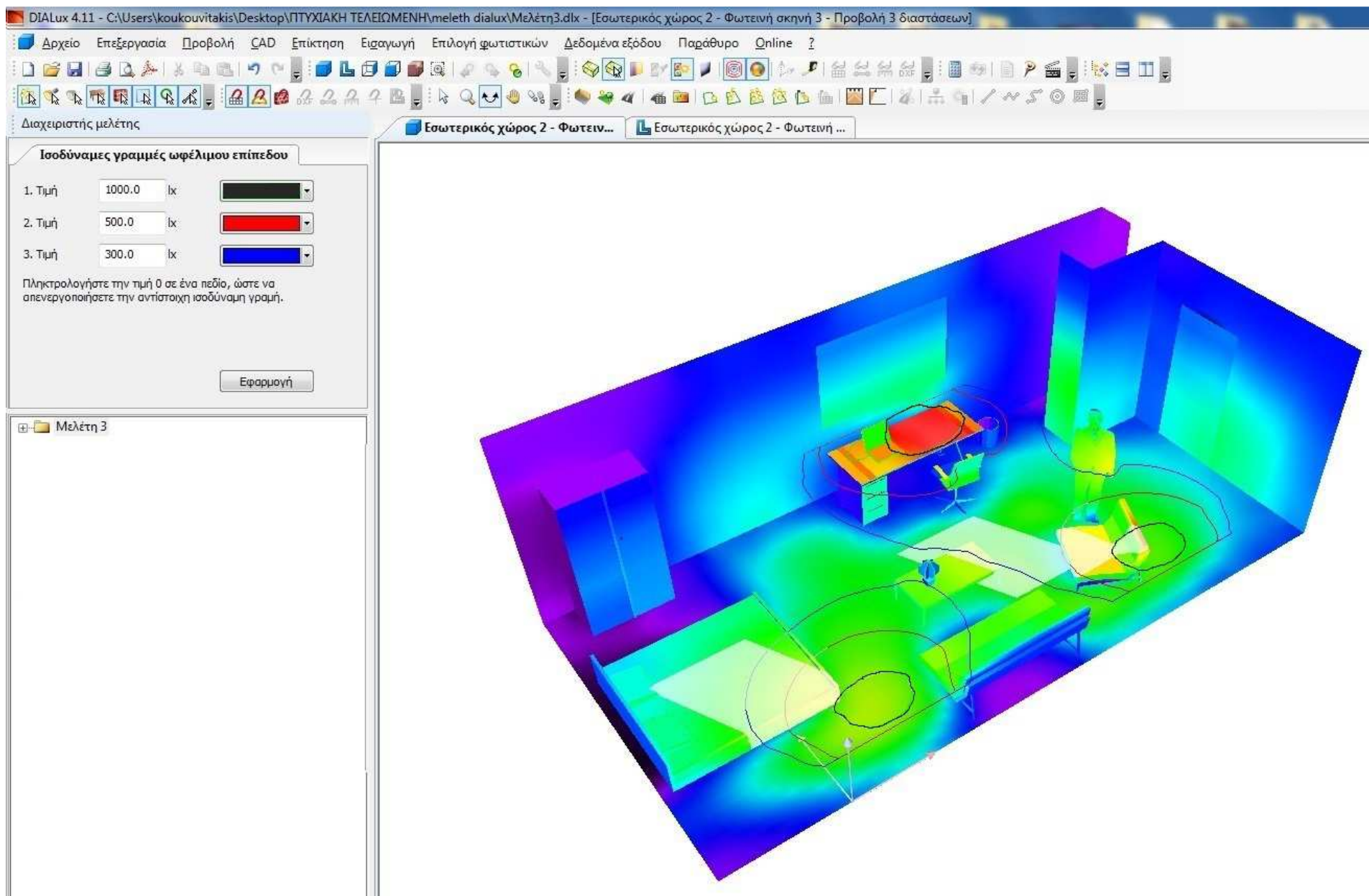
- χρησιμοποιηθέντα φωτιστικά
 - Εσωτερικός χώρος 2
 - Επίπεδο εργασίας
 - Φωτεινές σκηνές
 - Φωτεινή σκηνή 3
 - Φωτεινή σκηνή 4
 - Φωτεινή σκηνή 5
 - Φωτεινή σκηνή 6
 - Δάπεδο
 - Οροφή
 - Επιφάνειες τοίχου
 - Αντικείμενα
 - Κρεβάτι2 φαρδύ
 - Διπλός καναπές
 - 60x120 καναπές
 - Φυτό γλάστρας1
 - 200x80 αριστερό κοντέινερ
 - Καρέκλα γραφείου2
 - Φορητός Η/Υ
 - Καλάθι αγρήστων
 - Peter1
 - 110x200 2 πόρτες
 - Μονός καναπές
 - Σημεία υπολογισμού
 - Λόγος φωτός ημέρας1
 - Αντικείμενα έξω από τον χώρο

Με... Av... Χρ... Επι... Εξο...

1202.59 lx 176.09 cd/m²

Για την κλήση της βοήθεια πιέζετε το πλήκτρο F1.

Στην άνωθεν εικόνα φαίνεται το αποτέλεσμα του υπολογισμού (παράγοντας daylighting) σε κλίμακα από 1000 lx έως 20 lx . Παρατηρούμε ότι το περισσότερο φώς εστιάζετε στα σημεία κάτω απτά παράθυρα , και κυρίως στο γραφείο και στον καναπέ , εκεί δηλαδή που είχαμε ως στόχο να υπάρχει αρκετό φώς. Ακόμα στο κάτω μέρος της οθόνης (εικόνας) εμφανίζετε το σημείο με μεγαλύτερη συγκέντρωση φωτός, τα 1202.59lx , και είναι το σημείο που δείχνει το βελάκι.



Εδώ φαίνονται οι ισοδύναμες γραμμές του ωφέλιμου πεδίου του daylighting σε τρεις κλίμακες.

DIALux 4.11 - C:\Users\koukouvitakis\Desktop\ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗ\meleth dialux\Μελέτη3.dlx - [Εσωτερικός χώρος 2 - Φωτεινή σκηνή 3 - Προβολή 3 διαστάσεων]

Αρχείο Επεξεργασία Προβολή CAD Επίκτηση Εισαγωγή Επιλογή φωτιστικών Δεδομένα εξόδου Παράθυρο Online ?

ιαχειριστής μελέτης

Λάθος χρώματα

Εντάσεις φωτισμού Πυκνότητες φωτεινότητας

	2000.00 lx	<input type="button" value="Επεξεργασία παρ."/>
	1500.00 lx	
	1000.00 lx	
	800.00 lx	
	500.00 lx	
	300.00 lx	
	200.00 lx	
	100.00 lx	
	50.00 lx	

Χρώματα Ταξινόμηση Αποδοχή

Μελέτη 3

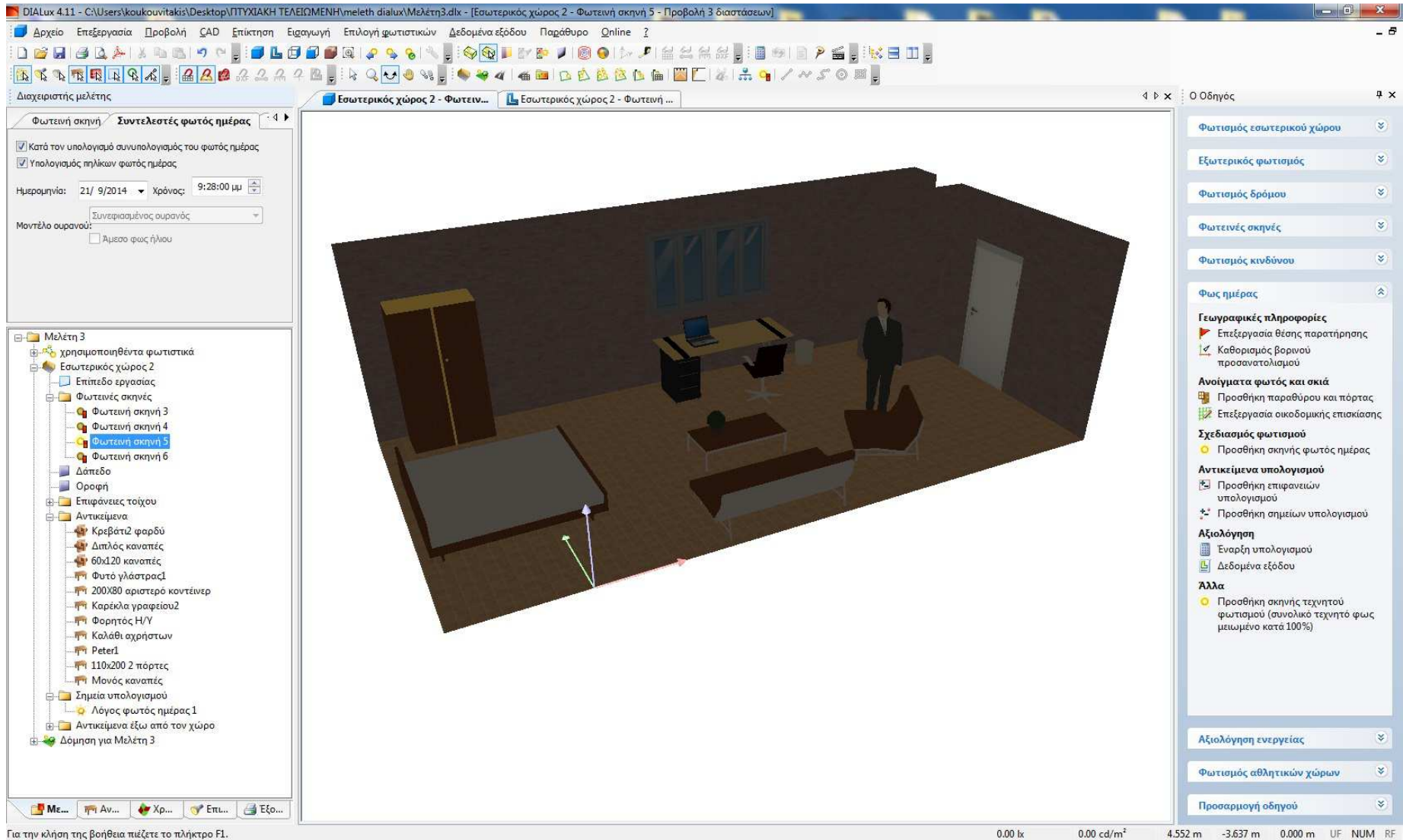
- χρησιμοποιηθέντα φωτιστικά
- Εσωτερικός χώρος 2
 - Επίπεδο εργασίας
 - Φωτεινές σκηνές
 - Δάπεδο
 - Οροφή
 - Επιφάνειες τοίχου
 - Αντικείμενα
 - Κρεβάτι2 φορδύ
 - Διπλός καναπές
 - 60x120 καναπές
 - Φυτό γλάστρας1
 - 200X80 αριστερό κοντέινερ
 - Καρέκλα γραφείου2
 - Φορητός Η/Υ
 - Καλάθι αχρήστων
 - Peter1
 - 110x200 2 πόρτες
 - Μονός καναπές
 - Σημεία υπολογισμού
 - Λόγος φωτός ημέρας 1
 - Αντικείμενα έξω από τον χώρο
 - Δόμηση για Μελέτη 3

Me... Av... Χρ... Επι... Εξο...

την κλήση της βοήθεια πιέζετε το πλήκτρο F1.

0.00 lx 0.00 cd/m²

Παράγοντας daylighting σε μεγαλύτερη κλίμακα 2000lx-50lx.



Πραγματοποίηση φωτεινής σκηνής σε ώρα 21:30 όπου μπορούμε να πιστοποιήσουμε την σωστή λειτουργία της μελέτης μας.

6.3 Εφαρμογή τοποθέτησης τεχνητού φωτισμού

Άλλο ένα χαρακτηριστικό του λογισμικού dialux που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σε μία μελέτη φωτισμού, είναι η προσθήκη φωτιστικών σωμάτων οποιασδήποτε εταιρίας και μεγέθους. Αυτό μπορούμε να το πετύχουμε κατεβάζοντας από το διαδίκτυο τους καταλόγους των προϊόντων της εταιρίας φωτισμού που θα επιλέξουμε ,και τοποθετώντας τους στην βιβλιοθήκη του προγράμματος. Στην συγκεκριμένη μελέτη επιλέξαμε οικονομικούς λαμπτήρες τύπου led της εταιρείας TOSHIBA των 6.5W που θα τοποθετηθούν 4 φωτιστικά σε 4 σειρές (16 σύνολο) διαιρεμένα σε ίσα μέρη στο χώρο.



Διαχειριστής μελέτης

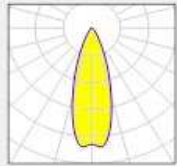
Φωτιστικό Θέσεις Υψος συναρμολόγησης Περιastroφές Διάταξη

Φωτιστικό: TOSHIBA LEDEUD00023S30 Pack Accent GU10 / Weiß / 6,5W / 3000K / 35°

Εικόνα προϊόντος



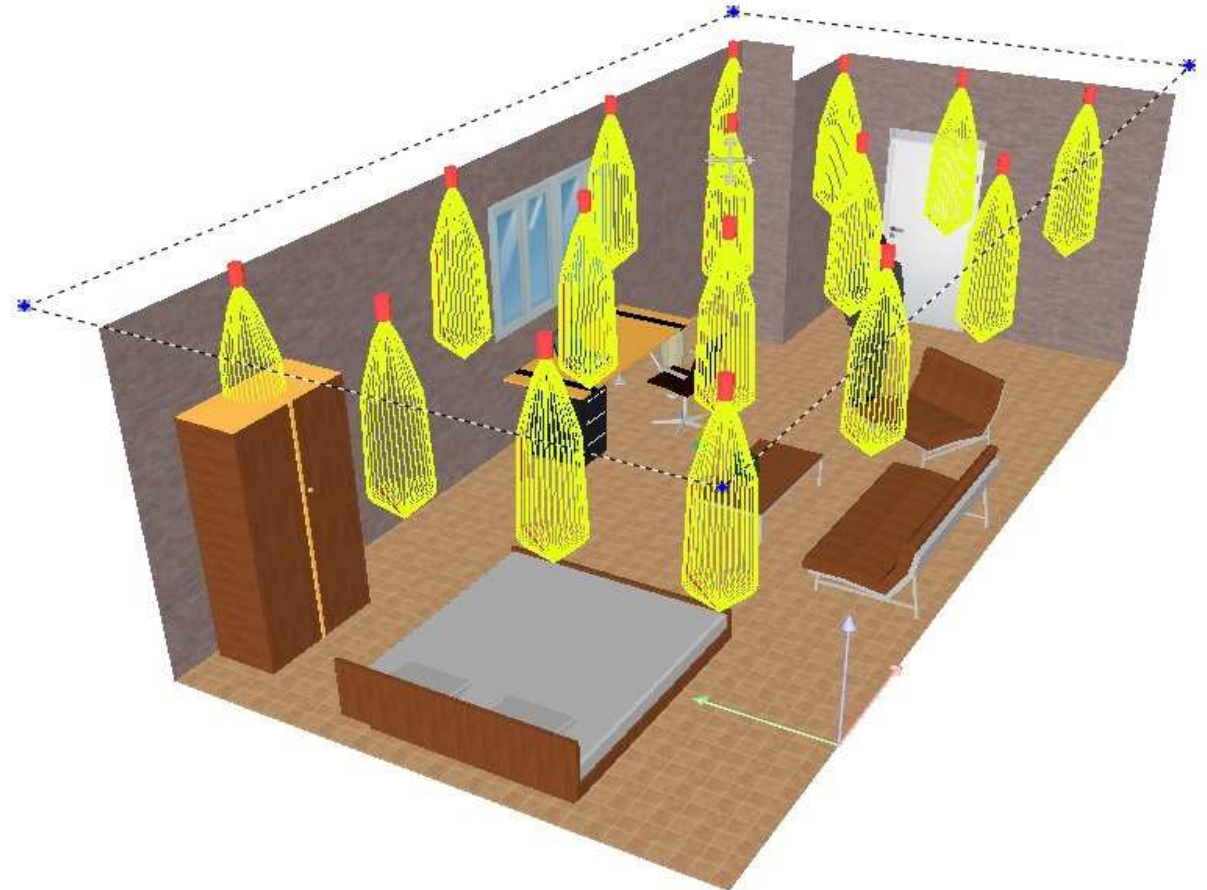
Καμπύλη κατανομής φωτός



Μελέτη 3

- χρησιμοποιηθέντα φωτιστικά
 - 16 x TOSHIBA LEDEUD00023S30 Pack Accent GU10 / Weiß / 6,5W / 3000K / 35°
 - 0 x TOSHIBA LEDEF00024I30 Floodlight 5500 / 75W / 3000K / 25°
 - 0 x TOSHIBA LDRA0540WU5EU2 GU5.3 Gen.2 / 4W / 4000K / 35°
 - 0 x DIAL 11 R2600/158 P8
 - 0 x DIAL 15 Primat 2000, Spiegel breit & Raster weiß
- Εσωτερικός χώρος 2
 - Επίπεδο εργασίας
 - Δάπεδο
 - Οροφή
 - Επιφάνειες τοίχου
 - Φωτιστικά
 - Διάταξη πεδίων
 - Αντικείμενα
 - Σημεία υπολογισμού
 - Λόγος φωτός ημέρας 1
 - Αντικείμενα έξω από τον χώρο
- Δόμηση για Μελέτη 3

Εσωτερικός χώρος 2 - Φωτειν...



DIALux 4.11 - C:\Users\koukounitakis\Desktop\ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΤΕΛΕΙΩΜΕΝΗ\hmeleth dialux\Μελέτη3.dlx - [Εσωτερικός χώρος 2 - Φωτεινή σκηνή 7 - Προβολή 3 διαστάσεων]

Αρχείο Επεξεργασία Προβολή CAD Επικτίση Εισαγωγή Επιλογή φωτιστικών Δεδομένα εξόδου Παράθυρο Online ?

Διαχειριστής μελέτης

Επισημάνση

Δεν είναι διαθέσιμη καμία πληροφορία

Μελέτη 3

- χρησιμοποιηθέντα φωτιστικά
 - 16 x TOSHIBA LEDEUD00023530 Pack Accent GU10 / WeiB / 6,5W / 3000K / 35°
 - 0 x TOSHIBA LEDEUF00024130 Floodlight 5500 / 75W / 3000K / 25°
 - 0 x TOSHIBA LDRA0540WU5EU2 GU5.3 Gen.2 / 4W / 4000K / 35°
 - 0 x DIAL 11 R2600/158 P8
 - 0 x DIAL 15 Primat 2000, Spiegel breit & Raster weiß
- Εσωτερικός χώρος 2
 - Επίπεδο εργασίας
 - Δάπεδο
 - Οροφή
 - Επιφάνειες τοίχου
 - Φωτιστικά
 - Διάταξη πεδίων
 - Αντικείμενα
 - Σημεία υπολογισμού
 - Λόγος φωτός ημέρας 1
 - Αντικείμενα έξω από τον χώρο
 - Δόμηση για Μελέτη 3

Εσωτερικός χώρος 2 - Φωτειν...

Ο Οδηγός

Φωτισμός εσωτερικού χώρου

Επεξεργασία χώρου

- Εισαγωγή νέου χώρου
- Φόρτωση αρχείου DWG ή DXF
- Επεξεργασία γεωμετρίας χώρου
- Προσθήκη οροφής, δαπέδου και κολόννας
- Προσθήκη παραθύρου και πόρτας

Προσθήκη εξοπλισμού

- Τοποθέτηση αντικειμένου
- Επιλογή υφής

Σχεδιασμός φωτισμού

- Επιλογή φωτιστικών
- Εισαγωγή μεμονωμένων φωτιστικών
- Εισαγωγή πεδίου φωτιστικών
- Εισαγωγή γραμμικής διάταξης
- Εισαγωγή κυκλικής διάταξης

Αντικείμενα υπολογισμού

- Προσθήκη επιφανειών υπολογισμού
- Προσθήκη σημείων υπολογισμού

Αξιολόγηση

- Έναρξη υπολογισμού
- Δεδομένα εξόδου

Εξωτερικός φωτισμός

Φωτισμός δρόμου

Φωτεινές σκηνές

Φωτισμός κινδύνου

Φως ημέρας

Αξιολόγηση ενεργείας

Φωτισμός αθλητικών χώρων

Προσαρμογή οδηγού

0.805 m -2.929 m 0.000 m UF NUM RF

Για την κλήση της βοήθειας πιάζετε το πλήκτρο F1.

Ο υπολογισμός εκτελείται...

Όνομα: Μελέτη 3 - Εσωτερικός χώρος 2

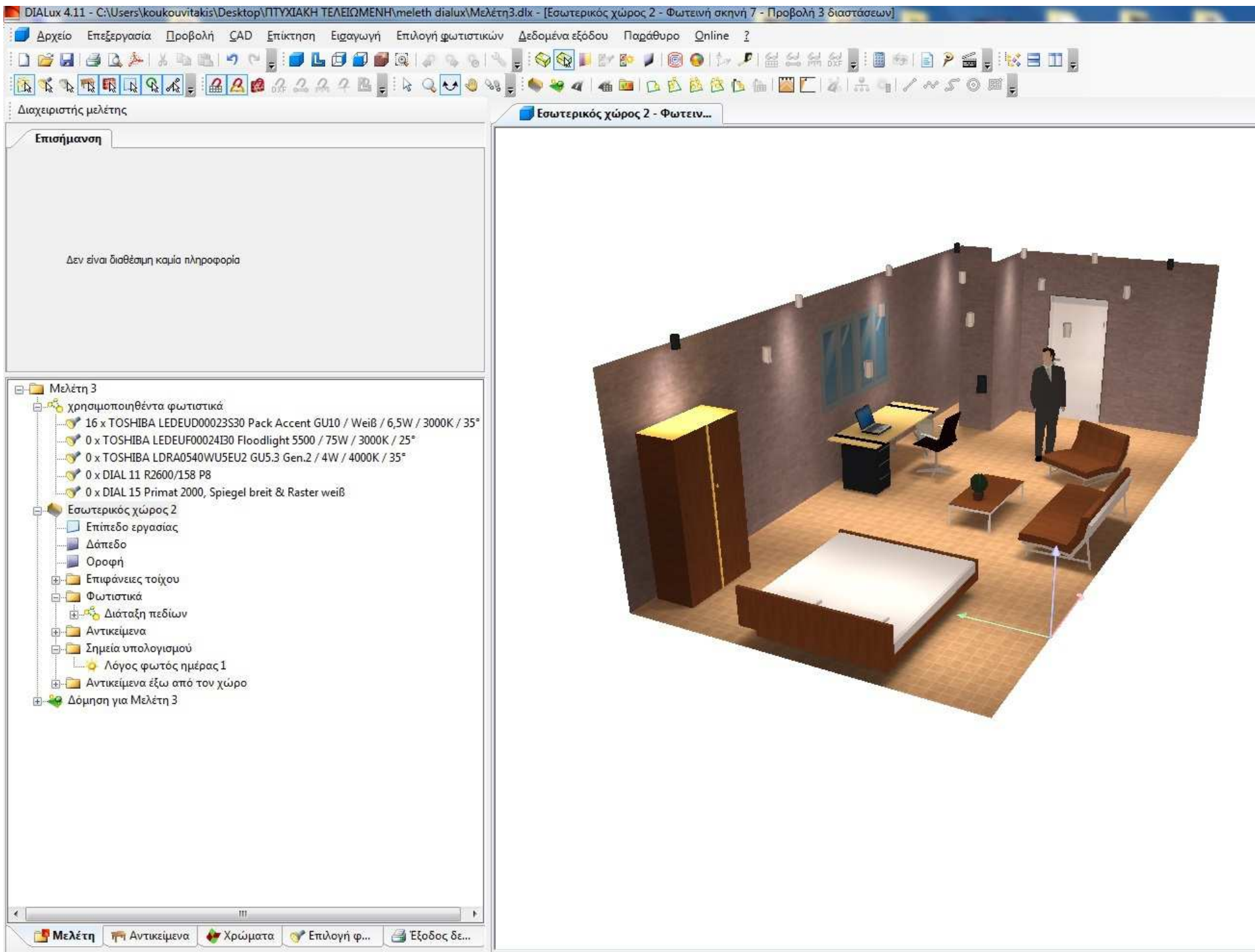
Συνολική πρόοδος: 60 % Χρόνος υπολογισμού: 00:00:07

Υπολογίζεται η κατανομή φωτός: 100 %

Διακοπή, αποδοχή αποτελεσμάτων

Ακύρωση, ακρήστευση αποτελεσμάτων

Εκτελούμε τον υπολογισμό...



Το αποτέλεσμα του υπολογισμού τεχνητού φωτός φαίνεται στην παραπάνω εικόνα.

Στα σημεία που εστιάζει το φως περισσότερο έχουμε ένταση περίπου 88lx.

Ακολουθούν φωτογραφίες της τρισδιάστατης απεικόνισης του χώρου με τα φωτιστικά που εισήχθησαν σε λειτουργία.



