



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

"Ο φωτισμός στις κατοικίες της αρχαίας Ελλάδας"

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Όλγα Π. Φιλιππούλου

Επιβλέπων : Φραγκίσκος Β. Τοπαλής
Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2010



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

"Ο φωτισμός στις κατοικίες της αρχαίας Ελλάδας"

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Όλγα Π. Φιλιππούλου

Επιβλέπων : Φραγκίσκος Β. Τοπαλής
Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 29 Οκτωβρίου

.....
Φραγκίσκος Β. Τοπαλής

Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Ιωάννης Αθ. Σταθόπουλος

Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Σταυρούλα Καβατζά

Λέκτορας ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2010

.....

Όλγα Π. Φιλιπποπούλου

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Όλγα Φιλιπποπούλου 2010

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 της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Στην αναζήτηση και εξέταση όλο και περισσότερων στοιχείων που αφορούν στον τρόπο ζωής των αρχαίων Ελλήνων, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η συστηματική μελέτη του φωτισμού των κατοικιών της αρχαίας Ελλάδας, το οποίο και αποτελεί αντικείμενο διεπιστημονικού ενδιαφέροντος. Ως εκ τούτου, ευρήματα από αρχαιολογικές έρευνες και η αναλυτική καταγραφή τους δίνουν όλο το απαραίτητο υλικό που αξιοποιείται ώστε να μελετηθεί τεχνικά ο φωτισμός στην αρχαιότητα. Περίπτωση καλής κατάστασης ευρημάτων και πληθώρας περιγραφών της αρχιτεκτονικής των χώρων αποτελούν οι δύο διαφορετικού τύπου κατοικίες της αρχαίας Ολύνθου, οι οποίες καθιστούν την πόλη αυτή ιδανική περίπτωση για διερεύνηση. Οι κατοικίες αυτές είναι το "House of Many Colors" και το "House A vii 4".

Η πρώτη κατοικία εντάσσεται στην κατηγορία της βίλλας, της οποίας το όνομα οφείλεται στα πολλά και διαφορετικά χρώματα και υλικά των επιφανειών των εσωτερικών χώρων της. Παρά την ιδιόμορφη κατασκευή της, η βίλλα παρουσιάζει όλα τα χαρακτηριστικά στοιχεία ενός Ολυνθιακού σπιτιού. Η δεύτερη κατοικία αποτελεί το τυπικό κανονικό σπίτι, με απλούς χώρους και γραμμές.

Όλα τα γνωστά μέσα φωτισμού που χρησιμοποιούνται κατά την αρχαιότητα περιγράφονται και αναλύονται σε ειδικό κεφάλαιο της εργασίας. Ορισμένα από αυτά, τα οποία αντιγράφηκαν σε εργαστήριο κεραμικής αλλά και χειροποίητα, χρησιμοποιούνται ως αντικείμενα μέτρησης της φωτεινής έντασής τους στο Εργαστήριο Φωτοτεχνίας του ΕΜΠ με χρήση ειδικών οργάνων. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι διάφορα είδη λύχνων επίπλευσης, λύχνοι αναρρόφησης με διαφορετικά φυτίλια, κεριά και δάδες.

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας αξιοποιούνται όλα τα στοιχεία της αρχαιολογικής έρευνας και δημιουργούνται κατάλληλα μοντέλα των εσωτερικών χώρων για την όσο το δυνατό καλύτερη προσομοίωση του φωτισμού των αρχαίων κατοικιών. Τα μοντέλα αυτά κατασκευάζονται με βασικό γνώμονα την όσο το δυνατόν πιο πιστή αναπαράσταση των χώρων και της επίπλωσής τους και με ιδιαίτερη βαρύτητα στα στοιχεία εκείνα που επηρεάζουν την ποιότητα του φωτισμού. Χρησιμοποιούνται μετρήσεις της φωτεινής έντασης των αντιγράφων φωτιστικών μέσων της αρχαιότητας, ώστε να σχεδιαστούν σε ειδικό λογισμικό τα διαγράμματα πολικής κατανομής της φωτεινής έντασης αυτών και στην συνέχεια, ορισμένα από τα αρχεία αυτά εισάγονται στα μοντέλα των εσωτερικών χώρων των δύο κατοικιών της αρχαίας Ολύνθου προκειμένου να προσομοιωθεί ο τεχνητός φωτισμός τους. Τέλος, εξετάζεται και διαπιστώνεται η δυνατότητα των μέσων τεχνητού φωτισμού να ικανοποιούν τις ανάγκες της καθημερινότητας των ανθρώπων της εποχής αυτής, λαμβάνοντας πάντα υπόψη τις συνθήκες που επικρατούσαν τότε.

Λέξεις κλειδιά

Αρχαία Όλυνθος, House of Many Colors, House A vii 4, μέσα τεχνητού φωτισμού αρχαιότητας, λύχνος αναρρόφησης, λύχνος επίπλευσης, λουμίνι, γωνιοφωτόμετρο, φωτεινή ένταση, διάγραμμα πολικής κατανομής φωτεινής έντασης, προσομοίωση στο Relux®

Abstract

While researching and examining the elements which indicate the lifestyle of ancient Greeks, one field is of special interest· the thorough study of illumination in ancient greek houses, which has become a multi-science interest. Thus, the analytical registration of artifacts coming out of archaeological researches, creates the necessary material which is used for the technical study of the artificial illumination in antiquity. One case, which is known for its well-preserved artifacts and the great quantity of descriptions about the architecture of its spaces, is the case of the two houses, though different in type, of ancient Olynthus, which make this city the ideal point of interest and further investigation. These houses are the “House of Many Colors” and the “House A vii 4”.

The first one belongs to the Villa section of Olynthus and its name comes out of the fact that its walls and, generally, surfaces are painted in many and different colors. Despite being architecturally unusual, this villa bears all the characteristic features of the Olynthian house. The second house represents the normal typical house, with its simple rooms and surfaces.

In a special chapter of this thesis, there is an exact description of the entirety of means used for illuminating the houses and spaces in general, in antiquity. Some of them, after being copied by a potter or otherwise, are being measured, using special equipment, in order to calculate their luminous intensity at the N.T.U.A’s Lighting Laboratory. The most important of these means are different type of lamps, candles and torches.

In this thesis, all the elements which constitute parts of archaeological research are used in order to create room models, able to simulate well the ancient housing illumination. These models have to be a close representation and simulation of the rooms and their furnishing and ,for that reason, great importance is given to those parts of the rooms that affect the illumination. The luminous intensity’s measurements of the copied means of illumination are used for designing the polar distribution diagrams. Some of these diagrams, after being designed using a special software, are imported to the models of the two ancient Olynthian houses, in order to simulate their artificial illumination. In the final part of the thesis, the ability of these ancient means of artificial illumination to satisfy the daily needs of the ancient Greeks is examined, having always in mind the existing conditions and lifestyle.

Key words

Ancient Olynthus, House of Many Colors, House A vii 4, means of artificial illumination in antiquity, suction lamp, flotation lamp, ballota acetabulosa, goniophotometer, luminous intensity, polar distribution diagram of luminous intensity, Relux® simulation

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα της διπλωματικής εργασίας Καθηγητή ΕΜΠ και υπεύθυνο του Εργαστηρίου Φωτοτεχνίας κ. Φ. Β. Τοπαλή για την επίβλεψη της παρούσας εργασίας, για την καθοδήγηση και βοήθειά του αλλά και για το σπουδαίο διδακτικό του έργο καθ' όλη τη διάρκεια των προπτυχιακών μου σπουδών το οποίο και αποτέλεσε για εμένα οδηγό στην προσπάθειά μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την διδάκτορα αρχαιολόγο κα. Δ. Μουλλού για την σημαντική βοήθειά της, την παροχή πολύτιμου αρχαιολογικού υλικού και για την άψογη συνεργασία που είχαμε. Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω το προσωπικό του εργαστηρίου και ιδιαίτερα τους: κ. Ν. Μπισκετζή, Δρ. Φυσικό για τη βοήθεια και συμμετοχή του στη διεξαγωγή των μετρήσεων, κ. Κ. Μπουρούση, Υπ.Δρ Ηλεκτρολόγο Μηχανικό και Μηχανικό Η/Υ για την υποστήριξη που μου προσέφερε στην εξοικείωση με τα λογισμικά φωτισμού και τον κ. Γρ. Πολυμερόπουλο, Φυσικό για τη βοήθειά του στις μετρήσεις. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τον Βασίλη για τη συμπαράσταση τους στην προσπάθειά μου και τη διαρκή τους υποστήριξη.

I. Πίνακας περιεχομένων

1	Εισαγωγή.....	21
1.1	Από τον φυσικό στον τεχνητό φωτισμό.....	21
1.2	Δομή της εργασίας.....	22
2	Περιγραφή τυπικών αρχαίων οικιών.....	24
2.1	Η αρχαία Ολύνθος.....	24
2.1.1	Ιστορικά στοιχεία.....	24
2.1.2	Οργάνωση και δόμηση σπιτιών.....	24
2.1.3	Τυπικά σπίτια της αρχαίας Ολύνθου.....	25
2.1.3.1	House A vii 4.....	25
2.1.3.2	The House of Many Colors (Βίλλα).....	27
3	Μέσα τεχνητού φωτισμού κατά την αρχαιότητα.....	31
3.1	Λύχνοι.....	31
3.1.1	Γενικά.....	31
3.1.2	Ο λύχνος ως μέσο φωτισμού.....	36
3.2	Κεριά.....	37
3.2.1	Γενικά.....	37
3.2.2	Το κερί ως μέσο φωτισμού.....	37
3.3	Δάδες (Πυρσοί).....	38
3.3.1	Γενικά.....	38
3.3.2	Η δάδα ως μέσο φωτισμού.....	39
3.4	Εστίες.....	40
3.4.1	Γενικά.....	40
3.4.2	Η εστία ως μέσο φωτισμού.....	42
3.5	Συνοπτικός ιστορικός πίνακας.....	43
4	Πειραματικό μέρος - Επεξεργασία μετρήσεων.....	45
4.1	Γενικά.....	45
4.2	Γωνιοφωτόμετρο.....	45
4.3	Περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας.....	46
4.4	Επεξεργασία των μετρήσεων.....	47
4.5	Αποτελέσματα μετρήσεων για κάθε φωτιστικό μέσο.....	47
4.5.1	Τα υπό μέτρηση φωτιστικά μέσα.....	47
4.5.2	Λύχνοι.....	48
4.5.2.1	Λύχνοι επίπλευσης.....	48
4.5.2.1.1	Πειράματα με λουμί και ελαιόλαδο.....	48

4.5.2.1.1.1	Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου.....	48
4.5.2.1.1.2	Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου και αλάτι.....	51
4.5.2.1.1.3	Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου με έντονα έξω νεύον χείλος 52	
4.5.2.1.1.4	Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου μεγαλύτερου μεγέθους	54
4.5.2.1.1.5	Κώθων	55
4.5.2.1.1.6	Πήλινη κανδήλα	59
4.5.2.1.1.7	Γυάλινος λύχνος	61
4.5.2.1.2	Πειράματα με φυτίλι από λινάρι και λίπος	63
4.5.2.1.2.1	Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου με ευθεία τοιχώματα	63
4.5.2.2	Λύχνοι αναρρόφησης	64
4.5.2.2.1	Λύχνος με ελαιόλαδο	65
4.5.2.2.1.1	Λύχνος με φυτίλι από λινάρι.....	66
4.5.2.2.1.2	Λύχνος με φυτίλι από βαμβάκι.....	70
4.5.2.2.1.3	Λύχνος με φυτίλι από κάνναβη	73
4.5.3	Κεριά.....	76
4.5.3.1	Κερί μέλισσας	76
4.5.3.2	Κερί από αρνίσιο λίπος.....	78
4.5.4	Φανάρι.....	81
4.5.5	Δάδες.....	83
4.5.5.1	Δάδα από ξύλο δρυός.....	83
4.5.5.2	Δάδα από ξύλο πεύκου	86
4.5.5.3	Δάδα από ξύλο πρίνου	87
4.5.5.4	Δάδα από καλάμι.....	88
4.5.5.5	Δάδα από ξύλο αμπέλου	91
4.5.5.6	Δάδα θήκη.....	92
5	Προσομοίωση των κατοικιών της Αρχαίας Ολύνθου	94
5.1	Γενικά.....	94
5.2	House A vii 4 (Απλό τυπικό σπίτι).....	94
5.2.1	Χώρος b (εργαστήριο για υφαντικές εργασίες και αποθήκη αγαθών)	95
5.2.1.1	Αρχιτεκτονικά στοιχεία.....	95
5.2.1.2	Φωτιστικά μέσα.....	96
5.2.1.3	Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού.....	96
5.2.1.3.1	Προσομοίωση 1.....	97
5.2.1.3.2	Προσομοίωση 2.....	99
5.2.2	Χώρος c (λουτρό).....	101

5.2.2.1	Αρχιτεκτονικά στοιχεία.....	101
5.2.2.2	Φωτιστικά μέσα.....	102
5.2.2.3	Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού.....	102
5.2.2.3.1	Προσομοίωση 1.....	102
5.2.2.3.2	Προσομοίωση 2.....	105
5.2.3	Χώρος d και e (συγκρότημα κουζίνας-οίκου)	107
5.2.3.1	Αρχιτεκτονικά στοιχεία.....	108
5.2.3.2	Φωτιστικά μέσα.....	109
5.2.3.3	Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού.....	110
5.2.3.3.1	Προσομοίωση 1.....	110
5.2.3.3.2	Προσομοίωση 2.....	113
5.2.3.3.3	Προσομοίωση 3.....	115
5.2.4	Χώρος k (ανδρώνας).....	117
5.2.4.1	Αρχιτεκτονικά στοιχεία.....	117
5.2.4.2	Φωτιστικά μέσα.....	118
5.2.4.3	Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού.....	118
5.2.4.3.1	Προσομοίωση 1.....	119
5.2.4.3.2	Προσομοίωση 2.....	121
5.3	House of many colors (Βίλλα)	123
5.3.1	Χώροι a και b (εργαστήριο για υφαντικές εργασίες).....	123
5.3.1.1	Αρχιτεκτονικά στοιχεία.....	124
5.3.1.2	Φωτιστικά μέσα.....	125
5.3.1.3	Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού.....	125
5.3.1.3.1	Προσομοίωση 1.....	125
5.3.1.3.2	Προσομοίωση 2.....	128
5.3.2	Χώρος c (υπνοδωμάτιο)	130
5.3.2.1	Αρχιτεκτονικά στοιχεία.....	130
5.3.2.2	Φωτιστικά μέσα.....	131
5.3.2.3	Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού.....	132
5.3.2.3.1	Προσομοίωση 1.....	132
5.3.2.3.2	Προσομοίωση 2.....	134
5.3.3	Χώρος d (ανδρώνας)	136
5.3.3.1	Αρχιτεκτονικά στοιχεία.....	136
5.3.3.2	Φωτιστικά μέσα.....	138
5.3.3.3	Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού.....	138
5.3.3.3.1	Προσομοίωση 1.....	138

5.3.3.3.2	Προσομοίωση 2.....	141
5.3.4	Χώρος g, h και k (συγκρότημα κουζίνας-οίκου).....	143
5.3.4.1	Αρχιτεκτονικά στοιχεία.....	143
5.3.4.2	Φωτιστικά μέσα.....	145
5.3.4.3	Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού.....	146
5.3.4.3.1	Προσομοίωση 1.....	146
5.3.4.3.2	Προσομοίωση 2.....	148
5.3.5	Χώρος I (εξέδρα).....	151
5.3.5.1	Αρχιτεκτονικά στοιχεία.....	151
5.3.5.2	Φωτιστικά μέσα.....	153
5.3.5.3	Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού.....	153
5.3.5.3.1	Προσομοίωση 1.....	153
5.3.5.3.2	Προσομοίωση 2.....	156
6	Συμπεράσματα.....	158

II. Πίνακες

Πίνακας 3.1- Πίνακας τυπολογίας κωθώνων - πλημμοχόων [3].....	35
Πίνακας 3.2-Τα φωτιστικά μέσα στον Ελλαδικό χώρο ανά χρονική περίοδο [3].....	44
Πίνακας 4.1-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	50
Πίνακας 4.2-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	51
Πίνακας 4.3- Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	53
Πίνακας 4.4-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	55
Πίνακας 4.5-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	57
Πίνακας 4.6-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	58
Πίνακας 4.7-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	59
Πίνακας 4.8-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	60
Πίνακας 4.9-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	62
Πίνακας 4.10-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	64
Πίνακας 4.11-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	66
Πίνακας 4.12-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	68
Πίνακας 4.13-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	69
Πίνακας 4.14-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	70
Πίνακας 4.15-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	71
Πίνακας 4.16-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	72
Πίνακας 4.17-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 6	73
Πίνακας 4.18-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	74
Πίνακας 4.19-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	75
Πίνακας 4.20- Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	76
Πίνακας 4.21--Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	77
Πίνακας 4.22--Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	79
Πίνακας 4.23-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	80
Πίνακας 4.24-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	82
Πίνακας 4.25-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	82
Πίνακας 4.26-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	84
Πίνακας 4.27-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	85
Πίνακας 4.28-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	87
Πίνακας 4.29-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	87
Πίνακας 4.30-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	89
Πίνακας 4.31-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	90
Πίνακας 4.32-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	91
Πίνακας 4.33-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών	92
Πίνακας 5.1-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο b [2].....	95
Πίνακας 5.2-Διαστάσεις χώρου b.....	95
Πίνακας 5.3-Υλικά επιφανειών χώρου b	96
Πίνακας 5.4-Επιπλα χώρου b	96
Πίνακας 5.5-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)	97
Πίνακας 5.6-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)	99
Πίνακας 5.7-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο c [2].....	101
Πίνακας 5.8-Διαστάσεις χώρου c	101
Πίνακας 5.9-Υλικά επιφανειών χώρου c	101
Πίνακας 5.10-Επιπλα χώρου c.....	102
Πίνακας 5.11-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)	103
Πίνακας 5.12-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)	106
Πίνακας 5.13-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο d [2].....	108
Πίνακας 5.14-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο e [2].....	108
Πίνακας 5.15-Διαστάσεις χώρου d.....	108
Πίνακας 5.16-Διαστάσεις χώρου e.....	108

Πίνακας 5.17-Υλικά επιφανειών χώρου d και e	109
Πίνακας 5.18-Έπιπλα χώρου d και e	109
Πίνακας 5.19-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)	111
Πίνακας 5.20-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)	113
Πίνακας 5.21-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 3)	115
Πίνακας 5.22-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο k [2].....	117
Πίνακας 5.23-Διαστάσεις χώρου k	117
Πίνακας 5.24-Υλικά επιφανειών χώρου k	118
Πίνακας 5.25-Έπιπλα χώρου k	118
Πίνακας 5.26-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)	119
Πίνακας 5.27-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)	121
Πίνακας 5.28-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο a [2].....	123
Πίνακας 5.29-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο b [2].....	124
Πίνακας 5.30-Διαστάσεις χώρου a	124
Πίνακας 5.31-Διαστάσεις χώρου b	124
Πίνακας 5.32-Υλικά επιφανειών χώρου a και b	125
Πίνακας 5.33-Έπιπλα χώρου a και b	125
Πίνακας 5.34-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)	126
Πίνακας 5.35-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)	129
Πίνακας 5.36-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο c [2]	130
Πίνακας 5.37-Διαστάσεις χώρου c	131
Πίνακας 5.38-Υλικά επιφανειών χώρου c	131
Πίνακας 5.39-Έπιπλα χώρου c	131
Πίνακας 5.40-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)	133
Πίνακας 5.41-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)	135
Πίνακας 5.42-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο d [2].....	136
Πίνακας 5.43-Διαστάσεις χώρου d	137
Πίνακας 5.44-Υλικά επιφανειών χώρου d	137
Πίνακας 5.45-Έπιπλα χώρου d	138
Πίνακας 5.46-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)	139
Πίνακας 5.47-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)	141
Πίνακας 5.48-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο g [2].....	143
Πίνακας 5.49-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο h [2].....	143
Πίνακας 5.50-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο k [2].....	143
Πίνακας 5.51-Διαστάσεις χώρου g	143
Πίνακας 5.52-Διαστάσεις χώρου h	144
Πίνακας 5.53-Διαστάσεις χώρου k	144
Πίνακας 5.54-Υλικά επιφανειών χώρου g , h , k	145
Πίνακας 5.55-Έπιπλα χώρου g , h , k	145
Πίνακας 5.56-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)	147
Πίνακας 5.57-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)	149
Πίνακας 5.58-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο l [2].....	151
Πίνακας 5.59-Διαστάσεις χώρου l	152
Πίνακας 5.60-Υλικά επιφανειών χώρου l	152
Πίνακας 5.61-Έπιπλα χώρου l	153
Πίνακας 5.62-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)	154
Πίνακας 5.63-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)	156

IV. Εικόνες

Εικόνα 1.1- Ο Διογένης της Σινώπης (412 - 323 π.Χ.)	21
Εικόνα 1.2 - Φωτιστικό - Φωτοβολταϊκό δέντρο	22
Εικόνα 2.1-Κάτοψη του σπιτιού House A vii 4 [2]	26
Εικόνα 2.2-Τρισδιάστατη όψη του σπιτιού House A vii 4 [2]	27
Εικόνα 2.3-Κάτοψη του σπιτιού House of Many Colors [2]	28
Εικόνα 2.4-Τρισδιάστατη όψη του σπιτιού House of Many Colors [2]	29
Εικόνα 3.1-Μινωικός λύχνος [4]	31
Εικόνα 3.2-Αιγυπτιακό ιδεόγραμμα λύχνου [4]	32
Εικόνα 3.3-Φυτό βαλλωτή η οξυθαφώδης (ballota acetabulosa) [7]	32
Εικόνα 3.4-Λύχνοι από τον Ωρωπό [3]	33
Εικόνα 3.5-Γυάλινοι λύχνοι 4-5ου αιώνα μ.Χ [3]	34
Εικόνα 3.6-Πολυκάνδηλο, 6ος αιώνας μ.Χ. [3]	34
Εικόνα 3.7- Οξυπύθμενες πυξίδες από τον Κεραμεικό [3]	35
Εικόνα 3.8-Επίπεδη πυξίδα από τον Κεραμεικό [3]	35
Εικόνα 3.9-Πήλινος στατήρας 1 [3]	39
Εικόνα 3.10-Πήλινος στατήρας 2 [3]	39
Εικόνα 3.11-Πήλινος στατήρας 3 [3]	39
Εικόνα 3.12-Βαθιά φορητή εστία	41
Εικόνα 3.13-Ρηχή φορητή εστία, με υποδοχή για σχάρα	41
Εικόνα 3.14-Ρηχή φορητή εστία με πήλινο κάλυμμα, λειτουργεί σαν φούρνος	42
Εικόνα 3.15-Πήλινος δίσκος	42
Εικόνα 3.16-Σάτυρος ζεσταίνεται σε φορητή εστία, 4ος αιώνας π.Χ.	43
Εικόνα 3.17-Σε εργαστήριο γλυπτικής, νέος ζεσταίνει τα εργαλεία του σε φορητή εστία, 360-350 π.Χ.	43
Εικόνα 4.1- Γωνιοφωτόμετρο Εργαστηρίου Ε.Μ.Π.	46
Εικόνα 4.2-Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου	49
Εικόνα 4.3-Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου	49
Εικόνα 4.4- Πολικό διάγραμμα κεραμικού μπωλ τύπου αλατοδοχείου	50
Εικόνα 4.5-Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου και αλάτι	51
Εικόνα 4.6-Πολικό διάγραμμα κεραμικού μπωλ τύπου αλατοδοχείου και αλάτι	52
Εικόνα 4.7-Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου με έντονα έξω νεύον χείλος	52
Εικόνα 4.8- Πολικό διάγραμμα κεραμικού μπωλ τύπου αλατοδοχείου με έντονα έξω νεύον χείλος ..	53
Εικόνα 4.9-Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου μεγαλύτερου μεγέθους	54
Εικόνα 4.10-Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου μεγαλύτερου μεγέθους	54
Εικόνα 4.11-Πολικό διάγραμμα κεραμικού μπωλ τύπου αλατοδοχείου μεγαλύτερου μεγέθους	55
Εικόνα 4.12-Κώθων	56
Εικόνα 4.13-Κώθων	56
Εικόνα 4.14-Πολικό διάγραμμα κώθωνα, περίπτωση 1	57
Εικόνα 4.15-Πολικό διάγραμμα κώθωνα, περίπτωση 2	58
Εικόνα 4.16-Πήλινη κανδήλα	59
Εικόνα 4.17-Πολικό διάγραμμα πήλινης κανδήλας, περίπτωση 1	60
Εικόνα 4.18-Πολικό διάγραμμα πήλινης κανδήλας, περίπτωση 2	61
Εικόνα 4.19-Γυάλινος λύχνος	61
Εικόνα 4.20-Γυάλινος λύχνος	62
Εικόνα 4.21-Πολικό διάγραμμα γυάλινου λύχνου	63
Εικόνα 4.22-Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου με ευθεία τοιχώματα	63
Εικόνα 4.23-Πολικό διάγραμμα κεραμικού μπωλ τύπου αλατοδοχείου με ευθεία τοιχώματα	64
Εικόνα 4.24-Λύχνος με ελαιόλαδο	65
Εικόνα 4.25-Λύχνος με ελαιόλαδο	65
Εικόνα 4.26-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 1	67
Εικόνα 4.27-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 2	68
Εικόνα 4.28-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 3	69
Εικόνα 4.29-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 4	71
Εικόνα 4.30-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 5	72

Εικόνα 4.31-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 7.....	74
Εικόνα 4.32-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 8.....	75
Εικόνα 4.33-Κερί μέλισσας.....	76
Εικόνα 4.34-Πολικό διάγραμμα κεριού μέλισσας.....	77
Εικόνα 4.35-Κερί με διάμετρο 1 Cm και φυτίλι βαμβακιού πάχους 3mm και ελεύθερου μήκους 1cm 77	
Εικόνα 4.36-Πολικό διάγραμμα κεριού με διάμετρο 1 Cm και φυτίλι βαμβακιού πάχους 3mm και ελεύθερου μήκους 1cm.....	78
Εικόνα 4.37- Κερί από αρνίσιο λίπος, περίπτωση 1.....	79
Εικόνα 4.38-Πολικό διάγραμμα κεριού από αρνίσιο λίπος, περίπτωση 1.....	79
Εικόνα 4.39-Κερί από αρνίσιο λίπος, περίπτωση 2.....	80
Εικόνα 4.40-Πολικό διάγραμμα κεριού από αρνίσιο λίπος, περίπτωση 2.....	80
Εικόνα 4.41-Φανάρι σε διάφορες όψεις.....	81
Εικόνα 4.42-Πολικό διάγραμμα Φαναριού.....	83
Εικόνα 4.43-Δάδα από ξύλο δρυός.....	84
Εικόνα 4.44-Πολικό διάγραμμα δάδας από ξύλο δρυός.....	85
Εικόνα 4.45-Δάδα από πέντε τεμάχια ξύλου δρυός (δεμάτι), εμβαπτισμένα σε πίσσα.....	85
Εικόνα 4.46-Πολικό διάγραμμα δάδας από πέντε τεμάχια ξύλου δρυός (δεμάτι), εμβαπτισμένα σε πίσσα.....	86
Εικόνα 4.47-Δάδα από ξύλο πεύκου.....	86
Εικόνα 4.48-Πολικό διάγραμμα δάδας από ξύλο πεύκου.....	87
Εικόνα 4.49-Πολικό διάγραμμα δάδας από ξύλο πρίνου.....	88
Εικόνα 4.50-Δάδα από καλάμι.....	88
Εικόνα 4.51-Πολικό διάγραμμα δάδας από καλάμι.....	89
Εικόνα 4.52-Καύση δάδας από ένα καλάμι, εμποτισμένο με πίσσα, στο εργαστήριο φωτοτεχνίας ΕΜΠ.....	90
Εικόνα 4.53-Πολικό διάγραμμα δάδας από ένα καλάμι, εμποτισμένο με πίσσα.....	90
Εικόνα 4.54-Πολικό διάγραμμα δάδας από ένα καλάμι, σχισμένο στο άνω μέρος, εμποτισμένο με πίσσα και γεμισμένο με ίνες λιναριού.....	91
Εικόνα 4.55-Δάδα από ξύλο αμπέλου.....	92
Εικόνα 4.56-Δάδα θήκη.....	92
Εικόνα 4.57-Πολικό διάγραμμα δάδας θήκης.....	93
Εικόνα 5.1-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1).....	97
Εικόνα 5.2-Προσομοίωση χώρου b (προσομοίωση 1).....	98
Εικόνα 5.3-Προσομοίωση φωτισμού χώρου b (προσομοίωση 1).....	98
Εικόνα 5.4-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου b (προσομοίωση 1).....	98
Εικόνα 5.5- Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2).....	99
Εικόνα 5.6-Προσομοίωση χώρου b (προσομοίωση 2).....	100
Εικόνα 5.7-Προσομοίωση φωτισμού χώρου b (προσομοίωση 2).....	100
Εικόνα 5.8-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου b (προσομοίωση 2).....	100
Εικόνα 5.9-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1).....	103
Εικόνα 5.10-Προσομοίωση χώρου c (προσομοίωση 1).....	104
Εικόνα 5.11-Προσομοίωση φωτισμού χώρου c (προσομοίωση 1).....	104
Εικόνα 5.12-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου c (προσομοίωση 1).....	105
Εικόνα 5.13-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2).....	105
Εικόνα 5.14-Προσομοίωση χώρου c (προσομοίωση 2).....	106
Εικόνα 5.15-Προσομοίωση φωτισμού χώρου c (προσομοίωση 2).....	107
Εικόνα 5.16-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου c (προσομοίωση 2).....	107
Εικόνα 5.17-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1).....	111
Εικόνα 5.18-Προσομοίωση χώρου d και e (προσομοίωση 1).....	112
Εικόνα 5.19-Προσομοίωση φωτισμού χώρου d και e (προσομοίωση 1).....	112
Εικόνα 5.20-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου d και e (προσομοίωση 1).....	112
Εικόνα 5.21-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2).....	113
Εικόνα 5.22-Προσομοίωση χώρου d και e (προσομοίωση 2).....	114
Εικόνα 5.23-Προσομοίωση φωτισμού χώρου d και e (προσομοίωση 2).....	114
Εικόνα 5.24-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου d και e (προσομοίωση 2).....	114
Εικόνα 5.25-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 3).....	115
Εικόνα 5.26-Προσομοίωση χώρου d και e (προσομοίωση 3).....	116

1 Εισαγωγή

1.1 Από τον φυσικό στον τεχνητό φωτισμό

Η πρωταρχική πηγή φωτός είναι ο ήλιος. Υπολογίζεται ότι μέσα σε ένα χρόνο κάθε m^2 εδάφους δέχεται περίπου 2.000 κιλοβατώρες φωτεινής ενέργειας. Ο ήλιος μέσα στην ιστορία της ανθρωπότητας λατρεύτηκε σαν θεός (Ινκας, Αιγύπτιοι, Αζτέκοι, Ινδοί κλπ). Οι πρώτες προσπάθειες του ανθρώπου να παράγει τεχνητό φωτισμό τον οδήγησαν στο να χρησιμοποιεί τη φωτιά. Η λάμψη της φλόγας βοήθησε τον προϊστορικό άνθρωπο να ζήσει σε σπηλιές που δεν μπορούσαν ποτέ να φθάσουν οι ηλιακές ακτίνες. Το φως από την πυρά στο ύπαιθρο, η δάδα, ο δαυλός, ο πυρσός, το κερί, το λυχνάρι άλλαξαν αποφασιστικά τον τρόπο ζωής του ανθρώπου. Η χρήση του τεχνικού φωτισμού δεν περιορίστηκε μόνο σε κλειστούς εσωτερικούς χώρους αλλά και σε εξωτερικούς. Το 280 π.Χ. χτίστηκε ο φάρος της Αλεξάνδρειας, ενώ υπάρχουν στοιχεία από το 378 μ.Χ. για «φώτα στους δρόμους» της Αντιόχειας.



Εικόνα 1.1- Ο Διογένης της Σινώπης (412 - 323 π.Χ.)

Από πολύ νωρίς δημιουργήθηκαν λειτουργικά ή/και διακοσμητικά αντικείμενα για να φέρουν τη φωτεινή φλόγα. Οι λάμπες με υγρό καύσιμο βελτιώθηκαν αποφασιστικά μετά την εφεύρεση του κυκλικού καυστήρα το 1783 από τον Αίμε Argand. Τότε πρωτάρχισαν και τα πειράματα με λάμπες ηλεκτρικού τόξου (διαπήδηση του ρεύματος ανάμεσα σε δύο ράβδους άνθρακα) που η χρήση τους, όμως, ήταν δύσκολη και επικίνδυνες για πυρκαγιά. Έπρεπε να περάσει ένας περίπου αιώνας για να κατορθώσει ο Werner Siemens το 1866 να παράγει ηλεκτρισμό οικονομικά με τη βοήθεια του δυναμό. Στην πραγματικότητα η εποχή του ηλεκτρικού φωτισμού αρχίζει το 1879 όταν ο Thomas Edison και ο Josef Swan επινόησαν σχεδόν ταυτόχρονα και ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλον τον λαμπτήρα πυρακτώσεως. Υποστηρίζεται πάντως ότι και οι δύο στην πραγματικότητα «επανεφεύρασαν» τον λαμπτήρα, που πρωτοεφευρέθηκε το 1854 από τον Γερμανό ωρολογοποιό Johann Heinrich Goebel.

Για κάθε φωτεινή πηγή από την δάδα και τον πυρσό, από το λίπος και το λάδι και από το κερί μέχρι τον λαμπτήρα πυρακτώσεως κατασκευάστηκαν διάφορα

«φωτιστικά σώματα» για την αποτελεσματική χρήση όλων αυτών των «λαμπτήρων». Τις τελευταίες δεκαετίες η ανάπτυξη των λαμπτήρων και των φωτιστικών βρίσκεται σε εκπληκτικά δυναμική τροχιά με την εκμετάλλευση των πιο προηγμένων τεχνολογιών, νέων οπτικών συστημάτων, νέων υλικών, του design κλπ., ενώ ταυτόχρονα δίδεται συνεχώς αυξανόμενη προσοχή σε θέματα ποιότητας, ασφάλειας και κόστους.

Η μόλυνση του περιβάλλοντος, σήμερα, έχει επιβάλλει την εξοικονόμηση ενέργειας και έτσι το ενδιαφέρον των μηχανικών έχει επικεντρωθεί εκεί. Στον χώρο του φωτισμού, η εξοικονόμηση ενέργειας έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη στους παρακάτω τομείς: χρήση αποδοτικότερων λαμπτήρων, εξειδικευμένη μελέτη και σχεδίαση φωτισμού αλλά και ορθότερη εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού μέσω της χρήσης αισθητήρων κίνησης, αισθητήρων φωτός, χρονοδιακοπών, μηχανισμών αυξομείωσης της έντασης του φωτισμού και συστημάτων ελέγχου. Τέλος, η συμβολή των ΑΠΕ στην τεχνολογία φωτισμού, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη αυτόνομων φωτιστικών που τροφοδοτούνται από φωτοβολταϊκά πλαίσια.[6]



Εικόνα 1.2 - Φωτιστικό - Φωτοβολταϊκό δέντρο

1.2 Δομή της εργασίας

Η διερεύνηση του τρόπου ζωής των ανθρώπων των αρχαίων χρόνων, και ειδικά διαφόρων πτυχών της καθημερινότητάς τους αποτελεί αντικείμενο συστηματικής μελέτης από τους αρχαιολόγους. Ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία του τρόπου ζωής τους, αποτελεί αναμφίβολα, ο βαθμός ανάπτυξης και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τεχνητού φωτισμού, το οποίο αποτελούσε αναπόσπαστο κομμάτι της κατοικίας. Με την γνώση του επιπέδου φωτισμού των αρχαίων κατοικιών και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του, είναι δυνατόν να εξαχθούν σημαντικά συμπεράσματα γύρω από τις δραστηριότητες που είχαν οι άνθρωποι της εποχής εκείνης.

Χάρη στις αρχαιολογικές ανασκαφές, στα ευρήματα και στην συστηματική καταγραφή της αρχιτεκτονικής των χώρων κατέστη δυνατή η προσέγγιση, επιστημονικά, του φωτισμού στο αρχαίο σπίτι. Στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία αρχιτεκτονικής των χώρων δύο χαρακτηριστικών και αντιπροσωπευτικών κατοικιών της Ολύμπου: House of Many Colors, House A vii 4.

Με αυτά τα στοιχεία και με χρήση φωτιστικών μέσων, αντιγράφων αυτών που χρησιμοποιούνταν την εποχή εκείνη κατασκευάστηκαν σε ειδικό λογισμικό κατάλληλα μοντέλα ώστε να προσομοιωθεί ο φωτισμός των συγκεκριμένων κατοικιών.

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας γίνεται μία ανασκόπηση της ιστορίας του τεχνητού φωτισμού, από την χρήση της φωτιάς έως σήμερα. Στην συνέχεια, στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά η πόλη της αρχαίας Ολύνθου και αναπτύσσονται τα ιδιαίτερα στοιχεία δύο χαρακτηριστικών κατοικιών, του House of Many Colors και του House A vii 4. Επιπλέον, προσεγγίζεται ο τρόπος ζωής των κατοίκων της αρχαίας Ολύνθου, στοιχεία που αντλούνται από αρχαιολογικές πηγές.

Στο τρίτο κεφάλαιο της εργασίας, περιγράφονται όλα τα μέσα φωτισμού που χρησιμοποιήθηκαν από την αρχαιότητα, και συγκεκριμένα: οι λύχνοι, τα κεριά, οι δάδες και οι εστίες. Στο τέταρτο κεφάλαιο, αναλύεται το πειραματικό μέρος της παρούσας διπλωματικής εργασίας και οι διαδικασίες που αφορούν την επεξεργασία των εργαστηριακών μετρήσεων. Συγκεκριμένα, περιγράφεται η εργαστηριακή διαδικασία που έλαβε χώρα στο εργαστήριο φωτοτεχνίας ΕΜΠ, όπου με χρήση κατάλληλων οργάνων και τεχνικών, μετρήθηκε η ένταση φωτισμού αντιγράφων των φωτιστικών μέσων της υπό εξέταση περιόδου. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων, τα οποία επεξεργάστηκαν στο λογισμικό EULUMDAT[®] όπου και κατασκευάστηκαν τα πολικά διαγράμματα των φωτιστικών μέσων.

Τα διαγράμματα αυτά καθώς και αρχιτεκτονικά στοιχεία των δύο κατοικιών της αρχαίας Ολύνθου αποτέλεσαν τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την διεξαγωγή της μελέτης φωτισμού, μέσω του εξειδικευμένου λογισμικού Relux[®]. Αντικείμενο του κεφαλαίου πέντε είναι η ανάπτυξη της μεθόδου που ακολουθήθηκε για την μελέτη φωτισμού και η εκτύπωση των αποτελεσμάτων των διαφόρων προσομοιώσεων που πραγματοποιήθηκαν.

Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο γίνεται μία σύνοψη των κυριότερων συμπερασμάτων που εξάγονται από την παρούσα διπλωματική εργασία, και τονίζονται τα πιο σημαντικά στοιχεία.

2 Περιγραφή τυπικών αρχαίων οικιών

2.1 Η αρχαία Όλυνθος

2.1.1 Ιστορικά στοιχεία

Η Όλυνθος είναι αρχαία πόλη της Χαλκιδικής, χτισμένη σε μια εύφορη πεδιάδα, στο μυχό του κόλπου της Τορώνης, κοντά στη βάση της χερσονήσου της Παλλήνης (σήμερα Κασσάνδρας), σε απόσταση 60 σταδίων (11,5 χλμ περίπου) από την Ποτίδαια και 4 χλμ από τη θάλασσα.

Η τοποθεσία κατοικείται από τη Νεολιθική Εποχή (5300-4500 π.Χ.), η λέξη "Όλυνθος" είναι προελληνική και σημαίνει, πιθανόν, "αγριοσυκιά". Σύμφωνα με την παράδοση ονομάστηκε έτσι από τον Όλυνθο, γιο του ποτάμιου θεού Στρυμόνα. Ο Ηρόδοτος αναφέρει ότι η πόλη κατακτήθηκε από τους Βοττιαίους της Ημαθίας τον έβδομο αιώνα π. Χ. [5] Συνεπώς, η ιστορία της πόλης της Ολύνθου μπορεί να διακριθεί σε 2 χρονικές περιόδους. Η πρώτη περίοδος ξεκίνησε με τις πρώτες ελληνικές κατοικίες και διήρκησε ως τον Πελοποννησιακό πόλεμο. Ο ξεσηκωμός της Ολύνθου και άλλων κοινοτήτων της Χαλκιδικής το 432 π.Χ. ενάντια στην Αθηναϊκή ηγεμονία οδήγησε σε έναν ανοικισμό ή αλλιώς "εσωτερική μετακίνηση", κατά την οποία οι πληθυσμοί από κάποιες γειτονικές πόλεις μεταφέρθηκαν στην Όλυνθο, με σκοπό να δημιουργηθεί μία μεγαλύτερη και με πιο δυνατή άμυνα πόλη.

Στα τέλη του 5^{ου} και τον 4^ο αιώνα π.Χ., το *κοινό των Χαλκιδεών*, με πρωτεύουσα την Όλυνθο, μεγάλωσε σε δύναμη και σε πληθυσμό με αποτέλεσμα να γίνει η κυρίαρχη δύναμη σ' εκείνο το κομμάτι της Ελλάδας. Τον 4^ο αιώνα π.Χ, το *κοινό* ήρθε σε ρίξη με την ανερχόμενη δύναμη των Μακεδόνων, μέχρι που ο Φίλιππος ο 2^{ος} αποφάσισε ότι δεν υπάρχει χώρος και για τις δύο δυνάμεις και επιτέθηκε στην Όλυνθο. Το 348 π.Χ. όλοι οι κάτοικοι της Ολύνθου αιχμαλωτίστηκαν και πουλήθηκαν ως σκλάβοι και η πόλη εγκαταλείφθηκε, καθώς σχεδόν όλα τα σπίτια καταστράφηκαν. Έτσι, η ιστορία της πόλης της Ολύνθου σαν ανεξάρτητη πόλη σταματά με την καταστροφή της το 348 π.Χ., μόλις 84 χρόνια μετά τον ανοικισμό. [2]

2.1.2 Οργάνωση και δόμηση σπιτιών

Η αρχαία Όλυνθος ή αλλιώς "ελληνική Πομπηία" όπως την αποκαλούν, επιλέχθηκε ως αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η συστηματική ανασκαφή της σε μεγάλη έκταση από την Αμερικάνικη Αρχαιολογική Σχολή, η πολύ καλή κατάσταση των ευρημάτων καθώς και η αναλυτική δημοσίευση τόσο της αρχιτεκτονικής των σπιτιών όσο και των ευρημάτων, την καθιστούν ιδανική περίπτωση για μελέτη. [3]

Τα σπίτια της Ολύνθου κατέχουν σημαντική θέση στην ιστορία της ελληνικής οικιστικής αρχιτεκτονικής. Περισσότερα από εκατό σπίτια ανασκάφηκαν πλήρως και τα αποτελέσματα που δημοσιεύτηκαν έδωσαν μία σαφή και αξιοσημείωτη εικόνα της διαρρύθμισης των εσωτερικών τους χώρων. Τα σπίτια αυτά ανήκουν στην κατηγορία

"pastas type" ένα είδος σχεδιασμού σπιτιών το οποίο ήταν ευρέως διαδεδομένο στην Ελλάδα των κλασικών χρόνων. Αυτός ο τύπος έρχεται σε αντίθεση με τα σπίτια που χαρακτηρίζονται ως "prostas type" που βρέθηκαν στον Κολοφώνα, στα Άβδηρα κ.α.

Ένα τυπικό σπίτι στην Ολύνθου ήταν σχεδόν τετράγωνο φτάνοντας περίπου τα 17,2 m σε πλευρά. Όπως γενικά στην αρχαία Μεσόγειο, στα περισσότερα σπίτια της Ολύνθου η είσοδος γινόταν από μία ανοιχτή αυλή η οποία σχεδόν πάντα τοποθετούνταν στο νότιο μισό του σπιτιού με την παστάδα και τα κύρια δωμάτια στο βόρειο. Αυτό γινόταν έτσι ώστε το σπίτι να είναι δροσερό το καλοκαίρι και θερμό το χειμώνα.

Η αυλή ήταν η πιο σημαντική πηγή φωτός για τα εσωτερικά δωμάτια του σπιτιού. Γενικά, τα ελληνικά σπίτια ήταν απομονωμένα από την κοινή θέα και έτσι οι εξωτερικοί τοίχοι ήταν βαμμένοι σε άσπρο χρώμα και σε όποια δωμάτια υπήρχαν παράθυρα προς τον δρόμο θα πρέπει να ήταν μικρά και αρκετά ψηλά σε σχέση με το έδαφος για να μην τραβάνε την προσοχή αδιάκριτων περαστικών.

Επειδή τα περισσότερα δωμάτια δεν μπορούσαν εύκολα να φωτιστούν φυσικά, η αυλή και άλλα φωτεινά δωμάτια θα μπορούσαν να αποτελούν ταυτόχρονα σημαντικά εργαστήρια του σπιτιού και παράλληλα πηγές φωτισμού για άλλα δωμάτια. Οι αντικρουόμενες ανάγκες για φωτισμό και ιδιωτικότητα ανάγκασε τους σχεδιαστές και τους κατοίκους του σπιτιού να συμβιβαστούν. Δωμάτια τα οποία ήταν αρκετά φωτεινά έτειναν να μην είναι ιδιωτικά, ενώ πιο εσωτερικά δωμάτια, μακριά από το δρόμο, την αυλή και άλλες πηγές φωτισμού, θα ήταν πολύ σκοτεινά για τις καθημερινές οικιακές εργασίες.

Τέλος, το πλέον χαρακτηριστικό δωμάτιο αποτελεί η παστάδα, της οποίας η οροφή στηριζόταν με κολώνες κατά μήκος του κεντρικού άξονα του σπιτιού. Τα δύο ανοιχτά δωμάτια, η αυλή και η παστάδα, δημιουργούσαν έναν ενοποιημένο χώρο συνδέοντας φυσικά και φωτίζοντας τα δωμάτια τριγύρω τους, διευκολύνοντας την πληθώρα διαφορετικών δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής. [2]

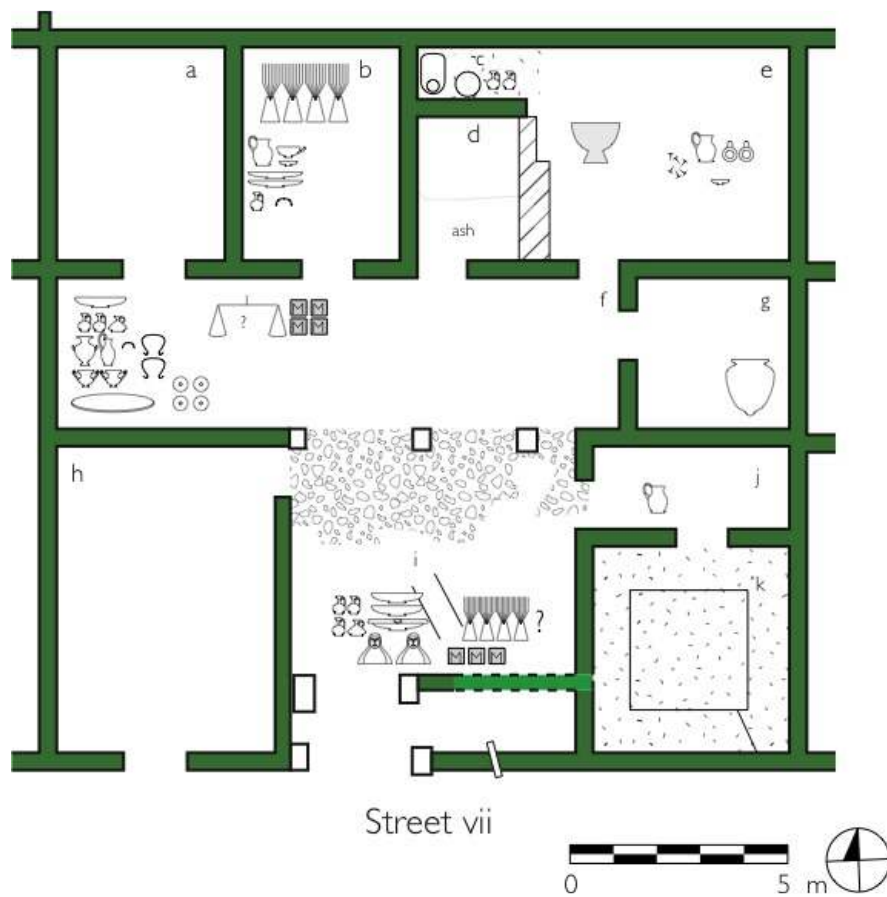
2.1.3 Τυπικά σπίτια της αρχαίας Ολύνθου

2.1.3.1 House A vii 4

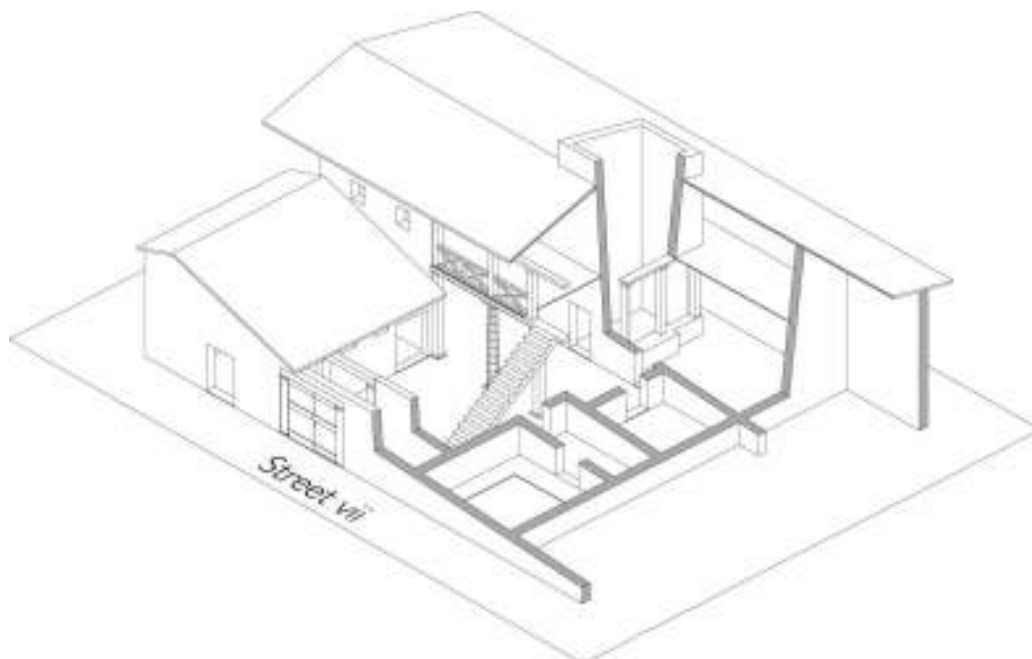
Το "House A vii 4" (όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες) αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας ως το τυπικό κανονικό σπίτι της αρχαίας Ολύνθου. Το σπίτι αυτό περιλαμβάνει ένα μεγάλο εύρος από εξειδικευμένα δωμάτια:

- μία πλήρως προσδιορισμένη παστάδα (χώρος f)
- μία αυλή με δάπεδο από βότσαλα (χώρος i)
- μία κουζίνα με μάνιο και καπνοδόχο (χώρος c,d,e)
- έναν ανδρώνα (χώρος k)

- έναν πρόδομο (χώρος j)
- δύο βόρεια δωμάτια (χώροι a και b)
- μία μικρή αποθήκη δίπλα στην παστάδα (χώρος g)
- ένα μαγαζί στο νοτιοδυτικό μέρος του σπιτιού (χώρος h)



Εικόνα 2.1-Κάτοψη του σπιτιού House A vii 4 [2]



Εικόνα 2.2-Τρισδιάστατη όψη του σπιτιού House A vii 4 [2]

Η είσοδος στο σπίτι γινόταν από τον προθάλαμο που οδηγούσε στην αυλή και εκεί υπήρχε η σκάλα για τον δεύτερο όροφο.

Αξιοσημείωτο γεγονός είναι ότι, ενώ στην κάτοψη φαίνεται να είναι ένα τυπικό κανονικό σπίτι, η κατανομή των ευρημάτων στα διάφορα δωμάτια και η τελική χρήση των τελευταίων είναι διαφορετικές από τις αναμενόμενες. Τα επιτραπέζια σκεύη του σπιτιού βρέθηκαν, στην πλειονότητά τους, στην αυλή, στην παστάδα και στο βόρειο δωμάτιο b, ενώ ελάχιστα βρέθηκαν στην κουζίνα. Το βόρειο δωμάτιο b και ίσως και η αυλή, χρησιμοποιούνταν για υφαντικές εργασίες, καθώς και στα δύο αυτά δωμάτια, όπως και στην παστάδα, βρέθηκαν βαρίδια αργαλειού. Αυτό αποδεικνύει μία πιο ομογενή χρήση των διάφορων χώρων του σπιτιού σε σχέση με το "House of Many Colors", όπου λίγες δραστηριότητες επαναλαμβάνονταν σε διαφορετικούς χώρους.

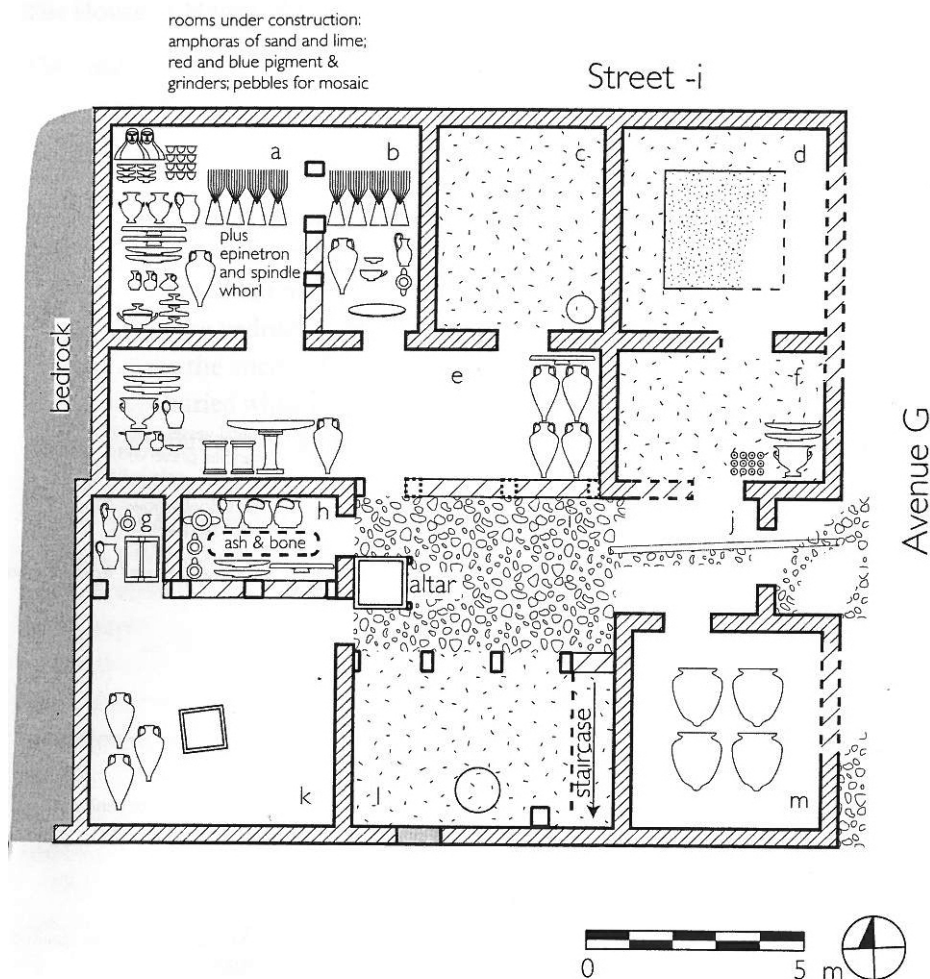
Ωστόσο, υπάρχουν και περιπτώσεις εξειδίκευσης στους χώρους του τυπικού αυτού σπιτιού. Υπάρχει μία αποθήκη, ένας ανδρώνας και ένας πρόδομος, ο καθένας από τους οποίους μοιάζει να προορίζεται για ένα συγκεκριμένο σκοπό. Επιπλέον, η αντίθεση μεταξύ της διαρρύθμισης των δύο βόρειων δωματίων είναι αισθητή, καθώς, κατά τη διάρκεια των ανασκαφών, το δωμάτιο a ήταν άδειο, ενώ το δωμάτιο b φαίνεται, από τα ευρήματα, ότι ήταν ένα δωμάτιο διαφόρων χρήσεων προορισμένο για ποικίλες δραστηριότητες.[2]

2.1.3.2 The House of Many Colors (Βίλλα)

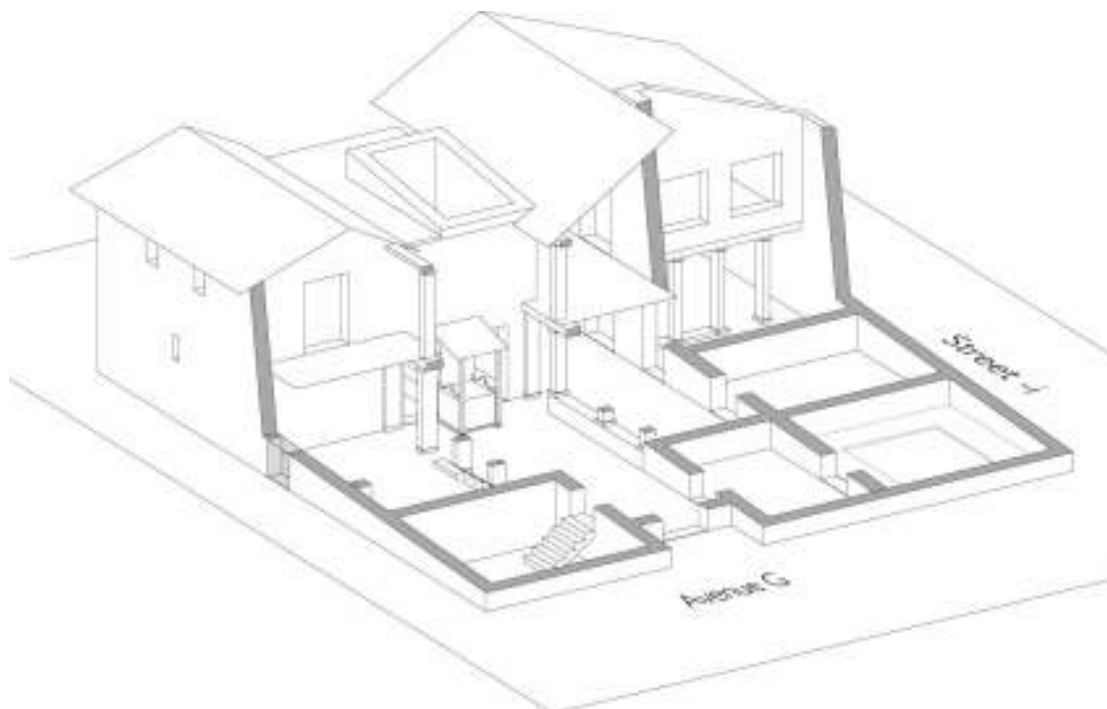
Το " House of Many Colors " είναι ένα από τα νεώτερα σπίτια της περιοχής και ανήκει στην περιοχή των βιλλών της αρχαίας Ολύνθου. Παρά το γεγονός ότι το συγκεκριμένο σπίτι είναι λίγο ασυνήθιστο στον σχεδιασμό του, η καλή διατήρηση της αρχιτεκτονικής και των ευρημάτων του, καθώς και η προσεκτική του ανασκαφή και

καταγραφή των αποτελεσμάτων από τον Lloyd Daly το 1938, το καθιστά μία ξεχωριστή περίπτωση Ολυθιακού σπιτιού. Το σπίτι ονομάστηκε "House of Many Colors" από το πλήθος των χρωμάτων των τοίχων και των πατωμάτων του.

Παρακάτω φαίνονται η κάτοψη και μία τρισδιάστατη όψη της βίλλας.



Εικόνα 2.3-Κάτοψη του σπιτιού House of Many Colors [2]



Εικόνα 2.4-Τρισδιάστατη όψη του σπιτιού House of Many Colors [2]

Ο εσωτερικός χώρος της βίλλας, όπως φαίνεται και από τις παραπάνω εικόνες, απαρτίζεται από τα εξής δωμάτια:

- τα δύο βόρεια δωμάτια a και b
- το δωμάτιο c, που ήταν είτε υπνοδωμάτιο είτε δωμάτιο υποδοχής ξένων
- ο ανδρώνας d
- ο πρόδομος f
- η παστάδα e
- η αυλή i
- το συγκρότημα κουζίνας - οίκου g-h-k
- η εξέδρα l
- η αποθήκη m

Στην βίλλα βρέθηκε μία πληθώρα από αντικείμενα εκ των οποίων τα σημαντικότερα είναι 98 ολόκληρα βάζα, 8 λύχνοι, 27 νομίσματα, 76 βαρίδια αργαλειού, 2 γουδιά κ.α. Με αυτά προσδιορίζονται τα είδη των δραστηριοτήτων που λάμβαναν χώρα στο σπίτι καθώς και δημιουργείται μία πιο λεπτομερής εικόνα της οργάνωσης αυτού του οικήματος.

Επίσης, στη βίλλα συναντώνται ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των Ολυθιακών σπιτιών, εκ των οποίων τα σημαντικότερα είναι τα ακόλουθα:

- η αυλή είναι πολύ μικρή σε μέγεθος
- η παστάδα είναι ελάχιστα φωτισμένη
- τα δωμάτια του δεύτερου ορόφου εμπόδιζαν το φως να εισέρχεται στην αυλή και στην παστάδα

Τα δωμάτια δεν προορίζονταν για έναν συγκεκριμένο σκοπό, αλλά φιλοξενούσαν πολλές δραστηριότητες όπως πλύσιμο και αποθήκευση στην παστάδα, υφαντικές εργασίες, θρησκευτικές τελετές και αποθήκευση στο βόρειο δωμάτιο α, μαγείρεμα και προετοιμασία φαγητού στο συγκρότημα κουζίνας-οίκου, μεγαλύτερη αποθήκευση και πιθανότατα αγροτικών προϊόντων στο χώρο m, λουτρό και αποθήκευση μαγειρικών σκευών στο μπάνιο g. Είναι πολύ δύσκολο να διευκρινιστεί ο χώρος που αποτελούσε το υπνοδωμάτιο και την τραπεζαρία της οικογένειας. Από φιλολογικές πηγές προκύπτει ότι κάποιες φορές έτρωγαν στην αυλή και ο ανδρώνας μπορεί να χρησιμοποιούνταν από ειδικούς καλεσμένους το ίδιο εύκολα όπως και από την ίδια την οικογένεια.[2]

3 Μέσα τεχνητού φωτισμού κατά την αρχαιότητα

3.1 Λύχνοι

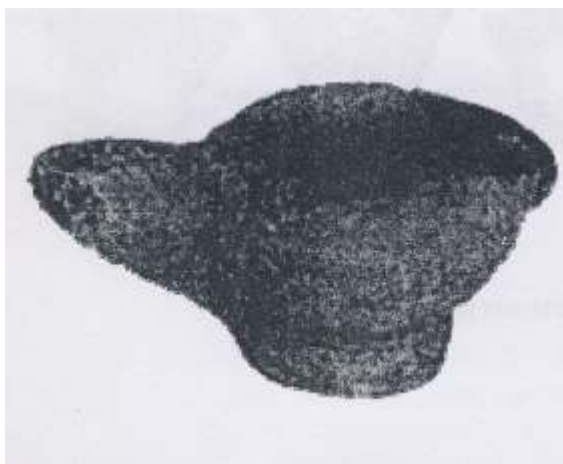
3.1.1 Γενικά

Ο λύχνος αποτελεί το κυριότερο μέσο φωτισμού κατά την αρχαιότητα (σε ορισμένες περιπτώσεις μέχρι και τον 19^ο αιώνα μ.Χ.). Αποτελείται από ένα μικρό, συνήθως, δοχείο από πηλό, μέταλλο, πέτρα, γυαλί ή όστρεο, το οποίο περιέχει καύσιμο υλικό όπως φυτικό λάδι ή ζωικό λίπος και φυτίλι, συνήθως προερχόμενο από φυτά. Κατά τη διάρκεια της καύσης, το φυτίλι απορροφά την καύσιμη ύλη και διατηρεί τη φλόγα με την παροχή οξυγόνου από τον αέρα. [3]

Οι λύχνοι διακρίνονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την θέση του φυτιλιού πάνω στο δοχείο :

➤ Λύχνοι επίπλευσης

Σ' αυτούς τους λύχνους, το φυτίλι τοποθετείται πάνω σε λάδι και επιπλέει όπως και στα καντήλια της σύγχρονης εποχής. Η χρήση τους ήταν γνωστή κυρίως στην Αίγυπτο αλλά και στην Αρχαία Ελλάδα. [4]



Εικόνα 3.1-Μινωικός λύχνος [4]

➤ Λύχνοι αναρρόφησης

Στους λύχνους αναρρόφησης, το φυτίλι τοποθετείται πάνω σε μία ειδική υποδοχή/προεξοχή (στη μύξα) που ανήκει στο εκάστοτε δοχείο και το κάτω άκρο του βρίσκεται μέσα στο δοχείο αναρροφώντας καύσιμη ύλη. Συναντώνται στα Μινωικά και Μυκηναϊκά χρόνια, στη Μεσοποταμία, καθώς και στη μεταγενέστερη Ελληνική και Ρωμαϊκή εποχή. [4]



Εικόνα 3.2-Αιγυπτιακό ιδεόγραμμα λύχνου [4]

Σε αντίθεση με τους λύχνους αναρρόφησης που έχουν χαρακτηριστικό σχήμα, οι λύχνι επίπλευσης δεν αναγνωρίζονται εύκολα από ερευνητές καθώς δεν έχουν μύξα και ούτε κάποιο ιδιαίτερο γνώρισμα όπως ίχνη από την καύση αφού η φλόγα δεν ακουμπά καθόλου στο δοχείο.

Το φυτίλι των λύχνων αποτελείται από φυτικές ίνες ή στριφτές κλωστές. Κατά την αρχαιότητα τα κύρια υλικά από τα οποία κατασκευάζονταν τα φυτίλια ήταν το λινάρι και η κάνναβη. Σε κάποιες περιπτώσεις, χρησιμοποιούνταν και σχοίνος, πάπυρος ή άλλα φυτικά υλικά. Μόνο στους λύχνους επίπλευσης, συναντάται ένα άλλο φυτό, η σημερινή βαλλωτή η οξυβαφώδης (*ballota acetabulosa*) ή αλλιώς λουμίσι, λυγναράκι ή φυτιλάκι που αφθονεί στον Ελλαδικό χώρο και φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



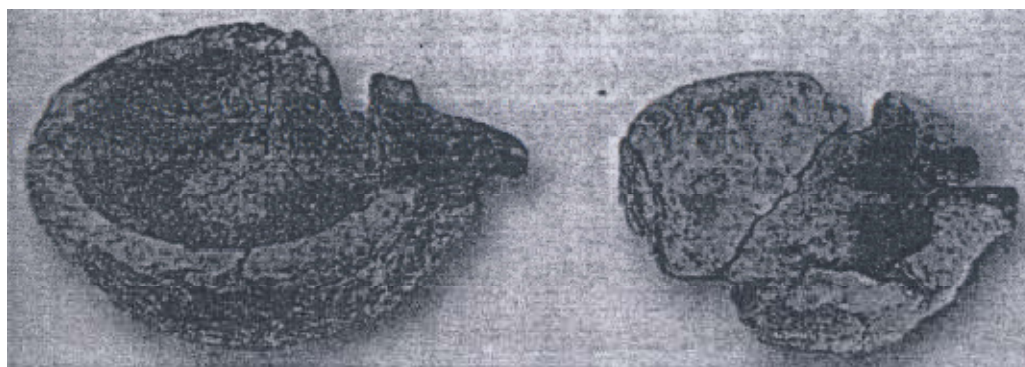
Εικόνα 3.3-Φυτό βαλλωτή η οξυβαφώδης (*ballota acetabulosa*) [7]

Επειδή το λουμίσι δεν επιπλέει, τοποθετείται με τη μύτη προς τα πάνω και τη μεμβράνη προς τα κάτω, πάνω σε έναν πλωτήρα (καντηλήθρα ή μολυβήθρα) από φελλό επενδυμένο με τσίγκο, στον οποίο υπάρχει μία μικρή οπή για να απορροφά το λουμίσι την καύσιμη ύλη. Τέλος, το βαμβάκι είναι το πιο κατάλληλο υλικό για φυτίλια λόγω της μεγάλης απορροφητικότητας του, που όμως δεν φαίνεται να το καλλιεργούσαν στην αρχαιότητα, παρά μόνο σε ύστερους χρόνους. Στο πειραματικό

μέρος της παρούσας διπλωματικής εργασίας συμπεριελήφθησαν πειράματα με λύχνους αναρρόφησης με φυτίλι από λινάρι, κάνναβη αλλά και βαμβάκι καθώς και πειράματα με λύχνους επίπλευσης με φυτίλι από λουμί και λινάρι.

Οι λύχνοι είχαν καύσιμο υλικό φυτικής ή ζωικής προέλευσης, δηλαδή κυρίως λάδι (ελαιόλαδο ή καστορέλαιο) ή λίπος. Στην Αρχαία Ελλάδα, αν και υπήρχαν τρόποι επεξεργασίας του ζωικού λίπους, δεν υπάρχει καμία μαρτυρία για τη χρησιμοποίηση του λίπους ως καύσιμου υλικού στα λυχνάρια. Ίσως επειδή το ελαιόλαδο ήταν σπάνιο σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας, δεν αποκλείεται να χρησιμοποιούνταν το λίπος για φωτισμό. Σε κάθε περίπτωση όμως, το λάδι και ειδικά το ελαιόλαδο ήταν η κύρια καύσιμη ύλη.

Όσον αφορά στα δοχεία, οι λύχνοι αναρρόφησης, απλής μορφής, πήλινοι ή λίθινοι υπάρχουν από τη Νεολιθική περίοδο στον Ελλαδικό χώρο. Από την Πρώιμη και Μέση Μινωική περίοδο εμφανίζονται πιο εξελιγμένοι τύποι, έντονα διακοσμημένοι ενώ κατά τη διάρκεια των Γεωμετρικών χρόνων η παραγωγή λύχνων αναρρόφησης σταματά. Στην Ελλάδα επανεμφανίζονται τον 7^ο αιώνα π.Χ. και χρησιμοποιούνται συχνά. Οι πιο παλαιοί λύχνοι στην Ελλάδα αποτελούν ευρήματα ανασκαφών στη Σκάλα Ωρωπού και στην Αγορά της Αθήνας. Τα πήλινα αυτά χειροποίητα λυχνάρια χρονολογούνται στις αρχές του 7^{ου} αιώνα π.Χ. και φαίνονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 3.4-Λύχνοι από τον Ωρωπό [3]

Αντίθετα, οι λύχνοι επίπλευσης έγιναν γνωστοί από τα Βυζαντινά χρόνια και έπειτα, καθώς τότε εμφανίζονται πολυτελείς γυάλινοι λύχνοι, πολυκάνδηλα και απλές πήλινες κανδήλες. [3]

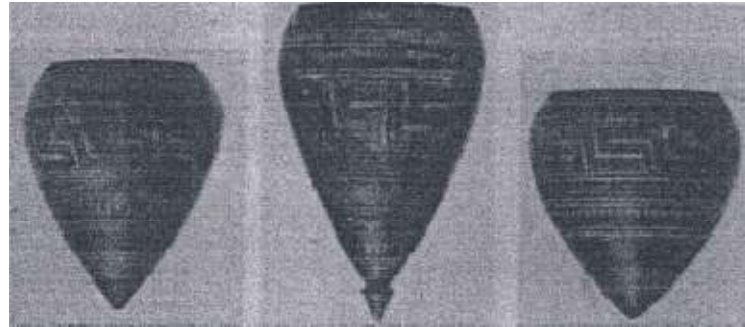


Εικόνα 3.5-Γυάλινοι λύχνοι 4-5ου αιώνα μ.Χ [3]



Εικόνα 3.6-Πολυκάνδηλο, 6ος αιώνας μ.Χ. [3]

Παρ' όλα αυτά, ο λύχνος επίπλευσης δεν αποτελεί εφεύρεση των Βυζαντινών χρόνων καθώς ήδη στη μινωική Κρήτη και στη μυκηναϊκή Ελλάδα, εκτός από λύχνους αναρρόφησης, χρησιμοποιούσαν απλά κωνικά κύπελλα ή κύλικες, ως λύχνους επίπλευσης, συνήθως ως δεύτερη χρήση. Αυτό που δίνει την βεβαιότητα ότι ένα τέτοιο δοχείο αποτελεί λύχνο επίπλευσης είναι τα ίχνη καύσης. Όμως, κόσμο έχουν γίνει πολύ λίγες προσπάθειες ώστε να αναγνωριστούν οι λύχνοι επίπλευσης, αρχαιολογικά. Κάποια αγγεία που θεωρούνται από ερευνητές ότι αποτελούσαν λύχνους επίπλευσης και φαίνονται στις παρακάτω εικόνες είναι οι γεωμετρικές πυξίδες (επίπεδες και οξυπύθμενες) και οι κώθωνες ή αλλιώς πλημμοχόες.[3]



Εικόνα 3.7- Οξυπύθμενες πυξίδες από τον Κεραμεικό [3]



Εικόνα 3.8-Επίπεδη πυξίδα από τον Κεραμεικό [3]

	600	575	550	525	500
Korinth					
Aitika					
Euböa					
Böotien					
Ionien					

Πίνακας 3.1- Πίνακας τυπολογίας κωθώνων - πλημμοχών [3]

3.1.2 Ο λύχνος ως μέσο φωτισμού

Οι λύχνοι αναρρόφησης περιλαμβάνονται σταθερά στα σκεύη κάθε οικίας από την Κλασική περίοδο. Αυτό επιβεβαιώνεται από μία διεξοδική έρευνα που εκπονήθηκε από την Υ. Seidel, για τον αριθμό και τις θέσεις των ευρεθέντων λύχνων σε διάφορες οικίες, σε περιοχές του Ελλαδικού χώρου αλλά και εκτός, τοποθετούμενων χρονολογικά από την αρχαϊκή περίοδο ως την ύστερη αρχαιότητα. Με την πάροδο των χρόνων, σύμφωνα με την συγκεκριμένη έρευνα, οι λύχνοι που χρησιμοποιούνταν σε ένα σπίτι αυξάνονταν σταδιακά και αυτό έχει σχέση με αλλαγές στην αρχιτεκτονική και στη διακόσμηση των οικιών.

Συγκεκριμένα, για την αρχαία Όλυνθο που τοποθετείται χρονικά στον 4^ο αιώνα π.Χ. και αποτελεί αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ο μέγιστος αριθμός των λύχνων ανά σπίτι ήταν 9, ενώ για παράδειγμα στους Αλιείς (4^ος αιώνα π.Χ.) ήταν 23, στην Ημέρα (5^ος αιώνας π.Χ.) και στην Ερέτρια (μέσα 5^οο αιώνα π.Χ.- 1^ος αιώνα π.Χ.) ήταν 24, στην Δήλο (ύστερα ελληνιστικά χρόνια) στην οικία "Maison de Comédiens" ήταν 309 και στην Πομπηία (1^ος αιώνα π.Χ.) ήταν 63. Ο μέσος όρος των λύχνων διαφέρει λίγο από μέγιστο σε κάθε περιοχή και μάλιστα στην αρχαία Όλυνθο είναι λιγότερο από 3 ανά οικία. Πάντως, σχεδόν σε κάθε περιοχή και χρονική περίοδο, υπάρχουν οικίες, και όχι απαραίτητα οικονομικά ασθενών κοινωνικών στρωμάτων, με πολύ μικρό αριθμό λύχνων (1-3). Από αυτό, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι 1-2 λύχνοι επαρκούσαν για να καλύψουν τις ανάγκες μιας οικίας και μιας και οι λύχνοι ήταν κινητά αντικείμενα θα μπορούσαν να μεταφέρονται από δωμάτιο σε δωμάτιο προκειμένου να χρησιμοποιηθούν.

Σύμφωνα με μαρτυρίες ανασκαφών, φιλολογικές και εικονογραφικές, ο νυχτερινός φωτισμός συνδέεται με

- δραστηριότητες οικιακές όπως η υφαντική, η προετοιμασία ενός δείπνου ή ενός συμποσίου, η τακτοποίηση του σπιτιού,
- με ψυχαγωγικές και διδακτικές ενασχολήσεις όπως το συμπόσιο, η ανάγνωση, η γραφή και η απαγγελία,
- με ερωτικές περιπτώξεις,
- με κινήσεις της καθημερινότητας όπως η μετακίνηση από το ένα δωμάτιο στο άλλο, η αναζήτηση αντικειμένων στην αποθήκη, η διατήρηση φωτός ασφαλείας στο υπνοδωμάτιο, η προστασία του λύχνου αλλά και των τροφίμων από τα τρωκτικά και άλλου είδους ζώα,
- με τυχαία γεγονότα, όπως η έλευση ενός επισκέπτη κατά τη διάρκεια της νύχτας ή μια ξαφνική νυχτερινή διένεξη έξω από την οικία.

Επιπλέον, η τοποθέτηση των λύχνων γινόταν επάνω σε λυχνοστάτες, σε τραπέζια, σε ράφια ή ακόμη και με ανάρτηση από την οροφή. Οι λυχνοστάτες ήταν αντικείμενα που χρησίμευαν για να υψώσουν το φωτιστικό μέσο με σκοπό την καλύτερη διάχυση του φωτός στο χώρο. Διακρίνονταν σε δύο είδη: τους επιδαπέδιους και τους κρεμαστούς και ήταν κατασκευασμένοι από μέταλλο, πηλό ή ακόμη και ξύλο. Επειδή όμως ήταν ακατάλληλοι για τη μεταφορά των λύχνων σε εξωτερικό χώρο, για το

σκοπό αυτό χρησιμοποιούνταν φανάρια όπου μέσα τοποθετούνταν οι λύχνοι. Τα φανάρια αυτά, όπως προκύπτει από τις αρχαίες πηγές, ήταν μεταλλικά, πήλινα ή ξύλινα, κεράτινα, δερμάτινα ή ακόμη και με επένδυση από λαδωμένο ύφασμα ώστε να είναι διαφανή. Μαζί με τις δάδες αποτελούν τα κυριότερα μέσα τεχνητού φωτισμού εξωτερικών χώρων της αρχαιότητας. [3]

3.2 Κεριά

3.2.1 Γενικά

Με τον όρο κεριά εννοούμε το φωτιστικό μέσο που αποτελείται από ένα φυτίλι με επικάλυψη στερεού καύσιμου υλικού. Κατά τη διάρκεια της καύσης, η καύσιμη ύλη, όπως ζωικό λίπος, πίσσα ή κεριά, ρευστοποιείται και το φυτίλι καταναλώνεται. Τα υλικά από τα οποία κατασκευάζονταν τα φυτίλια παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 3.1.1.

Τα κεριά διακρίνονται σε δύο κατηγορίες με μοναδική διαφορά στη μάζα του καύσιμου υλικού [3] :

- α) στα κεριά όπως ακριβώς υπάρχουν και στη σύγχρονη εποχή, όπου η μάζα του καύσιμου υλικού υπερಿಸχύει του φυτιλιού
- β) στα σπαρματσέτα, όπου η μάζα του φυτιλιού υπερισχύει του καύσιμου υλικού

3.2.2 Το κεριά ως μέσο φωτισμού

Μέχρι προσφάτως, κυριαρχούσε η αντίληψη ότι οι Ετρούσκοι ήταν αυτοί που πρώτοι χρησιμοποίησαν το κεριά ως φωτιστικό μέσο. Επειδή δεν υπάρχουν ενδείξεις και ευρήματα ότι χρησιμοποιούσαν κεριά από μελισσοκέρι, είναι πολύ πιθανό να παρασκεύαζαν κεριά από λίπος. Όμως, χημικές αναλύσεις σε λύχνους και κωνικά κύπελλα από την Κρήτη της Μινωικής περιόδου έδειξαν ότι οι Μινωίτες χρησιμοποιούσαν το κεριά ως μέσο φωτισμού.

Στην Ελλάδα, δεν χρησιμοποιούσαν το ζωικό λίπος για φωτισμό και η χρήση του κεριού από μελισσοκέρι ως φωτιστικό μέσο θεωρείται ότι διαδόθηκε αφού κατακτήθηκε από τους Ρωμαίους. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν 2 ελληνικές πηγές, τα Αποσπάσματα του Αρχιππου, και κάποια λεγόμενα του Αριστοτέλη, που ίσως αμφισβητούν την τόσο μεταγενέστερη χρήση. Επειδή όμως, κατά την κλασική περίοδο, δεν έχει βρεθεί υποστηρικτικός εξοπλισμός για τα κεριά, μάλλον η ευρεία χρήση των κεριών ως φωτιστικών μέσων δεν ήταν διαδεδομένη. [3]

3.3 Δάδες (Πυρσοί)

3.3.1 Γενικά

Η δάδα ή αλλιώς πυρσός είναι ένα από τα αρχαιότερα μέσα μεταφοράς της φωτιάς και κατά συνέπεια του φωτισμού. Η πιο απλή μορφή του αποτελείται από ένα κομμάτι καλά ξεραμένο ξύλο, συνήθως αρκετά περιεκτικό σε ρετσίνι, που ανάβει στη μία άκρη. Η ποιότητα της φλόγας εξαρτάται από το ξύλο που θα χρησιμοποιηθεί και γι' αυτό το λόγο η επιλογή του είναι ιδιαίτερης σημασίας. Τα πιο κατάλληλα ξύλα είναι εκείνα που περιέχουν ρητίνη, όπως ο κέδρος και το πεύκο, των οποίων η φλόγα όταν καίγονται είναι πολύ πιο λαμπερή σε σύγκριση με άλλα. Όμως το γεγονός ότι ένα ρητινώδες ξύλο, όταν φλέγεται, πετά σπίθες και βγάζει πολύ καπνό, αποτελεί ένα σημαντικό μειονέκτημα, πόσο μάλλον για οικιακή χρήση.

Οι κυριότερες πληροφορίες για τις δάδες και τη χρήση τους στις διάφορες πλευρές της καθημερινής ζωής των αρχαίων Ελλήνων παρέχονται από την εικονογραφία των παραστάσεων των αθηναϊκών, κυρίως, αγγείων. Στην Αρχαία Ελλάδα, οι δάδες κατασκευάζονταν από ένα ή περισσότερα τεμάχια ξύλου (δεμάτι) από κωνοφόρα, στην πλειονότητα τους, δέντρα ή φρύγανα δεμένα με σκοινιά από πάπυρο ή σχοίνο. Πιο σπάνια συναντώνται δάδες από ξύλο αμπέλου, δρυός, καλαμιών ή κισσού.

Για πιο καλό φωτιστικό αποτέλεσμα, κατά την κατασκευή των δαδών από ένα τεμάχιο ξύλου, αφού αφαιρούσαν το φλοιό και έσχιζαν το ξύλο στο άνω μέρος, το άλειψαν ή το γέμιζαν με εύφλεκτα υλικά όπως ρετσίνι ή πίσσα. Οι δάδες που αποτελούνταν από περισσότερα από ένα τεμάχια ξύλου (δεμάτι) εμβαπτίζονταν ή γεμίζονταν με ρητίνη ή πίσσα και δένονταν στα άκρα και στο κέντρο. Η κατασκευή των δαδών από άμπελο ή κισσό γινόταν με πλέξιμο ή στρίψιμο των κλαδιών μεταξύ τους, χάρη στο γεγονός ότι ήταν εξαιρετικά εύκαμπτα. Οι δάδες που κατασκευάστηκαν για τις μετρήσεις του Εργαστηρίου Φωτοτεχνίας ως απομίμηση δαδών από διάφορα είδη ξύλου φαίνονται στις εικόνες του κεφαλαίου 4.

Η μεταφορά των δαδών γινόταν συνήθως με γυμνά χέρια αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις τις τοποθετούσαν μέσα σε θήκες σχήματος ανάστροφου κόλουρου κώνου ή δεματιού. Όταν δεν τις κρατούσαν, τις τοποθετούσαν στο έδαφος, σε χύτρες ή άλλα αγγεία, ή σε ειδικές βάσεις (στατήρες) πήλινες, λίθινες, μεταλλικές. Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται διάφοροι πήλινοι στατήρες που κατασκευάστηκαν ειδικά για τις μετρήσεις του Εργαστηρίου Φωτοτεχνίας από το εργαστήριο κεραμικής του Γιάννη Χατζηνικολάκη στο Βιοτεχνικό Πάρκο Ανώπολης Ηρακλείου, ως απομίμηση αρχαίων σκευών. [3]



Εικόνα 3.9-Πήλινος στατήρας 1 [3]



Εικόνα 3.10-Πήλινος στατήρας 2 [3]



Εικόνα 3.11-Πήλινος στατήρας 3 [3]

3.3.2 Η δάδα ως μέσο φωτισμού

Η δάδα αποτελεί ένα αναμφισβήτητο φωτιστικό μέσο, κατάλληλο για φωτισμό εξωτερικού χώρου. Στην εικονογραφία των αγγείων, η πλειονότητα των παραστάσεων που περιλαμβάνουν δάδες, αναπαριστούν δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα σε εμφανή εξωτερικό χώρο. Επιπλέον, αυτό αποδεικνύεται και από γραπτές πηγές, όπου φαίνεται ότι οι δάδες χρησιμοποιούνταν ως κύριο φωτιστικό μέσο εξωτερικού χώρου για νυχτερινούς περιπάτους και για διασκέδαση (με εξαίρεση τους Λακεδαιμονίους) αλλά και για νυχτερινές τελετές.

Υπάρχουν, βέβαια, και παραστάσεις όπου η δράση εκτυλίσσεται σε εσωτερικό χώρο αλλά είναι λιγότερες αριθμητικά. Σ' αυτές φαίνονται τελετές, συνήθως γαμήλιες ή συμπόσια στα οποία συμμετέχει ο Διόνυσος και ο θίασός του. Όταν δεν φαίνεται ο

Διόνυσος ή ο θίασός του στην εικονογραφία, όσοι κρατούν δάδα, εισέρχονται στο συμπόσιο και αυτό μας δίνει ένα πρώτο συμπέρασμα ότι η δάδα δεν ανήκε στο χώρο του συμποσίου αλλά χρησιμοποιούνταν για να φωτίζει τη διαδρομή ως αυτό. Επιπλέον, από τον Όμηρο, κυρίως, υπάρχουν και οι αντίστοιχες γραπτές μαρτυρίες για χρήση των δαδών ως μέσο εσωτερικού φωτισμού (για αργαλειό, στρώσιμο κρεβατιών κ.α.) αλλά είναι πιο σπάνιες.

Επομένως διαπιστώνουμε ότι η δάδα χρησιμοποιείται κυρίως για χρήση εξωτερική, καθώς η χρήση εντός οικιών ή άλλων εσωτερικών χώρων έχει πολλά μειονεκτήματα. Τα σπίτια, τα έπιπλα ή ακόμη και ο εσωτερικός διάκοσμός τους συνήθως κατασκευάζονταν από ξύλο με αποτέλεσμα ο κίνδυνος για πυρκαγιά να είναι αυξημένος σε περίπτωση καύσης μίας δάδας λόγω των σπιθών που εκτινάσσονται. Ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα είναι η φωτεινή μαρμαρυγή που δυσκολεύει οικιακές εργασίες όπως η υφαντική. Τέλος, ο καπνός που απελευθερώνεται κατά την καύση προκαλεί μία αποπνικτική αίσθηση. Αυτό όμως μπορεί να αντιμετωπιστεί αν υπάρχει μία δίοδος διαφυγής του καπνού και ίσως έτσι η δάδα να μπορούσε να χρησιμοποιείται σε εσωτερικό χώρο το χειμώνα, καθώς αποτελεί ένα καλό μέσο θέρμανσης. [3]

3.4 Εστίες

3.4.1 Γενικά

Ως εστία ορίζεται ένας οριοθετημένος χώρος, μέσα στον οποίο ανάβει ελεγχόμενη φωτιά και διακρίνεται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με τον χώρο πυράς : τις σταθερές εστίες, που διαθέτουν ένα ακίνητο, σταθερό χώρο και τις φορητές, που διαθέτουν έναν εύκολα μεταφερόμενο.

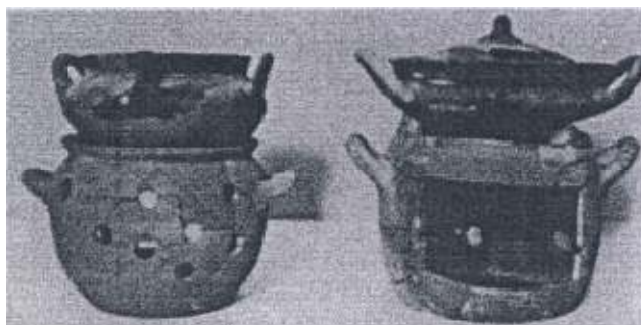
Οι σταθερές εστίες αποτελούνται από τον χώρο πυράς, δηλαδή τον χώρο μέσα στον οποίο ανάβει η φωτιά και τη στεφάνη, τον πέτρινο περίβολο που οριοθετεί τον χώρο πυράς και αποτελούν την παλαιότερη ένδειξη για έλεγχο της φωτιάς από τον άνθρωπο. Η ευρεία χρήση τους εντός οικιών οφείλεται στο γεγονός ότι χρησιμοποιούνταν για την κάλυψη πολλών αναγκών της καθημερινότητας όπως η θέρμανση, η ετοιμασία φαγητού, η επεξεργασία της πέτρας, η κατασκευή χρωστικών υλών κ.α. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η διάκρισή τους σε εκείνες που επαρκούν για φωτισμό, δηλαδή οι εστίες στις οποίες δεν έχει βρεθεί κανένας ίχνος οστών ή πέτρας και σε εκείνες που δεν επαρκούν για φωτισμό όπως οι πολύ μικρές εστίες, οι εστίες των οποίων το καύσιμο υλικό δεν αποδίδει ιδιαίτερο φως (κάρβουνο ή οστά) και οι εστίες των οποίων η πυρά ήταν καλυμμένη π.χ. με λίθινες πλάκες.

Οι πρώτες σταθερές εστίες εντοπίζονται ήδη από την Κατώτερη Παλαιολιθική περίοδο και η εμφάνισή τους εντός οικιών συνεχίζεται και κατά τη Νεολιθική περίοδο. Στη Μινωική Κρήτη, κατά κανόνα χρησιμοποιούνταν φορητές εστίες καθώς πολλές οικίες δεν διαθέτουν σταθερή εστία στον εσωτερικό τους χώρο. Από την Ύστερη Αρχαϊκή περίοδο και κατά την διάρκεια των Κλασικών χρόνων, που είναι και η περίοδος ενδιαφέροντος της παρούσας εργασίας, ενώ στις περισσότερες οικίες δεν σώζονται σταθερές εστίες, σε κάποιες περιοχές, κυρίως της Βόρειας Ελλάδας, όπως στην Όλυθο, διατηρούνται σταθερές εστίες στο κέντρο του δωματίου, κοντά

σε γωνίες ή δίπλα σε τοίχους. Αυτή η τοποθέτηση και μάλιστα κοντά στην πόρτα του δωματίου υποδηλώνει την χρήση των εστιών για μαγειρικούς, κυρίως, σκοπούς, αφού η πόρτα χρησιμοποιείται ως έξοδος διαφυγής του καπνού και ταυτόχρονα και της ζέστης μέσω της αυλής. Είναι πολύ πιθανό, βέβαια, η πόρτα του δωματίου να έκλεινε το χειμώνα και έτσι, η εστία να αποτελούσε και μέσο θέρμανσης.

Σε αντίθεση με τις σταθερές εστίες, οι φορητές εστίες αποτελούνται από ένα δοχείο, πέτρινο, μεταλλικό ή πήλινο μέσα στο οποίο τοποθετείται το καύσιμο υλικό και θυμίζει στην κατασκευή του αρκετά τα μαγκάλια της σημερινής εποχής. Στην Ελλάδα, οι φορητές εστίες, διάφορων τύπων, ήταν διαδεδομένες ήδη από την εποχή του Χαλκού αλλά στους επόμενους ιστορικούς χρόνους, δεν παρατηρείται συνέχεια της χρήσης τους. Στους κλασικούς χρόνους, εμφανίζονται και κυριαρχούν δύο τύποι φορητών εστιών :

- α) η βαθιά φορητή εστία, την οποία αποτελεί ένα βαθύ κυλινδρικό δοχείο με μία μεγάλη οπή στη μία πλευρά για την τοποθέτηση του καύσιμου υλικού και μικρότερες οπές στα τοιχώματα για εξαερισμό,



Εικόνα 3.12-Βαθιά φορητή εστία

- β) η ρηχή φορητή εστία, την οποία αποτελείται από ένα ρηχό, κυκλικό ή τετράγωνο δοχείο, με χαμηλό πόδι, συχνά με υποδοχή για σχάρα και με μέγεθός από 20-50 cm.

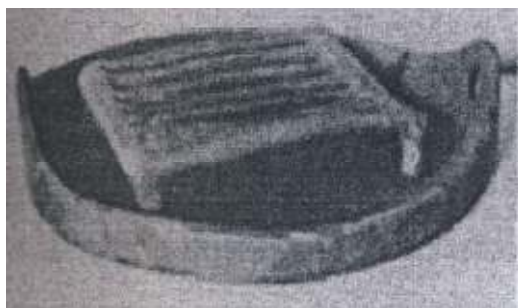


Εικόνα 3.13-Ρηχή φορητή εστία, με υποδοχή για σχάρα



Εικόνα 3.14-Ρηγή φορητή εστία με πήλινο κάλυμμα, λειτουργεί σαν φούρνος

Και οι δύο τύποι έφεραν λαβές προκειμένου να διευκολύνεται η μεταφορά τους. Ο πρώτος τύπος ήταν κατάλληλος για θέρμανση μαγειρικού σκεύους και ο δεύτερος τύπος ήταν κατάλληλος για θέρμανση χώρου και ίσως ακόμη για ψήσιμο κρεατικών. Άλλοι τύποι που εμφανίζονται γενικά είναι κάποιοι απλοί ανθεκτικοί πήλινοι δίσκοι με λαβές, διάφοροι τύποι με ψηλά πόδια (ελληνιστική περίοδος), κ.α.



Εικόνα 3.15-Πήλινος δίσκος

Το καύσιμο υλικό που χρησιμοποιούνταν στις εστίες για την τροφοδότηση της φωτιάς ήταν το ξύλο, είτε στην πρωτογενή του μορφή, είτε επεξεργασμένο, δηλαδή κάρβουνο. Οποιοδήποτε είδος ξύλου μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ανάλογα με τη χλωρίδα της κάθε περιοχής. Για οικιακή χρήση, πάντως, το κάρβουνο ήταν πιο κατάλληλο λόγω της ιδιότητας του να μην βγάζει πολύ καπνό και λόγω ότι η καύση είναι ελεγχόμενη. Επιπλέον, ήταν ιδανικό και για τεχνικές εργασίες, καθώς μπορεί να παράξει υψηλότερη θερμοκρασία από τις άλλες μορφές καυσίμου. [3]

3.4.2 Η εστία ως μέσο φωτισμού

Η χρήση της σταθερής εστίας ως μέσο φωτισμού είναι λογική καθώς, η εστία άναβε για να θερμάνει και παράλληλα φώτιζε κιόλας. Σε διάφορες πηγές, όπως στον Όμηρο ή στην Καινή Διαθήκη, αναφέρεται η θερμαντική ή η μαγειρική της χρήση αλλά δεν μπορεί να παραβλεφθεί ότι εξυπηρετούσε και το φωτισμό του χώρου μέσα στον οποίο βρισκόταν. Λόγω, όμως, του γεγονότος ότι πολλά σπίτια δεν διέθεταν σταθερή εστία, ή διέθεταν αλλά μόνο σε ένα δωμάτιο αλλά και του ότι η χρήση της γινόταν μόνο το χειμώνα, δεν μπορούσε να αποτελεί το μοναδικό μέσο φωτισμού μιας οικίας.

Με εξαίρεση τα ομηρικά χρόνια, όπου για το φωτισμό των εσωτερικών χώρων θεωρείται ότι χρησιμοποιούνται σταθερές ή φορητές εστίες (ο ομηρικός όρος γι' αυτές είναι "λαμπτήρες"), δεν υπάρχει καμία άλλη αναφορά για χρήση των φορητών εστιών ως φωτιστικά μέσα. Ο κυριότερος λόγος για τη μη χρήση τους πιθανό να είναι

ότι είχαν μικρή φωτιστική ικανότητα λόγω του καύσιμου υλικού τους, του κάρβουνου. Μόνο αν η καύσιμη ύλη ήταν ξύλο και τοποθετούνταν ακριβώς κάτω από την καπνοδόχο (λόγω της μεγάλης έκλυσης καπνού), θα μπορούσαν να αποτελούν μέσο φωτισμού εσωτερικού χώρου. [3]



Εικόνα 3.16-Σάτυρος ζεσταίνεται σε φορητή εστία, 4ος αιώνας π.Χ.



Εικόνα 3.17-Σε εργαστήριο γλυπτικής, νέος ζεσταίνει τα εργαλεία του σε φορητή εστία, 360-350 π.Χ.

3.5 Συνοπτικός ιστορικός πίνακας

Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται τα φωτιστικά μέσα στον Ελλαδικό χώρο ανά χρονική περίοδο. [3] Όπου

Φ.Μ. δηλώνει την ύπαρξη φιλολογικών μαρτυριών

Α.Μ. δηλώνει την ύπαρξη αρχαιολογικών μαρτυριών (αν έχει βρεθεί σε ανασκαφές αντικείμενο αυτού του τύπου ή υποστηρικτικός εξοπλισμός) ή την ύπαρξη εικονογραφικών μαρτυριών

Χρονική Περίοδος	Εετίες	Λάδες	Λύχνοι		Κεριά
			Αναρρόφησης	Επίπλευσης	
Προϊστορική	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ (κωνικά κύπελλα και άλλα ανοικτά δοχεία)	ΝΑΙ*
	Α.Μ	Α.Μ.	Α.Μ.		Α.Μ.
Γεωμετρική	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ (πυξίδες, ανοικτά δοχεία)	ΟΧΙ
	Α.Μ/ Φ.Μ**	Φ.Μ.**	Φ.Μ. (?)**		
Αρχαϊκή	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ (στύβη, ανοικτά δοχεία)	ΟΧΙ
	Α.Μ/ Φ.Μ	Α.Μ./Φ.Μ	Α.Μ./Φ.Μ		
Κλασική	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ (στύβη, ανοικτά δοχεία)	ΝΑΙ(;)
	Α.Μ/ Φ.Μ	Α.Μ./Φ.Μ	Α.Μ./Φ.Μ		Φ.Μ.
Ελληνιστική	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ (ανοικτά δοχεία και στύβη;)	ΟΧΙ(;)
	Α.Μ/ Φ.Μ	Α.Μ./Φ.Μ	Α.Μ./Φ.Μ		
Ρωμαϊκή	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ (ανοικτά δοχεία, πρώτοι γυάλινοι λύχνοι)	ΝΑΙ
	Α.Μ/ Φ.Μ	Α.Μ./Φ.Μ	Α.Μ./Φ.Μ		Φ.Μ.
Βυζαντινή	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ (ανοικτά δοχεία-κανδήλες, γυάλινοι λύχνοι, πολυκάνδηλα)	ΝΑΙ
	Α.Μ/ Φ.Μ	Α.Μ./Φ.Μ	Α.Μ./Φ.Μ		Α.Μ./Φ.Μ

Πίνακας 3.2-Τα φωτιστικά μέσα στον Ελλαδικό χώρο ανά χρονική περίοδο [3]

* Η πληροφορία προέρχεται από χημικές αναλύσεις

** Εξαρτάται από τη χρονολόγηση που επιλέγει κανείς για τα Ομηρικά έπη

4 Πειραματικό μέρος - Επεξεργασία μετρήσεων

4.1 Γενικά

Το πειραματικό μέρος της παρούσας διπλωματικής εργασίας περιλαμβάνει τη διαδικασία μέτρησης της φωτεινής έντασης διάφορων φωτιστικών μέσων στο Εργαστήριο Φωτοτεχνίας του Ε.Μ.Π. Αυτά τα μέσα τεχνητού φωτισμού και συγκεκριμένα οι λύχνοι, οι δάδες, τα κεριά και το φανάρι αποτελούν ακριβή αντίγραφα αυτών της αρχαιότητας και τέθηκαν στη διάθεση του Εργαστηρίου μέσω της διδάκτορος αρχαιολόγου κ. Δ.Μουλλού, προκειμένου να μετρηθεί η φωτεινή τους ένταση υπό διάφορες συνθήκες.

Οι μετρήσεις έγιναν με χρήση ενός ειδικού γωνιοφωτομέτρου που συνδεόταν με ένα όργανο μέτρησης της έντασης φωτισμού. Η περιστροφή των αξόνων ελεγχόταν από έναν ηλεκτρονικό ελεγκτή που βρισκόταν σε σύνδεση με έναν υπολογιστή, ο οποίος όριζε την περιστροφή. Μέσω του ίδιου ελεγκτή καταγράφονταν συνεχώς οι τιμές της έντασης φωτισμού στον υπολογιστή. Η πειραματική αυτή διαδικασία διεξήχθη υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Ε.Μ.Π. και υπεύθυνου του Εργαστηρίου Φωτοτεχνίας κ. Φ. Τοπαλή, Δρ. Μηχανολόγου Ηλεκτρολόγου Μηχανικού με τη συμμετοχή του κ. Ν. Μπισκετζή, Δρ Φυσικού, της κ. Δ. Μουλλού, Δρ Αρχαιολόγου και της Ο. Φιλίππου, τελειόφοιτης Ηλεκτρολόγου Μηχανικού και Μηχανικού Η/Υ.

Αφού ελήφθησαν οι μετρήσεις, επεξεργάστηκαν με τη βοήθεια του προγράμματος Microsoft Office Excel[®], ώστε από τις δοθέντες τιμές της έντασης φωτισμού να προκύψουν οι επιθυμητές τιμές της φωτεινής έντασης. Στην συνέχεια, οι τιμές της φωτεινής έντασης εισήχθησαν στο πρόγραμμα EULUMDAT[®], προκειμένου να δημιουργηθεί το διάγραμμα πολικής κατανομής της φωτεινής έντασης για κάθε ένα από τα μετρηθέντα φωτιστικά μέσα. Το αρχείο αυτό που δημιουργήθηκε ήταν ικανό να εισαχθεί στο πρόγραμμα Relux[®] σε κατάλληλη μορφή ώστε να χρησιμοποιηθεί για τις ανάγκες της προσομοίωσης και της μελέτης φωτισμού των εσωτερικών χώρων των δύο σπιτιών της Αρχαίας Ολύμπου.

4.2 Γωνιοφωτόμετρο

Το γωνιοφωτόμετρο αποτελεί ένα ειδικό όργανο με το οποίο μετράται η φωτεινή ένταση I μίας φωτεινής πηγής με βάση τον Φωτομετρικό Νόμο των Αποστάσεων, δηλαδή:

$$E = \frac{I}{d^2}$$

- όπου E η ένταση φωτισμού της φωτεινής πηγής
 I η φωτεινή ένταση της φωτεινής πηγής
 d η απόσταση μεταξύ της φωτεινής πηγής και του φωτοστοιχείου του γωνιοφωτομέτρου

Με την αξιοποίηση αυτού του νόμου, μετράται η ένταση φωτισμού E . Το φωτοστοιχείο του γωνιοφωτομέτρου τοποθετείται κάθετα προς τη φωτεινή ροή Φ της πηγής και σε απόσταση d από αυτή. [1]

4.3 Περιγραφή της πειραματικής διαδικασίας

Το γωνιοφωτόμετρο που χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική διαδικασία φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Η μέτρηση της κατανομής της φωτεινής έντασης διεξήχθη ως εξής: Το φωτιστικό μέσο τοποθετείται σε μία σταθερή βάση, η οποία όμως μπορεί να περιστρέφεται περί κατακόρυφου άξονα κατά 0° - 360° . Η γωνία περιστροφής της βάσης και επομένως του φωτιστικού μέσου επιλέγεται ανάλογα με τα επίπεδα στα οποία υπολογίζεται η φωτεινή ένταση. Ο αισθητήρας-φωτοστοιχείο στερεώνεται σ' ένα κινούμενο άξονα, ο οποίος κινεί τον αισθητήρα επί κυκλικής τροχιάς στο κατακόρυφο επίπεδο επί το φωτιστικό μέσο, σε σταθερή απόσταση από αυτό. Η περιστροφή των αξόνων ελέγχεται από ηλεκτρονικό ελεγκτή, ο οποίος συνδέεται σε υπολογιστή και καθορίζεται αυτόματα η περιστροφή. Η γωνία περιστροφής των αξόνων μετράται συνεχώς με ακρίβεια και καταγράφεται στον υπολογιστή.



Εικόνα 4.1- Γωνιοφωτόμετρο Εργαστηρίου Ε.Μ.Π.

Εκτός του γωνιοφωτομέτρου, χρησιμοποιήθηκε και ένα όργανο μέτρησης έντασης φωτισμού που διαθέτει αναλογική και ψηφιακή έξοδο βαθμονομημένη σε mV/lx για σύνδεση στον υπολογιστή. Το σήμα εξόδου οδηγείται στον ελεγκτή και μέσω αυτού καταγράφεται συνεχώς η ένταση φωτισμού στον υπολογιστή. [8]

Ο παράσιτος φωτισμός είναι σχεδόν μηδενικός και δεν λαμβάνεται υπόψη, καθώς οι μετρήσεις έγιναν στο χώρο του Εργαστηρίου Φωτοτεχνίας, του οποίου οι τοίχοι είναι σε χρώμα μαύρο (μηδενικός συντελεστής ανάκλασης).

4.4 Επεξεργασία των μετρήσεων

Η επεξεργασία των μετρήσεων έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος Microsoft Office Excel[®]. Έχοντας λάβει τις τιμές της έντασης φωτισμού για τις γωνίες γ του εκάστοτε επιπέδου μέτρησης (συνήθως ήταν το C₀-C₁₈₀, αλλά σε ορισμένα ελήφθησαν μετρήσεις και σε άλλα επίπεδα όπως C₉₀-C₂₇₀, C₆₀-C₂₄₀ κ.α. λόγω ασυμμετρίας των δοχείων) και με χρήση του τύπου $E = \frac{I}{d^2}$, υπολογίστηκαν οι τιμές της φωτεινής έντασης I για όλα τα μέσα τεχνητού φωτισμού.

Στη συνέχεια, οι τιμές αυτές της φωτεινής έντασης εισήχθησαν στο πρόγραμμα EULUMDAT[®]. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα αποτελεί ένα αρχείο με διάφορες παραμέτρους όπως τα επίπεδα μέτρησης, η φωτεινή ροή της πηγής φωτός, οι μετρήσεις της φωτεινής έντασης στο κάθε επίπεδο κ.α. από το οποίο προκύπτει το διάγραμμα πολικής κατανομής της φωτεινής έντασης του φωτιστικού μέσου. Το πολικό αυτό διάγραμμα αναπαριστά την κατανομή της φωτεινής έντασης στα επίπεδα C₀-C₁₈₀ και C₉₀-C₂₇₀.

Τέλος, το αρχείο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως είσοδος για την εισαγωγή ενός ανεξάρτητου φωτιστικού μέσου στο πρόγραμμα προσομοίωσης φωτισμού Relux[®] και έτσι, να επιτευχθεί η προσομοίωση του φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους των σπιτιών της αρχαίας Ολύμπου.

4.5 Αποτελέσματα μετρήσεων για κάθε φωτιστικό μέσο

Για κάθε ένα φωτιστικό μέσο, παρατίθενται παρακάτω οι τιμές της φωτεινής έντασης στα διάφορα επίπεδα C, όπως αυτές μετρήθηκαν, καθώς και τα διαγράμματα πολικής κατανομής της φωτεινής έντασης στα επίπεδα C₀-C₁₈₀ και C₉₀-C₂₇₀ που κατασκευάστηκαν στο λογισμικό EULUMDAT[®].

4.5.1 Τα υπό μέτρηση φωτιστικά μέσα

Τα φωτιστικά μέσα, των οποίων μετρήθηκε η ένταση φωτισμού και κατά συνέπεια η φωτεινή ένταση, χωρίζονται στις εξής κατηγορίες και υποκατηγορίες :

1. Λύχνои
 - α) επίπλευσης
 - β) αναρρόφησης
2. Κεριά
3. Δάδες
4. Φανάρι

4.5.2 Λύχνοι

Ο κάθε λύχνος, είτε επίπλευσης είτε αναρρόφησης, αποτελείται από το δοχείο, το φυτίλι και το καύσιμο υλικό.

4.5.2.1 Λύχνοι επίπλευσης

Για τους λύχνους επίπλευσης, τα δοχεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

- α) κεραμικά δοχεία τύπου μπολ-αλατοδοχείου σε διάφορα είδη και μεγέθη (μικρά, μεγάλα, με ευθεία τοιχώματα, με έντονα έξω νεύον χείλος),
- β) κώθων , ένα σκεύος με έντονα εσωστρεφές χείλος,
- γ) πήλινη κανδήλα,
- δ) γυάλινος λύχνος

Τα κεραμικά δοχεία και ο κώθων κατασκευάστηκαν από το εργαστήριο κεραμικής του Γιάννη Χατζηνικολάκη στο Βιοτεχνικό Πάρκο Ανώπολης Ηρακλείου, ως απομίμηση αρχαίων σκευών. Η πήλινη κανδήλα αποτελεί ακριβές αντίγραφο, τοποθετείται χρονικά στα πρώιμα βυζαντινά χρόνια και έχει αγοραστεί από το Βυζαντινό Μουσείο Θεσσαλονίκης. Τέλος, ως γυάλινος λύχνος χρησιμοποιήθηκε ένα ποτήρι κρασιού της σύγχρονης εποχής. [3]

Τα φυτίλια που χρησιμοποιήθηκαν στους λύχνους επίπλευσης, καθώς και το καύσιμο υλικό ήταν:

- α) φυτίλι κατασκευασμένο από λουμί (άνθος του φυτού βαλλωτή η οξυβαφώδης *ballota acetabulosa*) σε διάφορα μεγέθη και ελαιόλαδο
- β) φυτίλι κατασκευασμένο από λινάρι και λίπος

Τα πειράματα που εκτελέστηκαν με τους λύχνους επίπλευσης χωρίζονται σε 2 κατηγορίες ανάλογα με το είδος του φυτιλιού και το είδος της καύσιμης ύλης. Η διάκριση έχει ως εξής :

- α) Πειράματα με λουμί και ελαιόλαδο
- β) Πειράματα με φυτίλι από λινάρι και λίπος

4.5.2.1.1 Πειράματα με λουμί και ελαιόλαδο

4.5.2.1.1.1 Κεραμικό μπολ τύπου αλατοδοχείου

Αφού έγινε η πλήρωση του κεραμικού δοχείου με νερό και λάδι, τοποθετήθηκε στο κέντρο μία καντηλήθρα (φελλός επικαλυμμένος με μέταλλο, το οποίο είχε βαφτεί μάρμο) ως πλωτήρας για το λουμί. Έγινε η παραδοχή ότι η καντηλήθρα βρισκόταν

πάντα στο κέντρο του μπωλ κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Η απόσταση της φλόγας από την κεφαλή του γωνιοφωτομέτρου ήταν 0,285m και ελήφθησαν μετρήσεις για ένα μόνο επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς το δοχείο θεωρείται συμμετρικό.



Εικόνα 4.2-Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου



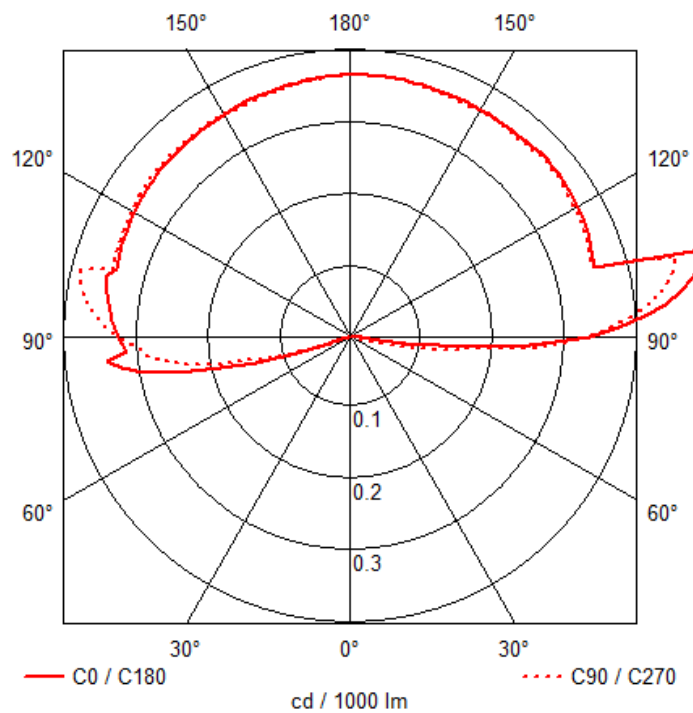
Εικόνα 4.3-Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-60	0,013	0,001	0,001
-65	0,013	0,001	0,001
-70	0,500	0,041	0,041
-75	2,000	0,162	0,162
-80	3,600	0,292	0,292
-90	4,000	0,325	0,325
-120	4,300	0,349	0,349
-150	4,400	0,357	0,357
180	4,500	0,366	0,366
150	4,500	0,366	0,366
120	4,500	0,366	0,366
90	4,100	0,333	0,333
80	0,500	0,041	0,041
75	0,010	0,001	0,001
70	0,009	0,001	0,001
65	0,006	0,000	0,000
60	0,006	0,000	0,000

Πίνακας 4.1-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

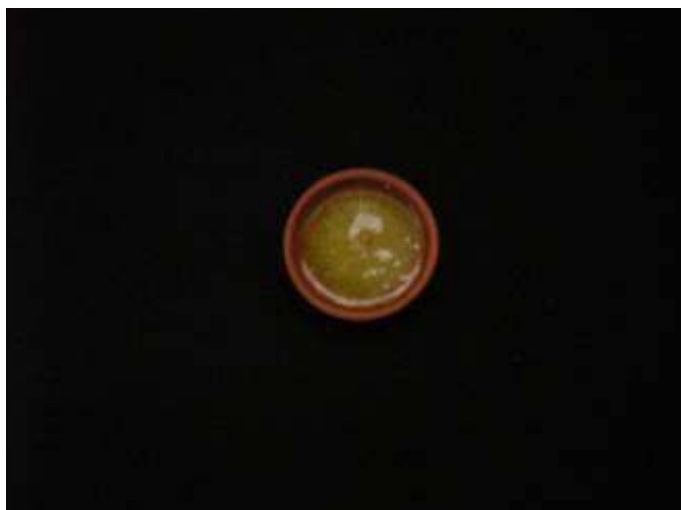
Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.4- Πολικό διάγραμμα κεραμικού μπωλ τύπου αλατοδοχείου

4.5.2.1.1.2 Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου και αλάτι

Το λουμίνι τοποθετήθηκε μέσα στο κεραμικό μπωλ, το οποίο είχε προηγουμένως πληρωθεί με λάδι και αλάτι. Η διαδικασία αυτή περιγράφεται αναλυτικά από τον Ηρόδοτο (*Ιστορία*, 2.62.1-10) για την εορτή *Λυχνοκαΐη* της Αιγύπτου. [3] Έγινε η παραδοχή ότι το λουμίνι βρισκόταν πάντα στο κέντρο του αλατοδοχείου κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Η απόσταση της φλόγας από την κεφαλή του γωνιοφωτομέτρου ήταν 0,285m και ελήφθησαν μετρήσεις για ένα μόνο επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς το δοχείο θεωρείται συμμετρικό.



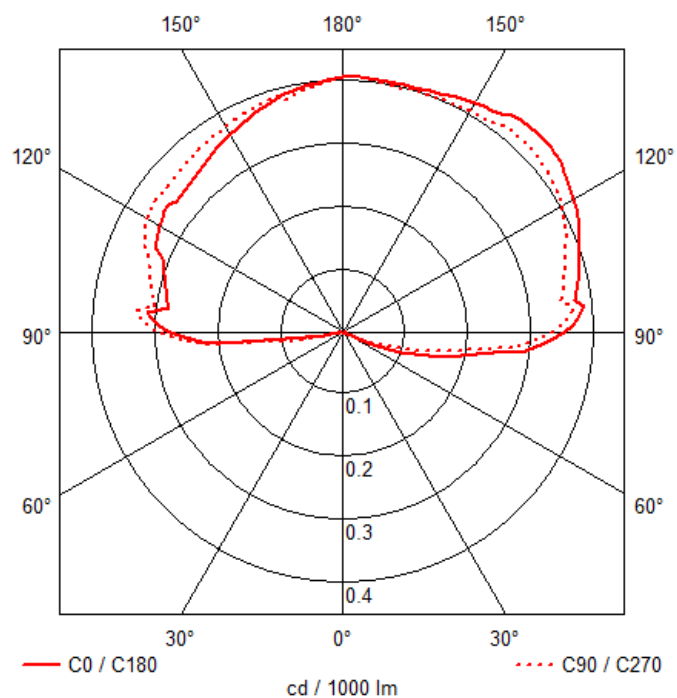
Εικόνα 4.5-Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου και αλάτι

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-60	0,007	0,001	0,001
-75	0,005	0,000	0,000
-90	3,400	0,276	0,276
-105	3,610	0,293	0,293
-120	4,170	0,339	0,339
-135	4,210	0,342	0,342
-150	4,470	0,363	0,363
-165	4,780	0,388	0,388
180	5,010	0,407	0,407
165	4,990	0,405	0,405
150	5,170	0,420	0,420
135	5,460	0,443	0,443
120	5,230	0,425	0,425
105	4,800	0,390	0,390
90	4,340	0,353	0,353
75	1,912	0,155	0,155
60	0,010	0,001	0,001

Πίνακας 4.2-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.6-Πολικό διάγραμμα κεραμικού μπωλ τύπου αλατοδοχείου και αλάτι

4.5.2.1.1.3 Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου με έντονα έξω νεύον χείλος

Ομοίως με το δοχείο της παραγράφου 4.5.2.1.1.1, αφού έγινε η πλήρωση του κεραμικού δοχείου με νερό και λάδι, τοποθετήθηκε στο κέντρο μία καντηλήθρα (φελλός επικαλυμμένος με μέταλλο, το οποίο είχε βαφτεί μαύρο) ως πλωτήρας για το λουμίνι. Έγινε η παραδοχή ότι η καντηλήθρα βρισκόταν πάντα στο κέντρο του μπωλ κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Η απόσταση της φλόγας από την κεφαλή του γωνιοφωτομέτρου ήταν 0,285m και ελήφθησαν μετρήσεις για ένα μόνο επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς το δοχείο θεωρείται συμμετρικό.



Εικόνα 4.7-Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου με έντονα έξω νεύον χείλος

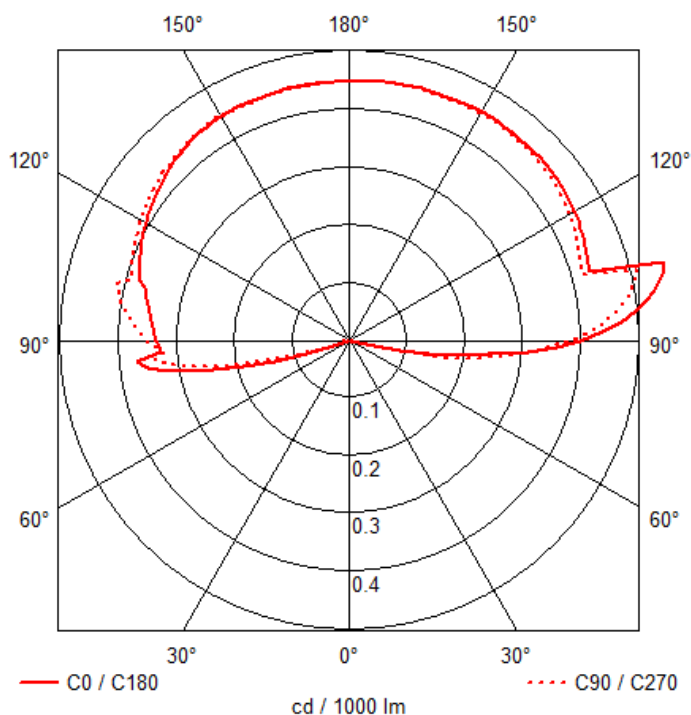
Παρατηρήθηκε ότι τα αποτελέσματα είναι μεγαλύτερα αριθμητικά σε σύγκριση με τους άλλους λύχνους επίπλευσης καθώς η διαδικασία της καύσης του λουμινιού είχε προχωρήσει.

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-60	0,012	0,001	0,001
-65	0,012	0,001	0,001
-70	0,500	0,041	0,041
-75	2,000	0,162	0,162
-80	3,900	0,317	0,317
-90	4,100	0,333	0,333
-120	5,000	0,406	0,406
-150	5,500	0,447	0,447
180	5,500	0,447	0,447
150	5,600	0,455	0,455
120	5,500	0,447	0,447
90	4,900	0,398	0,398
80	1,700	0,138	0,138
75	0,190	0,015	0,015
70	0,007	0,001	0,001
65	0,007	0,001	0,001
60	0,007	0,001	0,001

Πίνακας 4.3- Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.8- Πολικό διάγραμμα κεραμικού μπωλ τύπου αλατοδοχείου με έντονα έξω νεύον χείλος

4.5.2.1.1.4 Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου μεγαλύτερου μεγέθους

Η διαδικασία πλήρωσης του κεραμικού δοχείου με νερό και λάδι και οι παραδοχές που ελήφθησαν είναι ακριβώς ίδιες με αυτές των προηγούμενων δοχείων. Η απόσταση της φλόγας από την κεφαλή του γωνιοφωτομέτρου ήταν 0,285m και ελήφθησαν μετρήσεις για ένα μόνο επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς το δοχείο θεωρείται συμμετρικό.



Εικόνα 4.9-Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου μεγαλύτερου μεγέθους



Εικόνα 4.10-Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου μεγαλύτερου μεγέθους

Και εδώ παρατηρήθηκε ότι τα αποτελέσματα είναι μεγαλύτερα αριθμητικά σε σύγκριση με τους άλλους λύχνους επίπλευσης καθώς η διαδικασία της καύσης του λουμινιού είχε προχωρήσει.

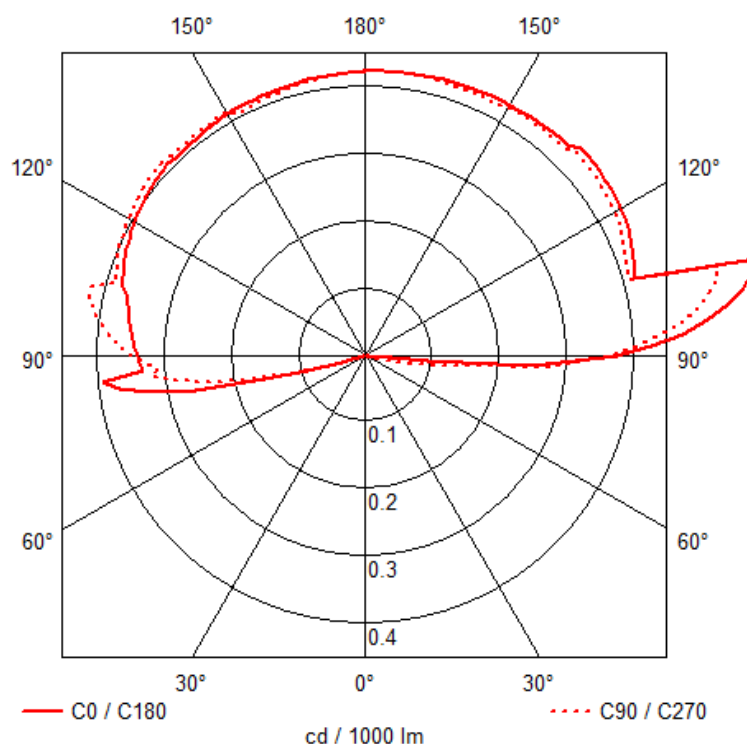
Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-60	0,010	0,001	0,001
-65	0,012	0,001	0,001
-70	0,050	0,004	0,004
-75	1,500	0,122	0,122
-80	4,000	0,325	0,325

-90	4,200	0,341	0,341
-120	4,900	0,398	0,398
-150	5,100	0,414	0,414
180	5,200	0,422	0,422
150	5,300	0,430	0,430
120	5,400	0,439	0,439
90	4,600	0,374	0,374
80	0,040	0,003	0,003
75	0,006	0,000	0,000
70	0,006	0,000	0,000
65	0,006	0,000	0,000
60	0,005	0,000	0,000

Πίνακας 4.4-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.11-Πολικό διάγραμμα κεραμικού μπωλ τύπου αλατοδοχείου μεγαλύτερου μεγέθους

4.5.2.1.1.5 Κώθων

Ομοίως με τα προηγούμενα δοχεία, έγινε η πλήρωση του κώθωνα με νερό και λάδι και ισχύουν οι ίδιες παραδοχές. Το δοχείο που χρησιμοποιήθηκε βρίσκεται στην παρακάτω εικόνα. Η απόσταση της φλόγας από την κεφαλή του γωνιοφωτομέτρου ήταν 0,285m και ελήφθησαν μετρήσεις για ένα μόνο επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς το δοχείο θεωρείται συμμετρικό.



Εικόνα 4.12-Κώθων



Εικόνα 4.13-Κώθων

Τα πειράματα με τον κώθωνα διακρίθηκαν στις εξής περιπτώσεις ανάλογα με την ποσότητα του λαδιού στο εσωτερικό του δοχείου:

- Λάδι ως το κατώτερο σημείο της εσωτερικής απόληξης του χείλους του κώθωνα

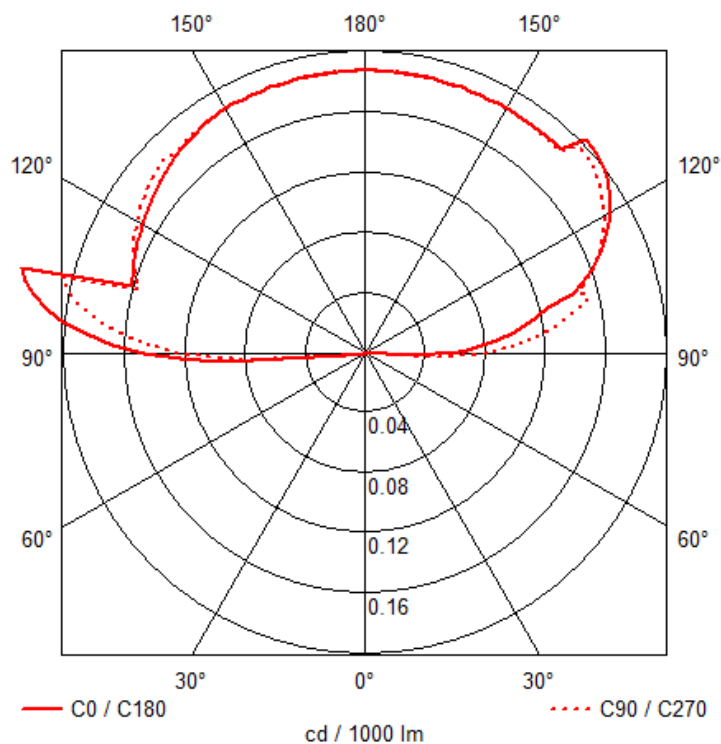
Τα αποτελέσματα είναι μεγαλύτερα αριθμητικά σε σύγκριση με τους άλλους λύχνους επίπλευσης καθώς ομοίως με τα προηγούμενα πειράματα η διαδικασία της καύσης του λουμινιού είχε προχωρήσει πολύ.

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-60	0,003	0,000	0,000
-65	0,003	0,000	0,000
-70	0,006	0,000	0,000
-75	0,005	0,000	0,000
-80	0,005	0,000	0,000
-90	1,800	0,146	0,146
-120	2,100	0,171	0,171
-150	2,300	0,187	0,187
180	2,300	0,187	0,187
150	2,300	0,187	0,187
120	2,300	0,187	0,187
90	0,700	0,057	0,057
80	0,008	0,001	0,001
75	0,008	0,001	0,001
70	0,007	0,001	0,001
65	0,010	0,001	0,001
60	0,010	0,001	0,001

Πίνακας 4.5-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το παρακάτω:



Εικόνα 4.14-Πολικό διάγραμμα κώθωνα, περίπτωση 1

- Λάδι ως το ανώτερο σημείο του χείλους του κώθωνα

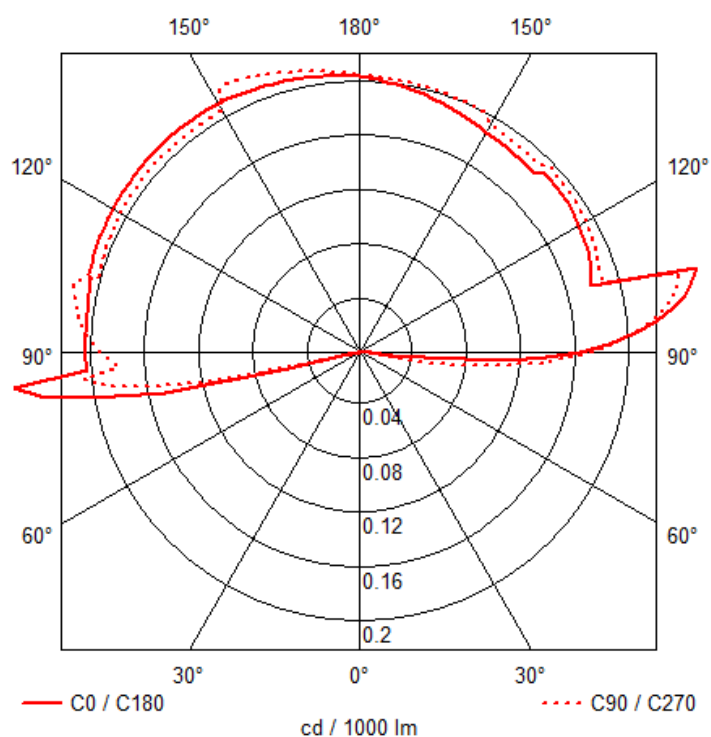
Παρά το γεγονός ότι το λάδι βρίσκεται στο ανώτερο σημείο του χείλους, παρατηρήθηκε ότι, τα αποτελέσματα είναι μικρότερα αριθμητικά σε σύγκριση με τους άλλους λύχνους επίπλευσης καθώς έχει εισαχθεί νέο λουμίνι στο δοχείο.

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-60	0,005	0,000	0,000
-65	0,006	0,000	0,000
-70	0,009	0,001	0,001
-75	0,400	0,032	0,032
-80	2,500	0,203	0,203
-90	2,500	0,203	0,203
-120	2,600	0,211	0,211
-150	2,600	0,211	0,211
180	2,500	0,203	0,203
150	2,300	0,187	0,187
120	2,300	0,187	0,187
90	2,000	0,162	0,162
80	0,100	0,008	0,008
75	0,006	0,000	0,000
70	0,005	0,000	0,000
65	0,003	0,000	0,000
60	0,003	0,000	0,000

Πίνακας 4.6-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το παρακάτω:



Εικόνα 4.15-Πολικό διάγραμμα κώθωνα, περίπτωση 2

4.5.2.1.1.6 Πήλινη κανδήλα

Ομοίως με τους προηγούμενους λύχνους επίπλευσης, ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία πλήρωσης της κανδήλας με νερό και λάδι και η καντηλήθρα θεωρήθηκε ότι βρισκόταν πάντα στο κέντρο του δοχείου καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων. Η απόσταση της φλόγας από την κεφαλή του γωνιοφωτομέτρου ήταν 0,285m και ελήφθησαν μετρήσεις για δύο επίπεδα C₀-C₁₈₀ και C₉₀-C₂₇₀.



Εικόνα 4.16-Πήλινη κανδήλα

Τα πειράματα με την πήλινη κανδήλα διακρίθηκαν στις εξής περιπτώσεις ανάλογα με την ποσότητα του λαδιού στο εσωτερικό του δοχείου:

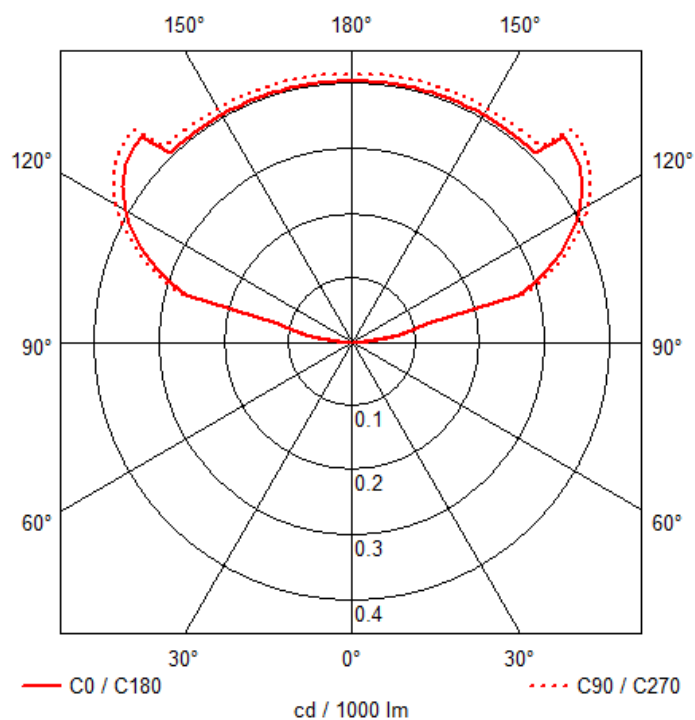
- Με χαμηλή στάθμη λαδιού

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	Επίπεδο C ₀ -C ₁₈₀		Επίπεδο C ₉₀ -C ₂₇₀	
	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)
-90	0,005	0,000	0,030	0,002
-120	5,100	0,414	5,200	0,422
-150	5,150	0,418	5,050	0,410
180	4,970	0,404	5,100	0,414
150	5,000	0,406	5,150	0,418
120	5,000	0,406	5,200	0,422
90	0,060	0,005	0,025	0,002

Πίνακας 4.7-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.17-Πολικό διάγραμμα πλήρους κανδήλας, περίπτωση 1

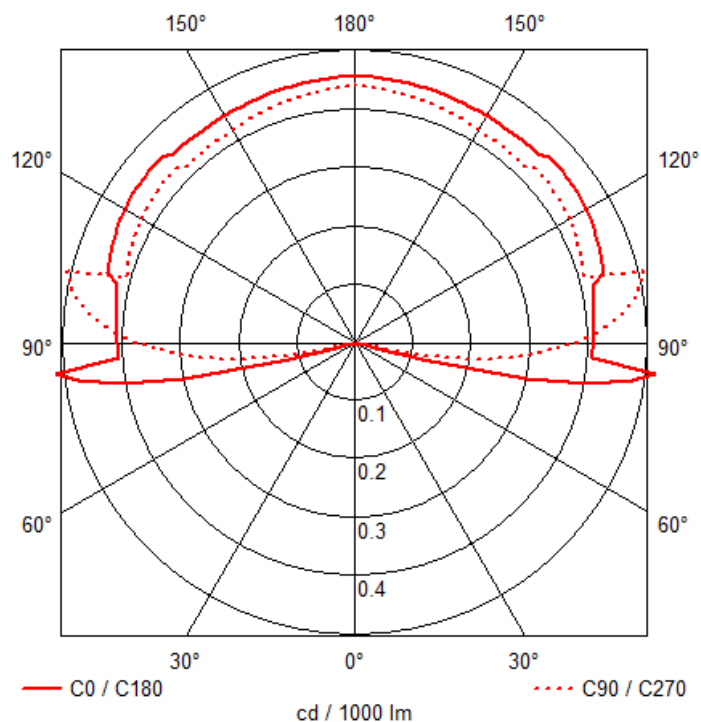
- Με υψηλή στάθμη λαδιού

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	Επίπεδο C0-C180		Επίπεδο C90-C270	
	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)
-60	0,009	0,001	0,007	0,001
-65	0,010	0,001	0,010	0,001
-70	0,010	0,001	0,010	0,001
-75	0,900	0,073	0,015	0,001
-80	5,000	0,406	5,000	0,406
-90	5,600	0,455	5,500	0,447
-120	6,200	0,504	5,900	0,479
-150	6,000	0,487	5,500	0,447
180	5,600	0,455	5,400	0,439
150	5,500	0,447	5,170	0,420
120	5,600	0,455	5,200	0,422
90	5,000	0,406	4,600	0,374
80	5,000	0,406	2,000	0,162
75	0,900	0,073	0,015	0,001
70	0,010	0,001	0,010	0,001
65	0,010	0,001	0,010	0,001
60	0,010	0,001	0,009	0,001

Πίνακας 4.8-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.18-Πολικό διάγραμμα πήλινης κανδήλας, περίπτωση 2

4.5.2.1.1.7 Γυάλινος λύχνος

Αφού έγινε η πλήρωση του γυάλινου λύχνου με λάδι και νερό όπως και στους άλλους λύχνους επίπλευσης και τοποθετήθηκε η καντηλήθρα ως πλωτήρας για το λουμίνι, έγινε η παραδοχή ότι η καντηλήθρα βρισκόταν πάντα στο κέντρο του δοχείου καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων. Η απόσταση της φλόγας από την κεφαλή του γωνιοφωτομέτρου ήταν 0,285m και ελήφθησαν μετρήσεις για ένα μόνο επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς το δοχείο θεωρείται συμμετρικό.



Εικόνα 4.19-Γυάλινος λύχνος



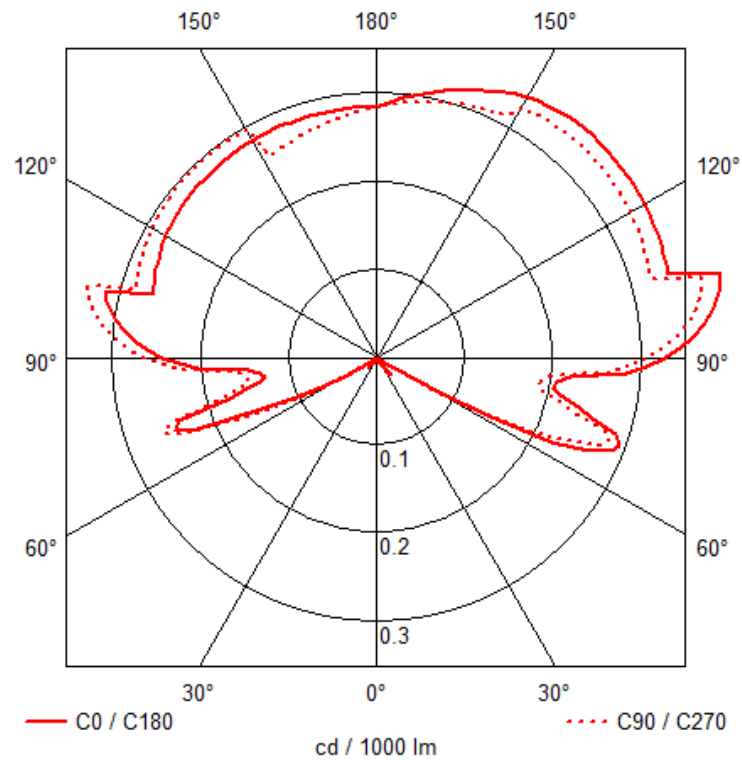
Εικόνα 4.20-Γυάλινος λύχνος

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-60	0,5	0,041	0,0
-65	1,5	0,122	0,1
-70	3,0	0,244	0,2
-75	2,0	0,162	0,2
-80	1,6	0,130	0,1
-90	3,0	0,244	0,2
-120	3,4	0,276	0,3
-150	3,5	0,284	0,3
180	3,5	0,284	0,3
150	4,2	0,341	0,3
120	4,3	0,349	0,3
90	4,0	0,325	0,3
80	2,5	0,203	0,2
75	3,0	0,244	0,2
70	3,6	0,292	0,3
65	3,0	0,244	0,2
60	1,0	0,081	0,1

Πίνακας 4.9-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το παρακάτω:



Εικόνα 4.21-Πολικό διάγραμμα γυάλινου λύχνου

4.5.2.1.2 Πειράματα με φυτίλι από λινάρι και λίπος

4.5.2.1.2.1 Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου με ευθεία τοιχώματα

Αφού έγινε η πλήρωση του κεραμικού δοχείου με αρνίσιο λίπος, τοποθετήθηκε στο κέντρο του φυτίλι στριφτό από ίνες λιναριού πάχους 5 mm και με ελεύθερο μήκος, δηλαδή εκτός του λίπους, 1 cm. Η απόσταση της φλόγας από την κεφαλή του γωνιοφωτομέτρου ήταν 0,285m και λήφθηκαν μετρήσεις για ένα μόνο επίπεδο C₀-C₁₈₀ λόγω συμμετρίας του δοχείου.



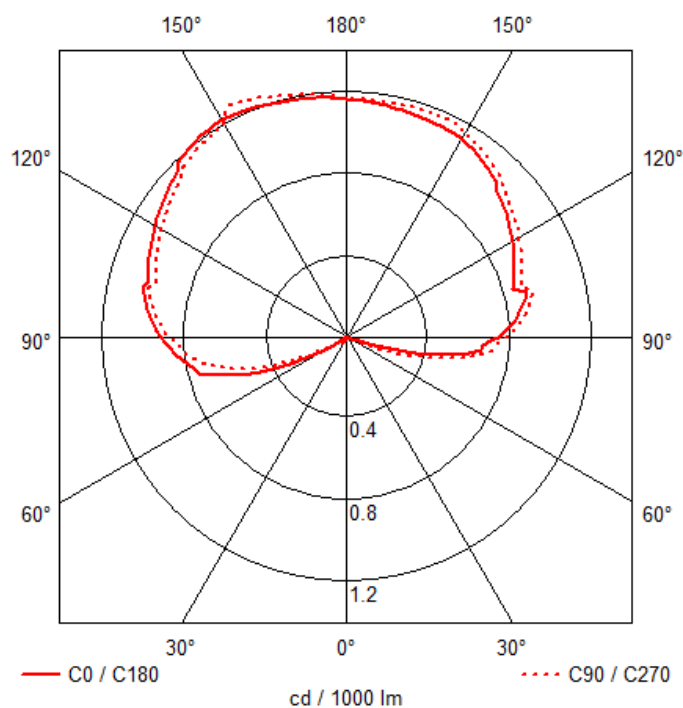
Εικόνα 4.22-Κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου με ευθεία τοιχώματα

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-60	1,800	0,146	0,146
-65	4,050	0,329	0,329
-70	6,750	0,548	0,548
-75	8,950	0,727	0,727
-80	9,800	0,796	0,796
-90	11,250	0,914	0,914
-120	13,400	1,088	1,088
-150	15,125	1,229	1,229
180	14,300	1,162	1,162
150	13,800	1,121	1,121
120	11,550	0,938	0,938
90	9,100	0,739	0,739
80	6,600	0,536	0,536
75	3,700	0,301	0,301
70	1,450	0,118	0,118
65	0,190	0,015	0,015
60	0,022	0,002	0,002

Πίνακας 4.10-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.23-Πολικό διάγραμμα κεραμικού μπωλ τύπου αλατοδοχείου με ευθεία τοιχώματα

4.5.2.2 Λύχνι αναρρόφησης

Το δοχείο του λύχνου αναρρόφησης που χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική διαδικασία αποτελεί ακριβές αντίγραφο μονόμυξου (μ'ένα φυτίλι) λύχνου, τοποθετείται χρονικά στα πρώιμα βυζαντινά χρόνια και έχει αγοραστεί από το Βυζαντινό Μουσείο Θεσσαλονίκης. [3]

Τα φυτίλια ήταν κατασκευασμένα από ίνες λιναριού, ίνες κάνναβης και κλωστικές ίνες βαμβακιού, είτε σε πλεκτή μορφή, είτε σε στριφτή, σε διάφορα πάχη και μήκη εκτός της υποδοχής. Το καύσιμο υλικό ήταν ελαιόλαδο.

4.5.2.2.1 Λύχνος με ελαιόλαδο

Αφού έγινε η πλήρωση του λύχνου με ελαιόλαδο, τοποθετήθηκαν στην υποδοχή του διαφορετικά φυτίλια σε ποικίλα πάχη και μήκη. Στη συνέχεια, ελήφθησαν οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού σε απόσταση 0,285 m από την κεφαλή του γωνιοφωτομέτρου.



Εικόνα 4.24-Λύχνος με ελαιόλαδο



Εικόνα 4.25--Λύχνος με ελαιόλαδο

4.5.2.2.1.1 Λύχνος με φυτίλι από λινάρι

Τα πειράματα με τον λύχνο με φυτίλι από λινάρι διακρίθηκαν στις εξής περιπτώσεις ανάλογα με το μέγεθος του φυτιλιού:

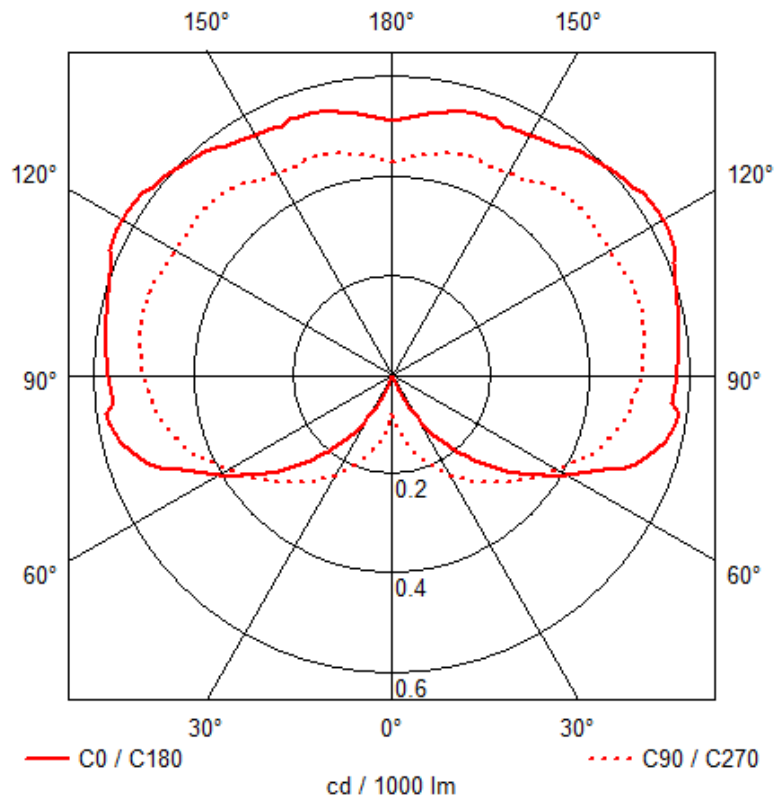
- Με λινάρι πάχους 0,5 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν σε τρία επίπεδα C₀-C₁₈₀, C₄₅-C₂₂₅, C₉₀-C₂₇₀ καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	Επίπεδο C ₀ -C ₁₈₀		Επίπεδο C ₄₅ -C ₂₂₅		Επίπεδο C ₉₀ -C ₂₇₀	
	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)
-60	4,32	0,35	3,23	0,26	5,93	0,48
-75	4,32	0,35	4,59	0,37	4,00	0,32
-90	5,35	0,43	4,72	0,38	4,44	0,36
-105	6,00	0,49	4,87	0,40	4,76	0,39
-120	6,19	0,50	4,84	0,39	5,00	0,41
-135	6,10	0,50	5,34	0,43	5,14	0,42
-150	6,34	0,51	5,31	0,43	5,31	0,43
-165	6,33	0,51	5,31	0,43	5,28	0,43
180	6,29	0,51	5,70	0,46	5,29	0,43
165	6,74	0,55	5,90	0,48	5,69	0,46
150	6,86	0,56	6,27	0,51	5,77	0,47
135	7,38	0,60	6,54	0,53	6,19	0,50
120	7,73	0,63	6,69	0,54	6,23	0,51
105	7,31	0,59	6,65	0,54	6,38	0,52
90	7,03	0,57	6,29	0,51	6,15	0,50
75	6,87	0,56	6,14	0,50	5,67	0,46
60	4,98	0,40	5,93	0,48	4,73	0,38

Πίνακας 4.11-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.26-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 1

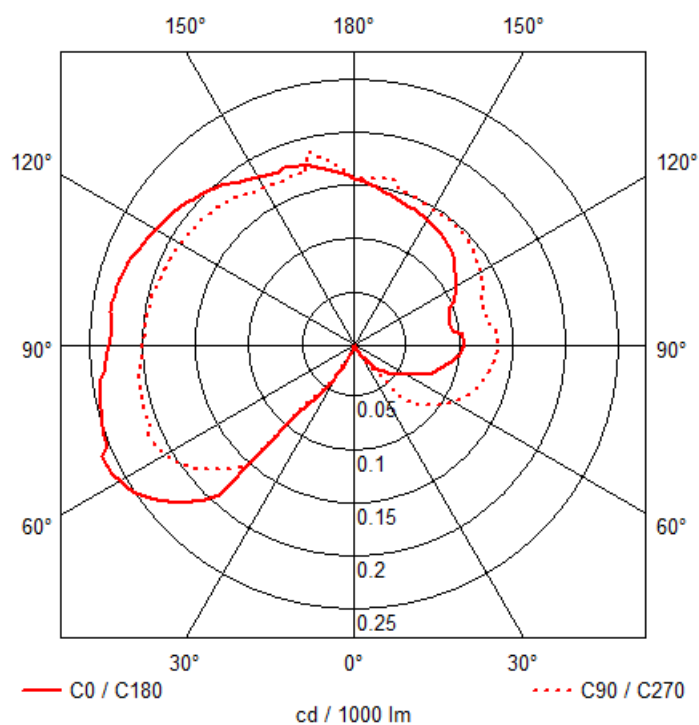
- Με λινάρι πάχους 1 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν σε ένα επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-60	3,150	0,256	0,256
-75	3,040	0,247	0,247
-90	2,850	0,231	0,231
-105	2,830	0,230	0,230
-120	2,670	0,217	0,217
-135	2,480	0,201	0,201
-150	2,240	0,182	0,182
-165	2,150	0,175	0,175
180	1,923	0,156	0,156
165	1,775	0,144	0,144
150	1,682	0,137	0,137
135	1,573	0,128	0,128
120	1,362	0,111	0,111
105	1,144	0,093	0,093
90	1,269	0,103	0,103
75	1,055	0,086	0,086
60	0,721	0,059	0,059

Πίνακας 4.12-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.27-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 2

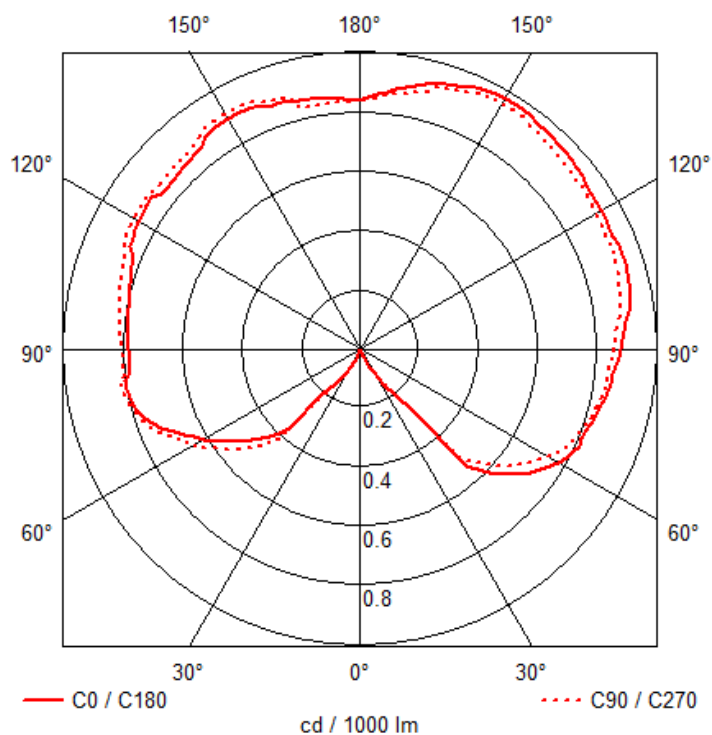
- Με λινάρι πλεχτό πάχους 1 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν σε ένα επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-60	7,55	0,61	0,61
-75	9,64	0,78	0,78
-90	9,61	0,78	0,78
-105	9,90	0,80	0,80
-120	10,64	0,86	0,86
-135	10,51	0,85	0,85
-150	11,04	0,90	0,90
-165	10,66	0,87	0,87
180	10,28	0,83	0,83
165	11,39	0,93	0,93
150	12,01	0,98	0,98
135	11,81	0,96	0,96
120	11,51	0,93	0,93
105	11,50	0,93	0,93
90	10,79	0,88	0,88
75	10,19	0,83	0,83
60	9,47	0,77	0,77

Πίνακας 4.13-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το παρακάτω:



Εικόνα 4.28-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 3

4.5.2.2.1.2 Λύχνος με φυτίλι από βαμβάκι

Τα πειράματα με τον λύχνο με φυτίλι από βαμβάκι διακρίθηκαν στις εξής περιπτώσεις ανάλογα με το μέγεθος του φυτιλιού:

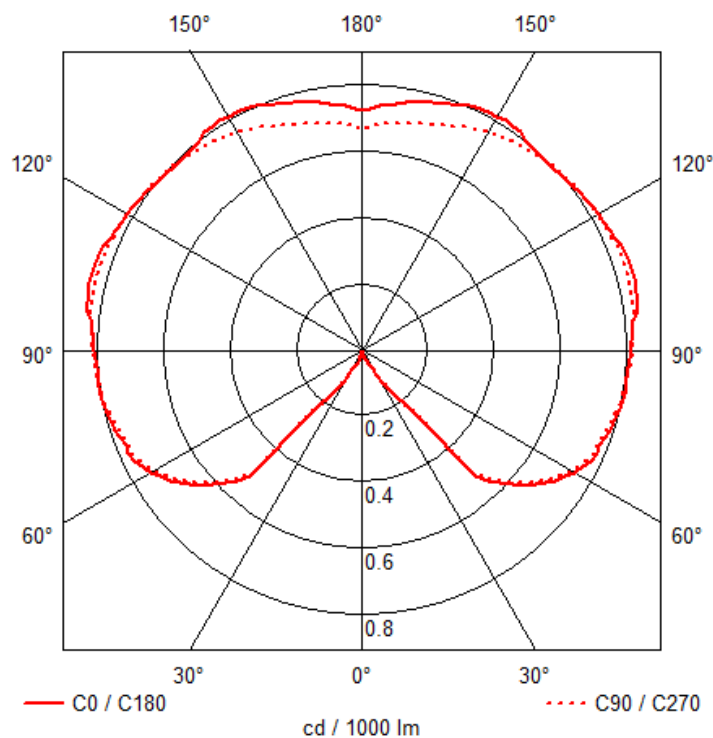
- Με βαμβάκι πάχους 0,5 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν σε τρία επίπεδα C₀-C₁₈₀, C₄₅-C₂₂₅, C₉₀-C₂₇₀ καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	Επίπεδο C ₀ -C ₁₈₀		Επίπεδο C ₄₅ -C ₂₂₅		Επίπεδο C ₉₀ -C ₂₇₀	
	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)
-60	8,08	0,66	9,08	0,74	8,92	0,72
-75	7,97	0,65	7,35	0,60	7,00	0,57
-90	8,47	0,69	7,84	0,64	6,75	0,55
-105	8,93	0,73	8,15	0,66	7,30	0,59
-120	9,05	0,74	7,97	0,65	7,38	0,60
-135	9,26	0,75	8,11	0,66	7,62	0,62
-150	8,68	0,71	8,13	0,66	7,99	0,65
-165	8,74	0,71	8,46	0,69	7,97	0,65
180	8,90	0,72	8,23	0,67	8,25	0,67
165	9,51	0,77	9,39	0,76	8,69	0,71
150	10,02	0,81	10,07	0,82	9,34	0,76
135	9,80	0,80	10,64	0,86	9,80	0,80
120	10,11	0,82	11,02	0,90	10,08	0,82
105	10,44	0,85	10,70	0,87	10,23	0,83
90	9,94	0,81	10,29	0,84	10,00	0,81
75	9,73	0,79	9,84	0,80	9,65	0,78
60	9,08	0,74	8,92	0,72	8,97	0,73

Πίνακας 4.14-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το παρακάτω:



Εικόνα 4.29-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 4

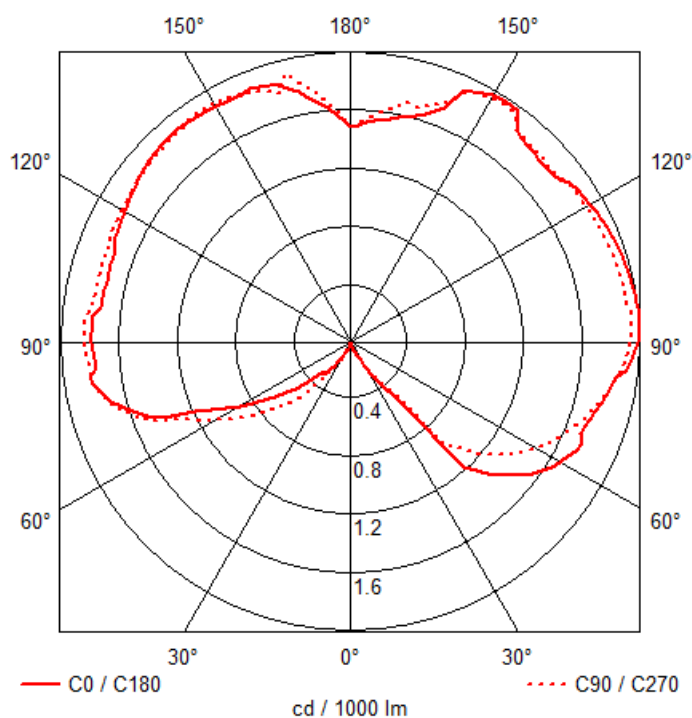
- Με βαμβάκι πάχους 1 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν σε ένα επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-60	11,00	0,89	0,89
-75	20,70	1,68	1,68
-90	22,00	1,79	1,79
-105	21,40	1,74	1,74
-120	22,20	1,80	1,80
-135	23,20	1,88	1,88
-150	23,10	1,88	1,88
-165	22,50	1,83	1,83
180	18,26	1,48	1,48
165	19,75	1,60	1,60
150	24,20	1,97	1,97
135	22,30	1,81	1,81
120	23,40	1,90	1,90
105	24,30	1,97	1,97
90	24,30	1,97	1,97
75	21,70	1,76	1,76
60	20,50	1,67	1,67

Πίνακας 4.15-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.30-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 5

- Με βαμβάκι πλεκτό πάχους 1 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm

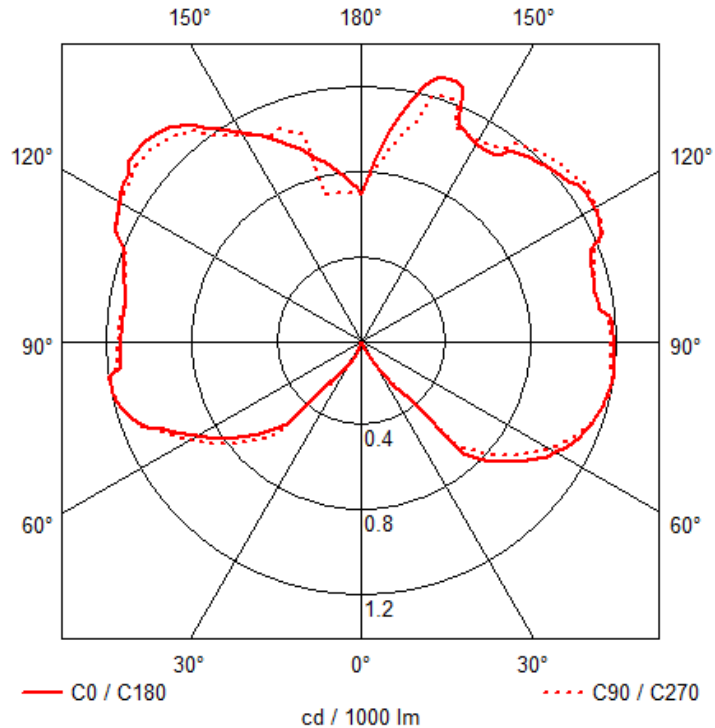
Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν σε ένα επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-60	11,08	0,90	0,90
-75	14,51	1,18	1,18
-90	13,91	1,13	1,13
-105	14,18	1,15	1,15
-120	16,22	1,32	1,32
-135	16,94	1,38	1,38
-150	14,02	1,14	1,14
-165	11,15	0,91	0,91
180	8,55	0,69	0,69
165	15,76	1,28	1,28
150	13,25	1,08	1,08
135	14,61	1,19	1,19
120	15,51	1,26	1,26
105	13,84	1,12	1,12
90	14,59	1,19	1,19
75	14,43	1,17	1,17
60	12,94	1,05	1,05

Πίνακας 4.16-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Από τις παραπάνω μετρήσεις, η τιμή 8,55 εκτιμάται ως λανθασμένη καθώς απέχει πάρα πολύ από τις υπόλοιπες τιμές.

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το παρακάτω:



Πίνακας 4.17-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 6

4.5.2.2.1.3 Λύχνος με φυτίλι από κάνναβη

Τα πειράματα με τον λύχνο με φυτίλι από κάνναβη διακρίθηκαν στις εξής περιπτώσεις ανάλογα με το μέγεθος του φυτιλιού:

- Με κάνναβη πάχους 0,5 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm

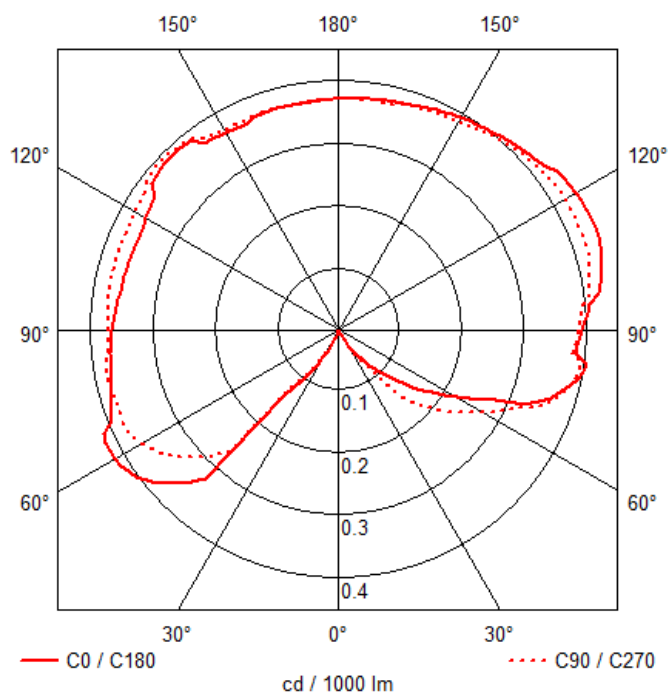
Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν σε ένα επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-60	5,13	0,42	0,42
-75	4,67	0,38	0,38
-90	4,49	0,36	0,36
-105	4,38	0,36	0,36
-120	4,42	0,36	0,36
-135	4,79	0,39	0,39
-150	4,49	0,36	0,36
-165	4,55	0,37	0,37

180	4,56	0,37	0,37
165	4,64	0,38	0,38
150	4,84	0,39	0,39
135	5,08	0,41	0,41
120	5,42	0,44	0,44
105	5,39	0,44	0,44
90	4,82	0,39	0,39
75	4,65	0,38	0,38
60	2,69	0,22	0,22

Πίνακας 4.18-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.31-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 7

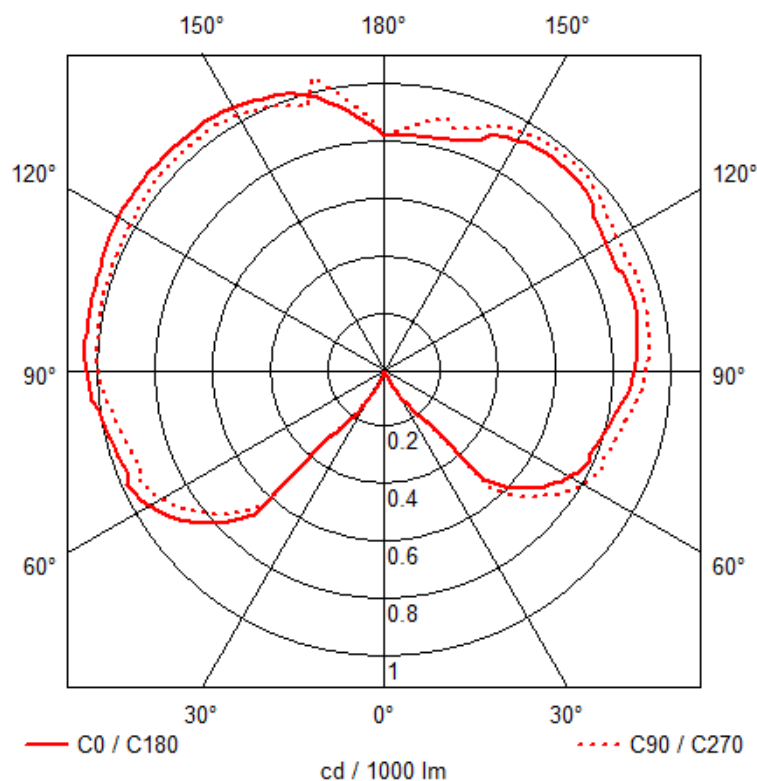
- Με κάνναβη πλεκτή πάχους 1 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν σε ένα επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-60	11,67	0,95	0,95
-75	12,08	0,98	0,98
-90	12,78	1,04	1,04
-105	12,91	1,05	1,05
-120	13,15	1,07	1,07
-135	13,19	1,07	1,07
-150	13,03	1,06	1,06
-165	12,19	0,99	0,99
180	10,06	0,82	0,82
165	10,24	0,83	0,83
150	11,40	0,93	0,93
135	11,61	0,94	0,94
120	10,94	0,89	0,89
105	11,06	0,90	0,90
90	10,69	0,87	0,87
75	9,85	0,80	0,80
60	9,17	0,74	0,74

Πίνακας 4.19-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.32-Πολικό διάγραμμα λύχνου με ελαιόλαδο, περίπτωση 8

4.5.3 Κεριά

Τα κεριά ήταν κατασκευασμένα είτε από κεριά μέλισσας, είτε από λίπος αρνίσιο. Το κεριά μέλισσας αγοράστηκε από τη Μονή Πρέβελη Ρεθύμνης ενώ το κεριά από λίπος παρασκευάστηκε από την υποψήφια διδάκτορα κ. Δ.Μουλλού σύμφωνα με την συνταγή του Διοσκουρίδη. [3]

Η πειραματική διαδικασία με το κεριά μέλισσας περιλάμβανε περιπτώσεις όπου το κεριά λαμβανόταν σε διάφορα πάχη, ενώ η πειραματική διαδικασία με το κεριά από λίπος περιλάμβανε περιπτώσεις όπου χρησιμοποιήθηκαν φυτίλια από λινάρι και βαμβάκι σε διαφορετικά πάχη και μήκη εκτός κεριού.

4.5.3.1 Κεριά μέλισσας

Τα κεριά αυτά αποτελούνταν από κεριά μέλισσας και είχαν φυτίλι βαμβακιού. Για την λήψη των μετρήσεων, η φλόγα χρειαζόταν σταθεροποίηση για περίπου δέκα λεπτά. Η απόσταση της φλόγας από το γωνιοφωτόμετρο ήταν 0,285 m.

Τα πειράματα με τα κεριά μέλισσας διακρίθηκαν στις εξής περιπτώσεις:

- Κεριά με διάμετρο 5mm και φυτίλι βαμβακιού πάχους 3mm και ελεύθερου μήκους (εκτός καύσιμου υλικού) 1cm



Εικόνα 4.33-Κεριά μέλισσας

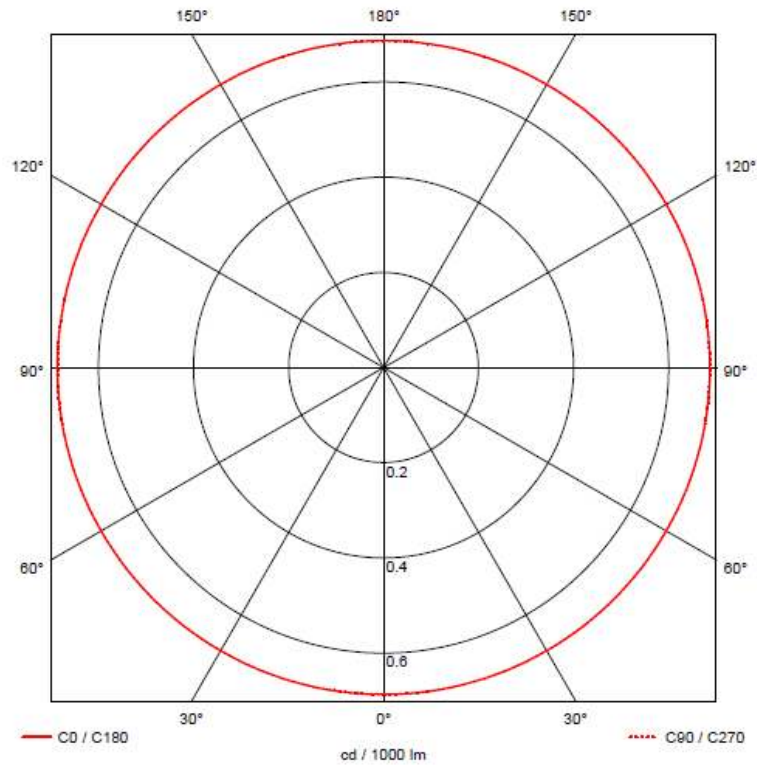
Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν σε ένα επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-135	8,4	0,7	0,7
135	8,5	0,7	0,7

Πίνακας 4.20- Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Για την σχεδίαση του πολικού διαγράμματος, θεωρήθηκε ως μοναδική μέτρηση για όλο το επίπεδο ο μέσος όρος των δύο παραπάνω μετρήσεων.

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.34-Πολικό διάγραμμα κεριού μέλισσας

- Κερί με διάμετρο 1cm και φυτίλι βαμβακιού πάχους 3mm και ελεύθερου μήκους (εκτός καύσιμου υλικού) 1cm



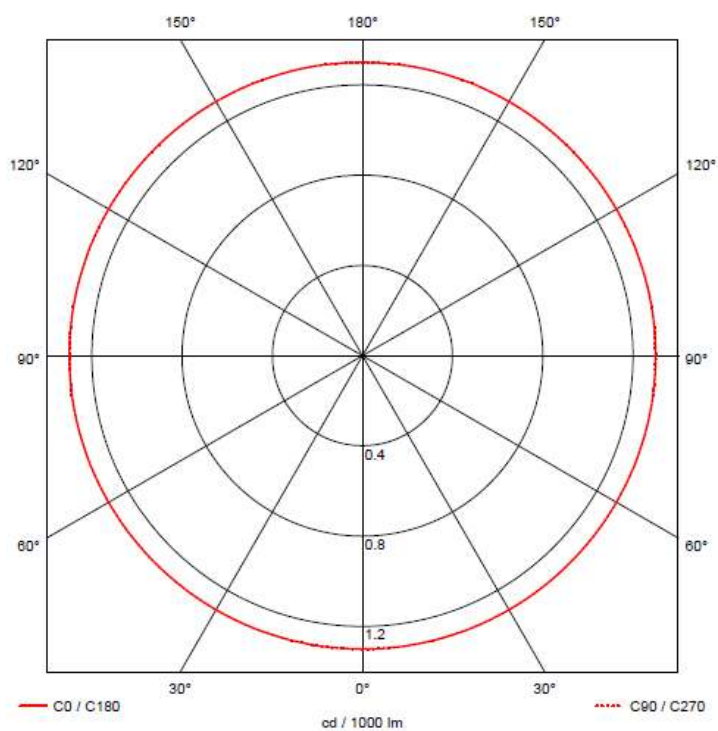
Εικόνα 4.35-Κερί με διάμετρο 1 Cm και φυτίλι βαμβακιού πάχους 3mm και ελεύθερου μήκους 1cm

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν σε ένα επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-135	16	1,3	1,3
135	16	1,3	1,3

Πίνακας 4.21--Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το παρακάτω:



Εικόνα 4.36-Πολικό διάγραμμα κεριού με διάμετρο 1 Cm και φυτίλι βαμβακιού πάχους 3mm και ελεύθερου μήκους 1cm

4.5.3.2 Κερί από αρνίσιο λίπος

Για την λήψη των μετρήσεων, η φλόγα χρειαζόταν σταθεροποίηση για περίπου δέκα λεπτά. Η απόσταση της φλόγας από το γωνιοφωτόμετρο είναι 0,285 m.

Τα πειράματα με τα κεριά από λίπος διακρίθηκαν στις εξής περιπτώσεις:

- Κερί με φυτίλι λιναριού πάχους 0,5 mm και ελεύθερου μήκους (εκτός καύσιμου υλικού) 0,5cm



Εικόνα 4.37- Κερί από αρνίσιο λίπος, περίπτωση 1

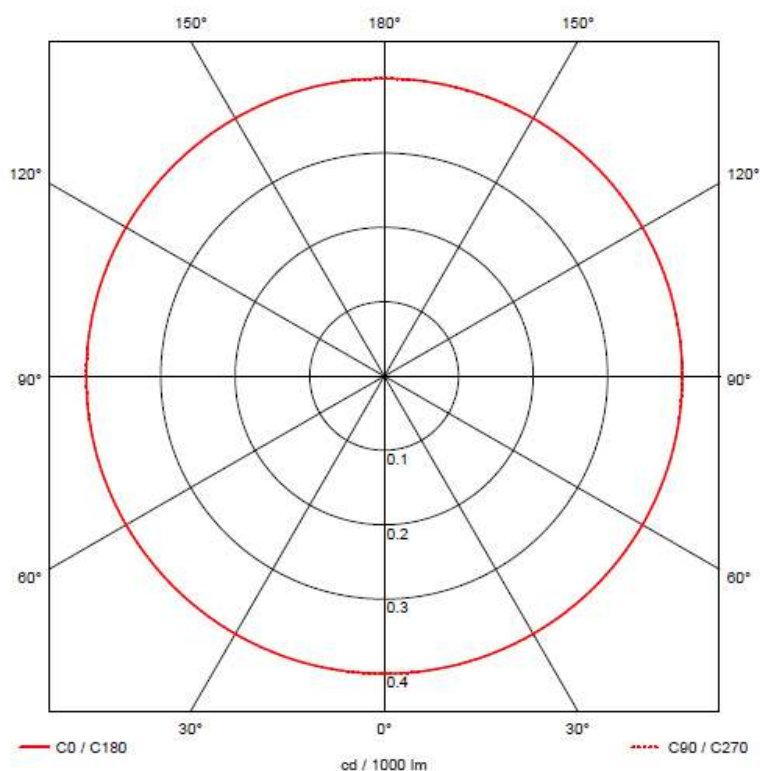
Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν σε ένα επίπεδο C₀-C₁₈₀, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux)	I (candela)	E (lux)
	σε απόσταση 0,285 m		ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-135	5,00	0,41	0,41
135	4,85	0,39	0,39

Πίνακας 4.22--Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Για την σχεδίαση του πολικού διαγράμματος, θεωρήθηκε ως μοναδική μέτρηση για όλο το επίπεδο ο μέσος όρος των δύο παραπάνω μετρήσεων.

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το παρακάτω:



Εικόνα 4.38-Πολικό διάγραμμα κεριού από αρνίσιο λίπος, περίπτωση 1

- Κερί με φυτίλι βαμβακιού πάχους 0,5 mm και ελεύθερου μήκους (εκτός καύσιμου υλικού) 0,5cm



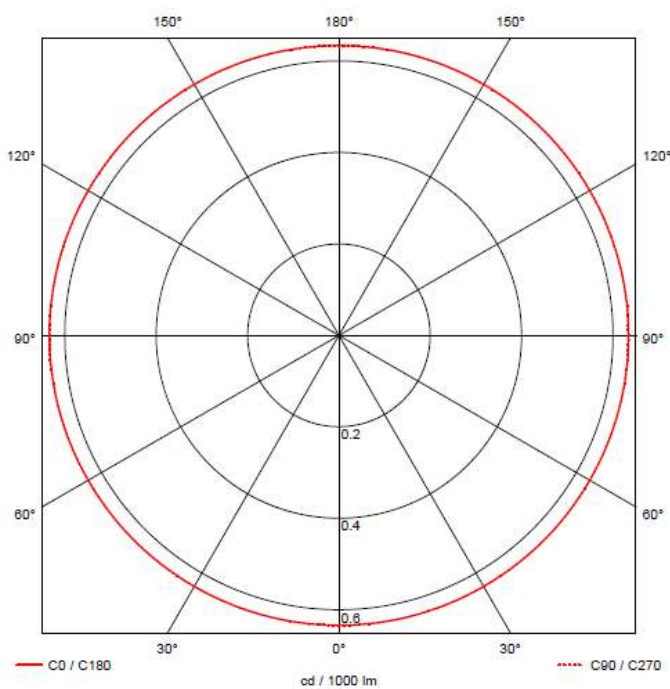
Εικόνα 4.39-Κερί από αρνίσιο λίπος, περίπτωση 2

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν σε ένα επίπεδο C_0-C_{180} , καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) ανηγμένη σε απόσταση 1 m
-135	7,8	0,6	0,6
135	7,8	0,6	0,6

Πίνακας 4.23-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.40-Πολικό διάγραμμα κεριού από αρνίσιο λίπος, περίπτωση 2

4.5.4 Φανάρι

Στο εσωτερικό του φαναριού τοποθετήθηκε ο λύχνος αναρρόφησης με φυτίλι λιναριού πάχους 0,5cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής) 1 cm και με καύσιμο υλικό ελαιόλαδο. Η απόσταση της φλόγας από την κεφαλή του γωνιοφωτομέτρου ήταν 0,285m και ελήφθησαν μετρήσεις για 4 επίπεδα C₀-C₁₈₀, C₃₀-C₂₁₀, C₆₀-C₂₄₀, C₉₀-C₂₇₀.



Εικόνα 4.41-Φανάρι σε διάφορες όψεις

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

“Ο φωτισμός στις κατοικίες της αρχαίας Ελλάδας”

Για τα επίπεδα C₀-C₁₈₀, C₃₀-C₂₁₀

Γωνία γ (°)	Επίπεδο C ₀ -C ₁₈₀		Επίπεδο C ₃₀ -C ₂₁₀	
	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)
-60	0,015	0,001	0,403	0,033
-75	0,017	0,001	0,053	0,004
-90	0,019	0,002	0,750	0,061
-105	0,020	0,002	1,022	0,083
-120	0,018	0,001	0,049	0,004
-135	0,011	0,001	0,013	0,001
-150	0,017	0,001	0,006	0,000
-165	0,003	0,000	0,004	0,000
180	0,003	0,000	0,002	0,000
165	0,002	0,000	0,003	0,000
150	0,003	0,000	0,003	0,000
135	0,008	0,001	0,003	0,000
120	0,054	0,004	0,030	0,002
105	0,281	0,023	0,131	0,011
90	0,328	0,027	0,298	0,024
75	0,412	0,033	0,329	0,027
60	0,144	0,012	0,152	0,012

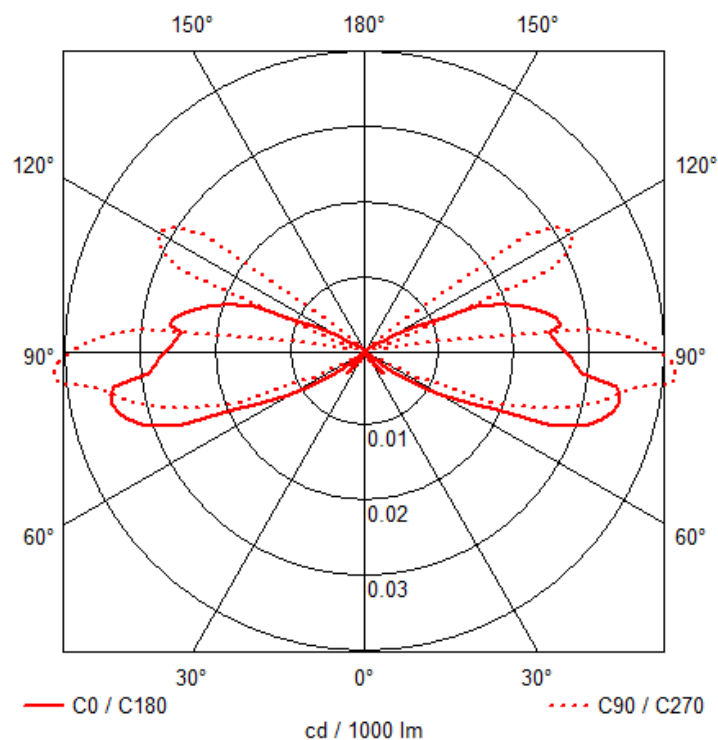
Πίνακας 4.24-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Για τα επίπεδα C₆₀-C₂₄₀, C₉₀-C₂₇₀

Γωνία γ (°)	Επίπεδο C ₆₀ -C ₂₄₀		Επίπεδο C ₉₀ -C ₂₇₀	
	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)	E (lux) σε απόσταση 0,285 m	I (candela)
-60	0,008	0,001	0,005	0,000
-75	0,010	0,001	0,006	0,001
-90	0,013	0,001	0,010	0,001
-105	0,014	0,001	0,008	0,001
-120	0,011	0,001	0,011	0,001
-135	0,009	0,001	0,014	0,001
-150	0,006	0,000	0,005	0,000
-165	0,003	0,000	0,003	0,000
180	0,002	0,000	0,002	0,000
165	0,002	0,000	0,002	0,000
150	0,004	0,000	0,003	0,000
135	0,007	0,001	0,002	0,000
120	0,023	0,002	0,390	0,032
105	0,034	0,003	0,017	0,001
90	0,064	0,005	0,485	0,039
75	0,101	0,008	0,355	0,029
60	0,077	0,006	0,031	0,003

Πίνακας 4.25-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.42-Πολικό διάγραμμα Φαναριού

4.5.5 Δάδες

Ως δάδες χρησιμοποιήθηκαν διάφορα είδη ξύλου (πεύκο, δρυς, πρίνος, καλάμι, κλαριά αμπελιού, οξιά) και εύφλεκτου υλικού. Το εύφλεκτο υλικό αποτέλεσε πίσσα από ρητίνη και σε κάποια πειράματα προστέθηκαν ίνες λιναριού είτε στο εσωτερικό είτε στο εξωτερικό της εκάστοτε δάδας. Για το δέσιμο των δαδών, χρησιμοποιήθηκαν ίνες λιναριού.

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού της κάθε δάδας ελήφθησαν σε ένα μόνο επίπεδο C₀-C₁₈₀.

4.5.5.1 Δάδα από ξύλο δρυός

Η απόσταση της φλόγας από το γωνιοφωτόμετρο ήταν 1,55 m.

Τα πειράματα με τις δάδες από ξύλο δρυός διακρίθηκαν στις εξής περιπτώσεις:

- Δάδα από ένα τεμάχιο ξύλου δρυός, εμβαπτισμένο σε πίσσα αφού τοποθετήθηκε στουπί από ίνες λιναριού στην εξωτερική πλευρά του ξύλου



Εικόνα 4.43-Δάδα από ξύλο δρυός

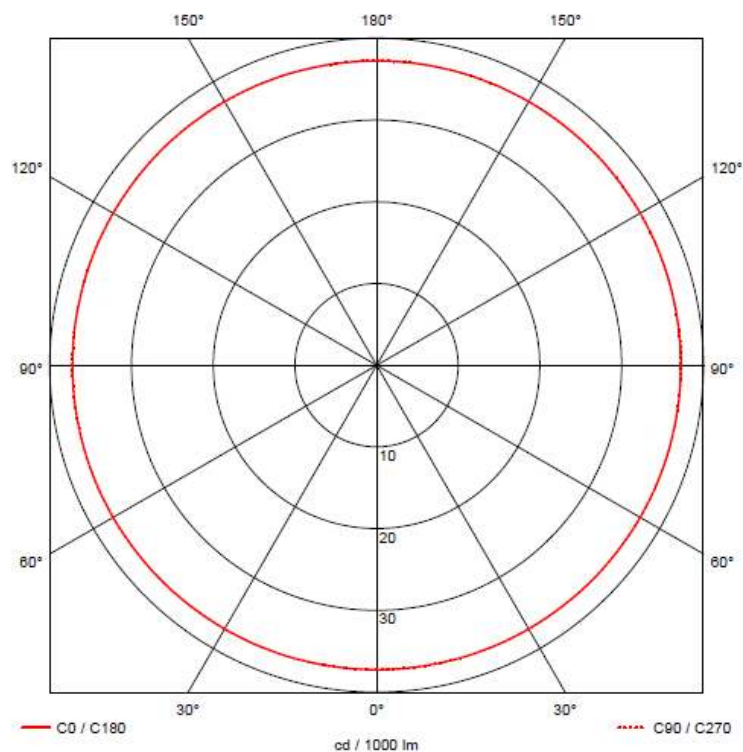
Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ ($^{\circ}$)	E (lux) σε απόσταση 1,55m	I (candela)
-120	16	38,44
-150	16	38,44
120	16	38,44
90	15	36,04

Πίνακας 4.26-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Για την σχεδίαση του πολικού διαγράμματος, θεωρήθηκε ως μοναδική μέτρηση για όλο το επίπεδο ο μέσος όρος των παραπάνω μετρήσεων.

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.44-Πολικό διάγραμμα δάδας από ξύλο δρυός

- Δάδα από πέντε τεμάχια ξύλου δρυός (δεμάτι) , εμβαπτισμένα σε πίσσα



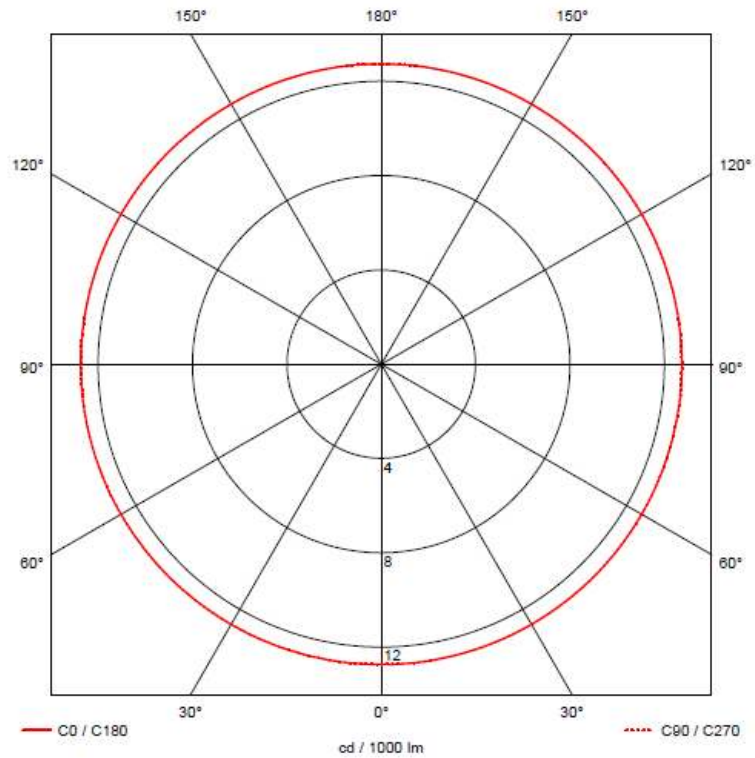
Εικόνα 4.45-Δάδα από πέντε τεμάχια ξύλου δρυός (δεμάτι), εμβαπτισμένα σε πίσσα

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 1,55m	I (candela)
120	5,3	12,73

Πίνακας 4.27-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το παρακάτω:



Εικόνα 4.46-Πολικό διάγραμμα δάδας από πέντε τεμάχια ξύλου δρυός (δεμάτι), εμβαπτισμένα σε πίσσα

4.5.5.2 Δάδα από ξύλο πεύκου

Η συγκεκριμένη δάδα αποτελείται από πέντε τεμάχια ξύλου πεύκου (δεμάτι). Η απόσταση της φλόγας από το γωνιοφωτόμετρο ήταν 1,60 m.



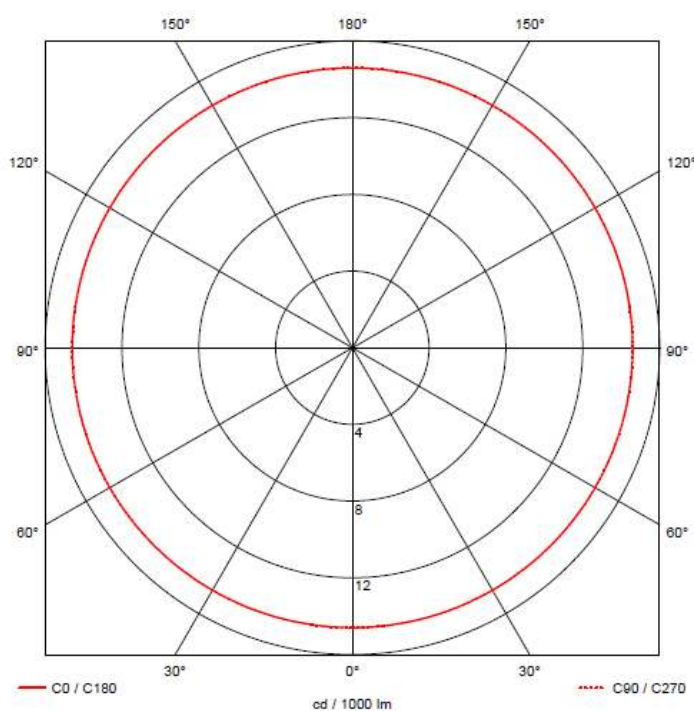
Εικόνα 4.47-Δάδα από ξύλο πεύκου

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 1,6m	I (candela)
120	5,7	14,59

Πίνακας 4.28-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.48-Πολικό διάγραμμα δάδας από ξύλο πεύκου

4.5.5.3 Δάδα από ξύλο πρίνου

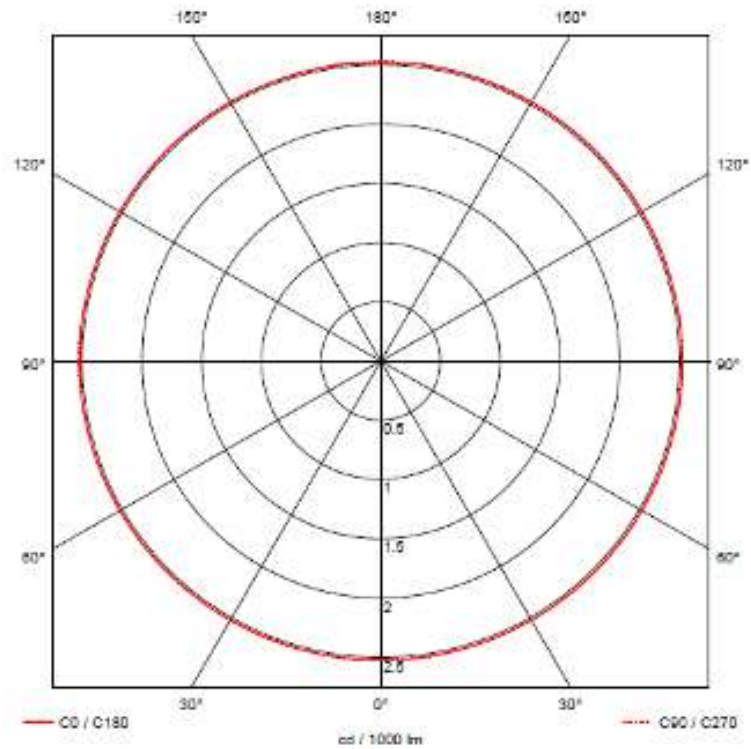
Η δάδα αυτή αποτελείται από ένα τεμάχιο ξύλο πρίνου, σχισμένο στο άνω μέρος, εμποτισμένο με πίσσα και γεμισμένο με ίνες λιναριού. Η απόσταση της φλόγας από το γωνιοφωτόμετρο ήταν 1,45 m.

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 1,45m	I (candela)
120	1,2	2,52

Πίνακας 4.29-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι:



Εικόνα 4.49-Πολικό διάγραμμα δάδας από ξύλο πρίνου

4.5.5.4 Δάδα από καλάμι

Τα πειράματα με τις δάδες από καλάμι διακρίθηκαν στις εξής περιπτώσεις:

- Δάδα από ένα καλάμι, γεμισμένο με πίσσα και λινάρι

Η απόσταση της φλόγας από το γωνιοφωτόμετρο ήταν 1,50 m.



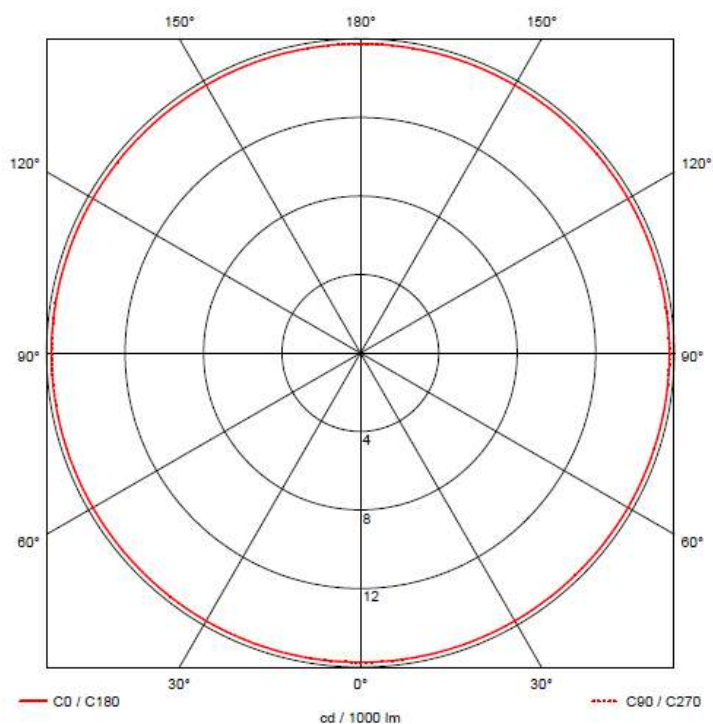
Εικόνα 4.50-Δάδα από καλάμι

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 1,5 m	I (candela)
120	7	15,8

Πίνακας 4.30-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.51-Πολικό διάγραμμα δάδας από καλάμι

- Δάδα από ένα καλάμι, εμποτισμένο με πίσσα

Η απόσταση της φλόγας από το γωνιοφωτόμετρο ήταν 1,60 m.



Εικόνα 4.52-Καύση δάδας από ένα καλάμι, εμποτισμένο με πίσσα, στο εργαστήριο φωτοτεχνίας ΕΜΠ

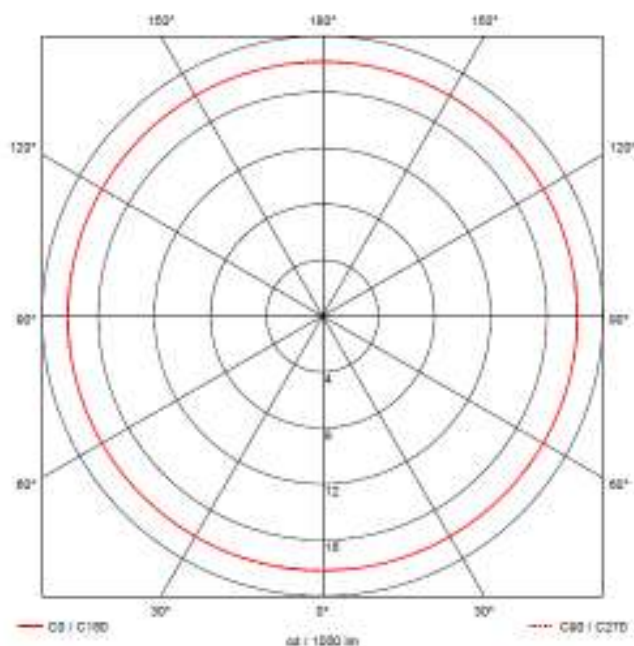
Παρατήρηση : Η καύση της συγκεκριμένης δάδας ήταν άμεση και έγινε σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα.

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 1,6 m	I (candela)
120	7,1	18,18

Πίνακας 4.31-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι:



Εικόνα 4.53-Πολικό διάγραμμα δάδας από ένα καλάμι, εμποτισμένο με πίσσα

- Δάδα από ένα καλάμι, σχισμένο στο άνω μέρος, εμποτισμένο με πίσσα και γεμισμένο με ίνες λιναριού.

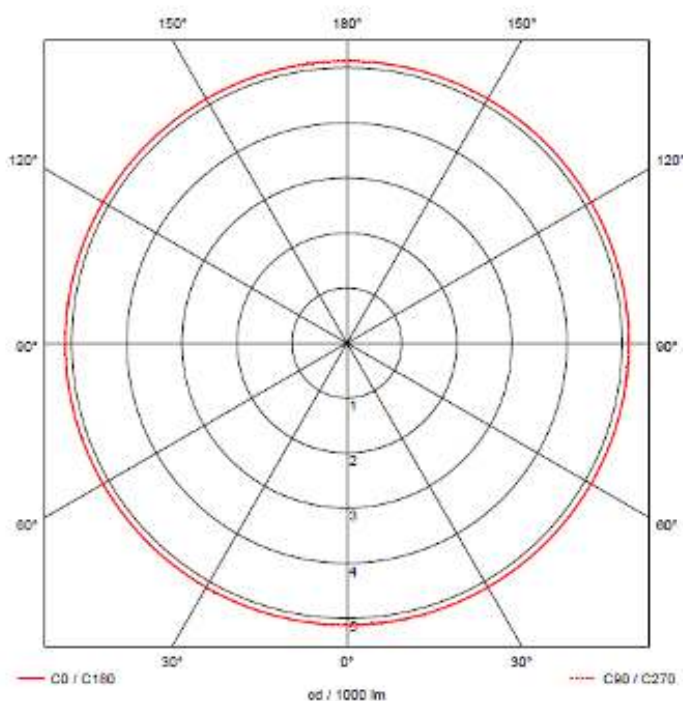
Η απόσταση της φλόγας από το γωνιοφωτόμετρο ήταν 1,60 m.

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 1,6 m	I (candela)
120	2	5,1

Πίνακας 4.32-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.54-Πολικό διάγραμμα δάδας από ένα καλάμι, σχισμένο στο άνω μέρος, εμποτισμένο με πίσσα και γεμισμένο με ίνες λιναριού

4.5.5.5 Δάδα από ξύλο αμπέλου

Η δάδα αποτελείται από κληματίδες, πλεγμένες μεταξύ τους ώστε να δημιουργούν δεμάτι.



Εικόνα 4.55-Δάδα από ξύλο αμπέλου

Το γεγονός ότι η καύση της δάδας έγινε σε ελάχιστο χρονικό διάστημα κατέστησε το πείραμα άκυρο. Η μετρηθείσα τιμή ήταν 26 lux, τιμή προφανώς λανθασμένη καθώς είναι πολύ μεγαλύτερη σε σύγκριση με αυτές των άλλων δαδών.

4.5.5.6 Δάδα θήκη

Η δάδα που φαίνεται στην εικόνα αποτελείται από ξύλο οξιάς, φυτίλι από λινάρι και για καύσιμο υλικό πίσσα.



Εικόνα 4.56-Δάδα θήκη

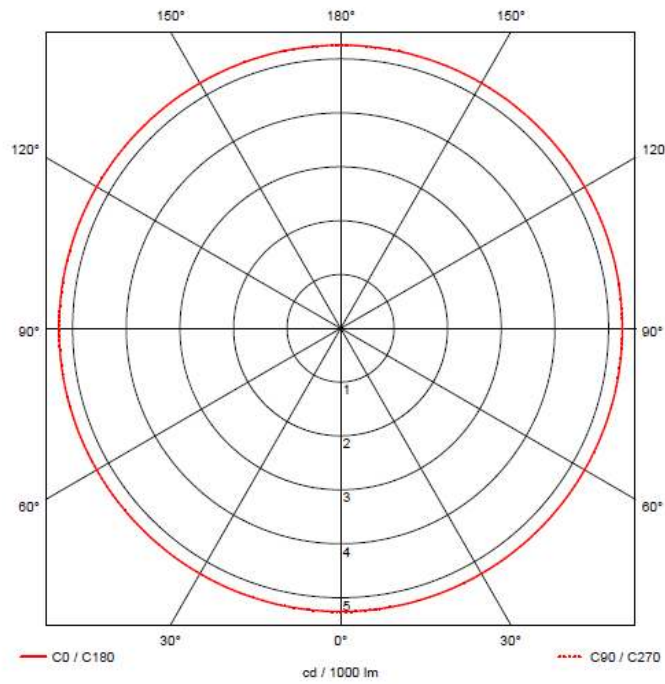
Η απόσταση της φλόγας από το γωνιοφωτόμετρο ήταν 1,45 m.

Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού που ελήφθησαν, καθώς και τα αποτελέσματα της φωτεινής έντασης εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα:

Γωνία γ (°)	E (lux) σε απόσταση 1,45 m	I (candela)
120	2,5	5,26

Πίνακας 4.33-Μετρήσεις και αποτελέσματα φωτομετρικών μεγεθών

Το πολικό διάγραμμα που προκύπτει είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.57-Πολικό διάγραμμα δάδας θήκης

5 Προσομοίωση των κατοικιών της Αρχαίας Ολύνθου

5.1 Γενικά

Για την προσομοίωση, επιλέχθηκαν συγκεκριμένοι εσωτερικοί χώροι των σπιτιών είτε γιατί σ' αυτούς βρέθηκαν φωτιστικά μέσα όπως λύχνοι, είτε γιατί σε αρχαίες πηγές αναφέρεται ότι σ' εκείνους τους χώρους, συνήθως, υπήρχαν μέσα φωτισμού π.χ. ανδρώνας. Αυτοί οι χώροι προσομοιώθηκαν με τη βοήθεια του λογισμικού Relux[®], προκειμένου να γίνει η μελέτη φωτισμού τους. Τα στοιχεία της αναλυτικής δημοσίευσης τόσο της αρχιτεκτονικής των σπιτιών όσο και των ευρημάτων από την Αμερικανική Αρχαιολογική Σχολή χρησιμοποιήθηκαν σε συνδυασμό με παραδοχές που αφορούν στα υλικά και στα χρώματα των τοίχων [1], στην επίπλωση αλλά και στη χρήση των χώρων κ.α. ώστε να κατασκευαστούν κατάλληλα μοντέλα που να προσομοιώνουν το δυνατόν καλύτερα την πραγματικότητα.

Ως μέσα φωτισμού, χρησιμοποιήθηκαν μερικά από τα φωτιστικά μέσα, των οποίων μετρήθηκε η φωτεινή ένταση στο πειραματικό μέρος της εργασίας. Συγκεκριμένα, προτιμήθηκαν οι λύχνοι επίπλευσης με λουμίνι και ελαιόλαδο και οι λύχνοι αναρρόφησης με φυτίλι από λινάρι ή κάνναβη, που ήταν και οι πιο συχνοί τύποι μέσων εσωτερικού φωτισμού κατά την κλασική περίοδο. Τα αρχεία που δημιουργήθηκαν για κάθε έναν από αυτούς, με τη βοήθεια του λογισμικού EULUMDAT[®] (αποτελούν τα ίδια αρχεία από τα οποία προέκυψαν τα διαγράμματα πολιικής κατανομής της φωτεινής έντασης των φωτιστικών μέσων), χρησιμοποιήθηκαν για την εισαγωγή αυτών ως ανεξάρτητα μέσα φωτισμού στο πρόγραμμα Relux[®], προκειμένου να γίνει η προσομοίωση και μελέτη φωτισμού των εσωτερικών χώρων των δύο σπιτιών της αρχαίας Ολύνθου.

5.2 House A vii 4 (Απλό τυπικό σπίτι)

Το απλό αυτό σπίτι αποτελεί χαρακτηριστική περίπτωση τυπικού κανονικού σπιτιού της αρχαίας Ολύνθου. Αναλυτικά στοιχεία των εσωτερικών χώρων του σπιτιού καθώς και η εξειδικευμένη χρήση τους, αναφέρονται στο κεφάλαιο 2. Ως αντικείμενα μελέτης φωτισμού επιλέχθηκαν και προσομοιώθηκαν οι παρακάτω χώροι του α' ορόφου:

- ❖ Ο χώρος b, το εργαστήριο για τις υφαντικές εργασίες και αποθήκη αγαθών
- ❖ Ο χώρος c, που αποτελεί το λουτρό
- ❖ Οι χώροι d και e, που σχηματίζουν μαζί με το χώρο c το συγκρότημα κουζίνας-οίκου
- ❖ Ο χώρος k, δηλαδή ο ανδρώνας, ο χώρος των συμποσίων

Το ύψος των δωματίων θεωρήθηκε ίσο με 2,5 m, όπως και στην περίπτωση των χώρων της βίλλας (παράγραφος 5.3). [2] Οι πόρτες των χώρων που είχαν πρόσβαση

στην αυλή είχαν ως υλικό ύφασμα και όχι ξύλο, που μάλλον χρησιμοποιούνταν μόνο στις εξωτερικές πόρτες και το ύψος τους θεωρήθηκε στα 1,85 m, λαμβάνοντας υπόψη το ύψος των ανθρώπων της εποχής αυτής. Οι ορθοστάτες των τοίχων αποτελούν το σημερινό σοβατεπί, λίγο υπερυψωμένο, ώστε να βάφεται με ωραία χρώματα και να δημιουργεί αντίθεση με τον κυρίως τοίχο.

Το οριζόντιο επίπεδο αναφοράς στο οποίο ελήφθησαν οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού τοποθετήθηκε στα 0,75 m ύψος από το δάπεδο και 0,5 m απόσταση από τον τοίχο.

5.2.1 Χώρος b (εργαστήριο για υφαντικές εργασίες και αποθήκη αγαθών)

Ο χώρος b, όπως και ο χώρος a, αποτελεί δωμάτιο χωρίς αποκλειστική / συγκεκριμένη χρήση. Ωστόσο, υπάρχουν ενδείξεις ότι μάλλον εκεί γίνονταν υφαντικές εργασίες καθώς στο χώρο αυτό βρέθηκαν 23 βαρίδια για αργαλειό, 12 από τα οποία ήταν συγκεντρωμένα σ' ένα σημείο του δωματίου και τα υπόλοιπα διάσπαρτα. Ίσως, επίσης, ο χώρος να προοριζόταν και για αποθηκευτική χρήση καθώς, κατά τις ανασκαφές, βρέθηκαν πολλά δοχεία για αποθήκευση αγαθών. [2]

Τα υλικά των τοίχων και του δαπέδου καθώς και τυχόν φωτιστικά αντικείμενα, όπως ευρέθησαν κατά τις ανασκαφές στο χώρο, είναι:

Τοίχοι	Δάπεδο	Ευρήματα (μέσα φωτισμού)
Σκέτοι (χωρίς κονίαμα)- Πλίνθινη επιφάνεια	Χωμάτινο (έδαφος)	---

Πίνακας 5.1-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο b [2]

5.2.1.1 Αρχιτεκτονικά στοιχεία

Οι διαστάσεις του χώρου αυτού όπως προκύπτουν από την κάτοψη είναι οι παρακάτω :

Μήκος	Πλάτος	Ύψος
3,6 m	4,9 m	2,5 m

Πίνακας 5.2-Διαστάσεις χώρου b

Ο συγκεκριμένος χώρος απαρτίζεται από τα εξής:

- Πόρτα

Διαστάσεις: 1,2x1,85 m,

Θέση: X'=1, Y'=0 m στον τοίχο W1,

Χρώμα: Linen rgb (0,5652, 0,5229, 0,3353),
συντελεστής ανάκλασης 52,19%

▪ Επιφάνειες (χρώματα)

Επιφάνεια	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Τοίχος W1	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%
Τοίχος W2	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%
Τοίχος W3	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%
Τοίχος W4	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%
Πάτωμα	soil 01	0,3200	0,2312	0,1518	25,0%
Ταβάνι	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%

Πίνακας 5.3-Υλικά επιφανειών χώρου b

▪ Επίπλωση

Τοποθετήθηκαν κάποια απλά τυπικά έπιπλα στο χώρο, ώστε να προσεγγίζουν καλύτερα τις συνθήκες της εποχής. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκε:

Έπιπλο	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Αυτοσχέδιος κάθετος αργαλειός	wood 01 (για δοκάρια)	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%
	linen (για κλωστές)	0,5652	0,5229	0,3353	52,19%
Σκαμπό	bar stool (birch)				
Αυτοσχέδιος ξύλινος λυχνοστάτης	wood 01	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%

Πίνακας 5.4-Έπιπλα χώρου b

5.2.1.2 Φωτιστικά μέσα

Στο χώρο b, πραγματοποιήθηκαν δύο προσομοιώσεις με το ίδιο φωτιστικό μέσο σε δύο διαφορετικές θέσεις του χώρου.

Το μέσο φωτισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι ο λύχνος με φυτίλι από λινάρι πάχους 0,5 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm. (παράγραφος 4.5.2.2.1.1)

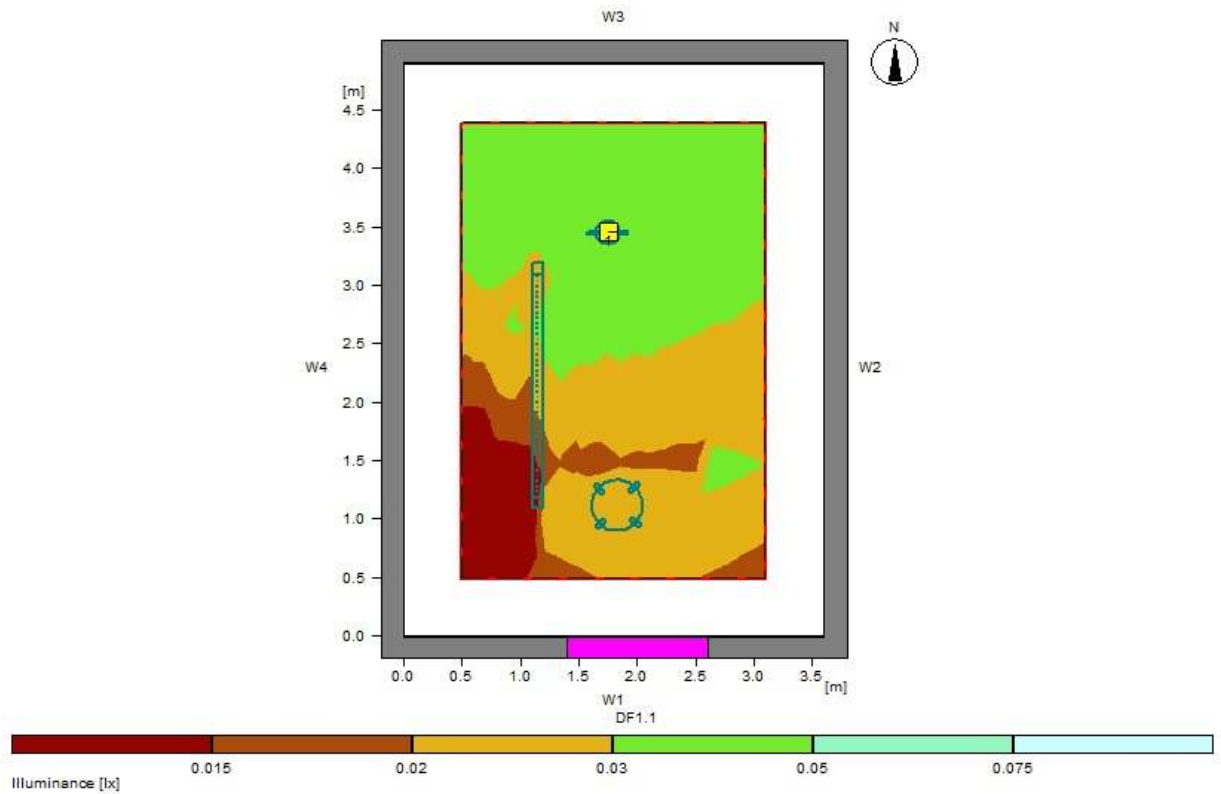
5.2.1.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού

Ανάλογα με την θέση του λύχνου, προσομοιώθηκαν δύο περιπτώσεις:

- στην πρώτη, ο λύχνος τοποθετήθηκε επάνω στον ξύλινο λυχνοστάτη, στη θέση $X = 1,749 \text{ m}$, $Y = 3,469 \text{ m}$, $Z = 1,28 \text{ m}$
- στη δεύτερη, τοποθετήθηκε επάνω στο σκαμπό, στη θέση $X = 1,824 \text{ m}$, $Y = 1,115 \text{ m}$, $Z = 0,538 \text{ m}$.

5.2.1.3.1 Προσομοίωση 1

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.1-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

General

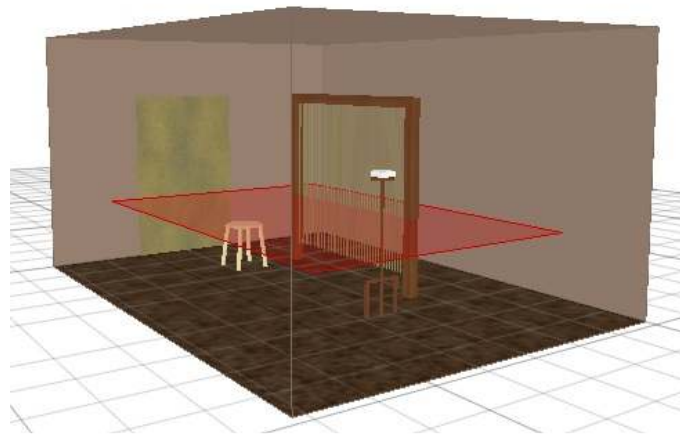
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Height of luminaire plane	1.28 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	1000 lm
Total power	0 W
Total power per area (17.64 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

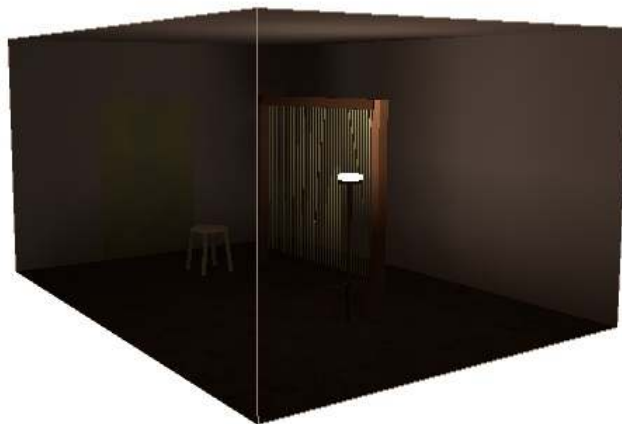
Average illuminance	E _{av}	0.03 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0.01 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.04 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _m	1:4.23 (0.24)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	1:6.11 (0.16)

Πίνακας 5.5-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

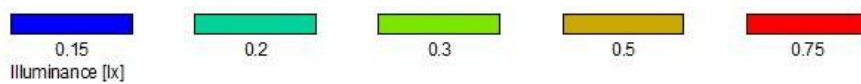
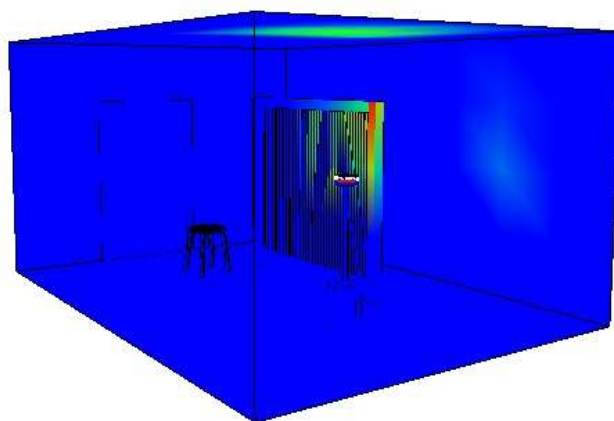
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.2-Προσομοίωση χώρου b (προσομοίωση 1)



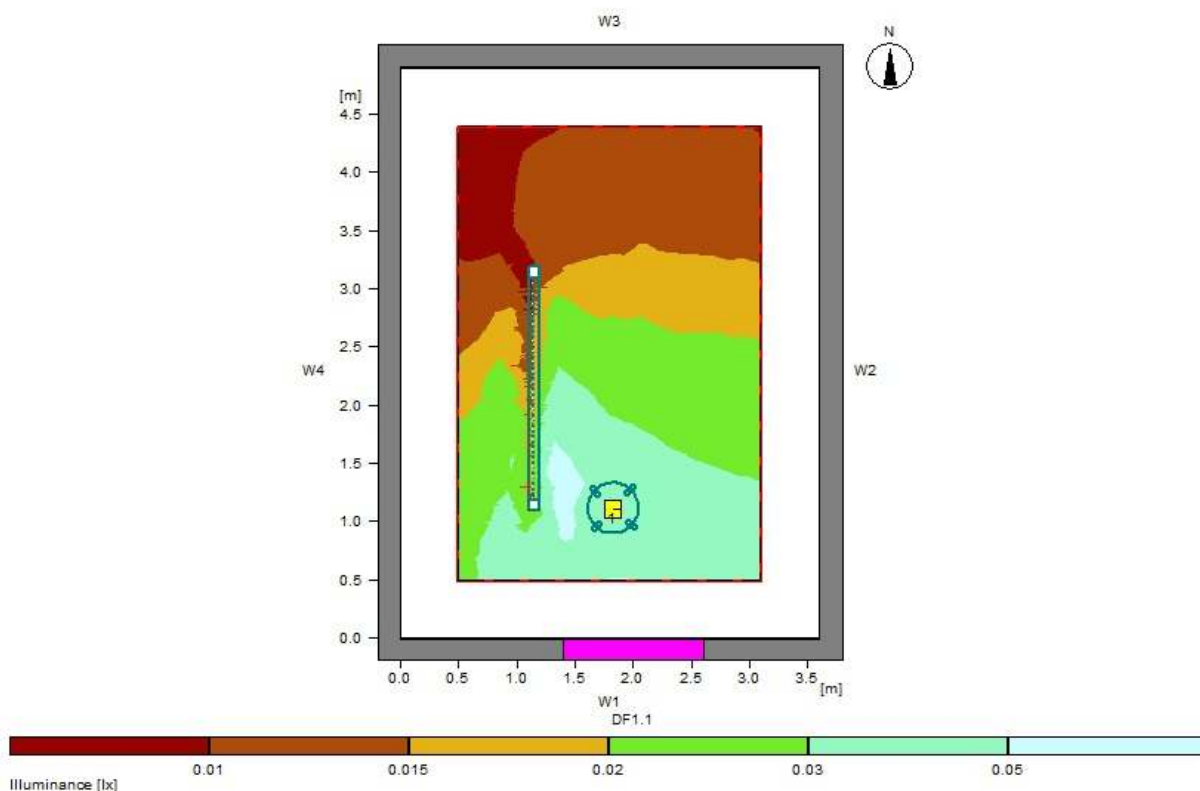
Εικόνα 5.3-Προσομοίωση φωτισμού χώρου b (προσομοίωση 1)



Εικόνα 5.4-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου b (προσομοίωση 1)

5.2.1.3.2 Προσομοίωση 2

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.5- Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

General

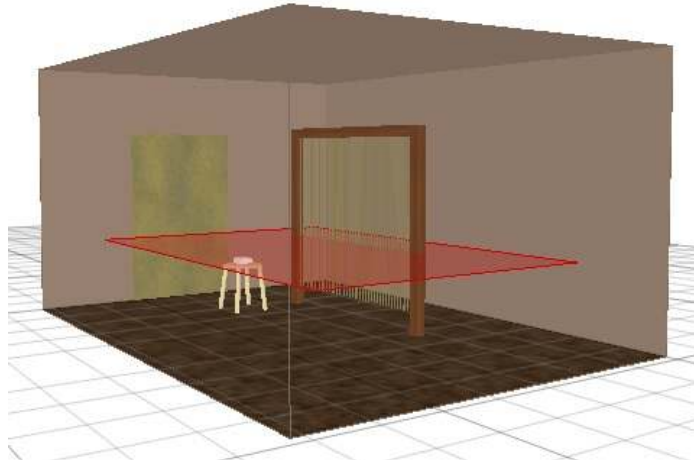
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Height of luminaire plane	0.54 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	1000 lm
Total power	0 W
Total power per area (17.64 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

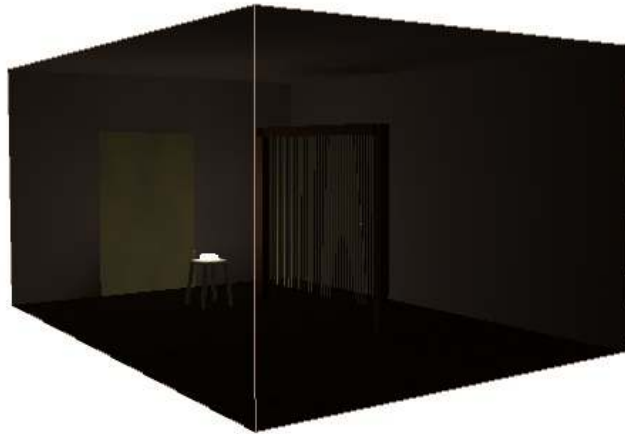
Average illuminance	E _{av}	0.02 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0.01 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.06 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _m	1:2.78 (0.36)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	1:6.97 (0.14)

Πίνακας 5.6-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

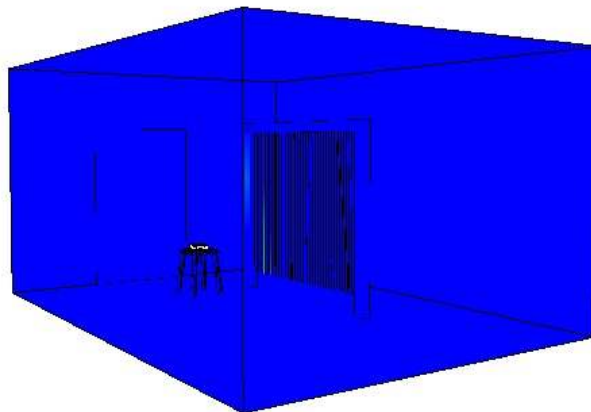
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.6-Προσομοίωση χώρου b (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.7-Προσομοίωση φωτισμού χώρου b (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.8-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου b (προσομοίωση 2)

5.2.2 Χώρος c (λουτρό)

Ο χώρος c μαζί με τους χώρους d και e αποτελούν το συγκρότημα κουζίνας-οίκου. Λόγω του μεγέθους και της θέσης του, μάλλον ήταν λουτρό. Η μπανιέρα είχε κλαπεί και στο πάτωμα του χώρου υπήρχε ένα κενό. [2]

Τα υλικά των τοίχων και του δαπέδου καθώς και τυχόν φωτιστικά αντικείμενα, όπως ευρέθησαν κατά τις ανασκαφές στο χώρο, είναι:

Τοίχοι	Δάπεδο	Ευρήματα (μέσα φωτισμού)
Ασβεστομένοι (μόνο με κονίαμα-χωρίς χρώμα)	Τσιμέντο (υδραυλικό κονίαμα με κύρια συστατικά την άμμο και τον ασβέστη) σε φυσικό χρώμα	---

Πίνακας 5.7-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο c [2]

5.2.2.1 Αρχιτεκτονικά στοιχεία

Οι διαστάσεις του χώρου αυτού όπως προκύπτουν από την κάτοψη είναι οι παρακάτω :

Μήκος	Πλάτος	Ύψος
2,5 m	1,2 m	2,5 m

Πίνακας 5.8-Διαστάσεις χώρου c

Ο συγκεκριμένος χώρος απαρτίζεται από τα εξής:

- Πόρτα

Διαστάσεις: 1,1x1,85 m,

Θέση: X'=0,05, Y'=0 m στον τοίχο W2,

Χρώμα: Linen rgb (0,5652, 0,5229, 0,3353),
συντελεστής ανάκλασης 52,19%

- Επιφάνειες (χρώματα)

Επιφάνεια	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Τοίχος W1	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Τοίχος W2	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Τοίχος W3	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Τοίχος W4	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Πάτωμα	---	0,0500	0,0500	0,0500	5,0%
Ταβάνι	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%

Πίνακας 5.9-Υλικά επιφανειών χώρου c

- Επίπλωση

Τοποθετήθηκαν κάποια απλά τυπικά έπιπλα στο χώρο, ώστε να προσεγγίζουν καλύτερα τις συνθήκες της εποχής. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκε:

Έπιπλο	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Αυτοσχέδιος ξύλινος λυχνοστάτης	wood 01	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%
Αυτοσχέδια μπιανιέρα	tiles 04	0,9240	0,9247	0,9236	92,44%

Πίνακας 5.10-Έπιπλα χώρου c

5.2.2.2 Φωτιστικά μέσα

Στο χώρο c, πραγματοποιήθηκαν δύο προσομοιώσεις με διαφορετικό φωτιστικό μέσο (λύχνος) στην ίδια θέση του χώρου.

Ανάλογα με το είδος του λύχνου, προσομοιώθηκαν δύο περιπτώσεις:

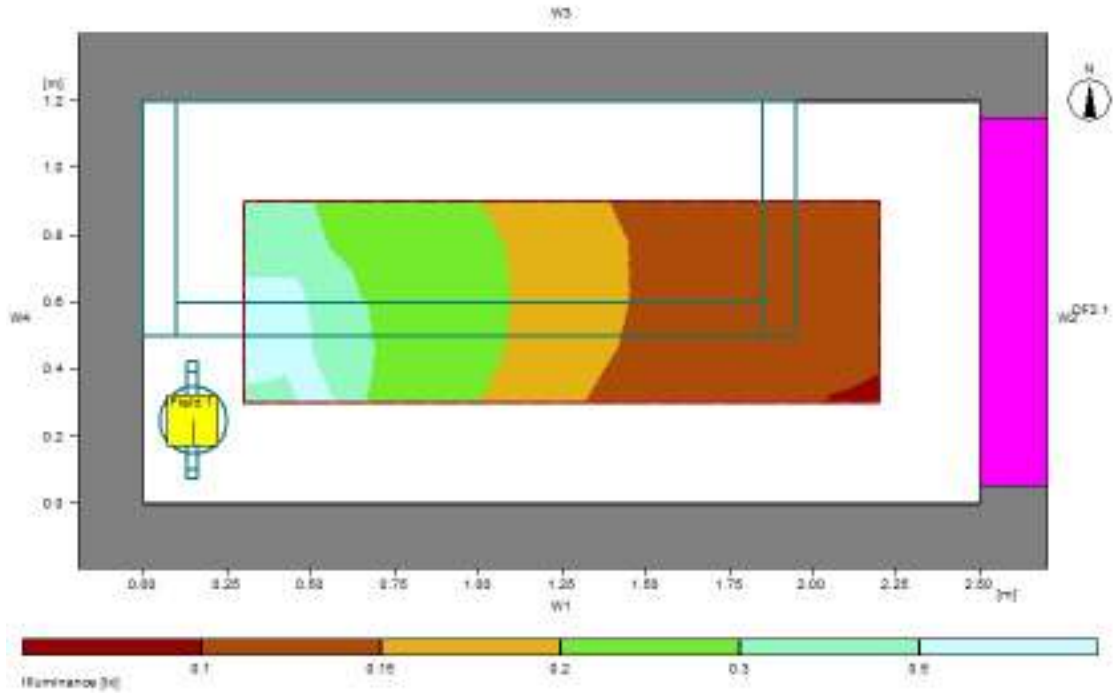
1. στην πρώτη, ο λύχνος ήταν το κεραμικό μπωλ (τύπου αλατοδοχείου) με φυτίλι από λουμί και ελαιόλαδο (παράγραφος 4.5.2.1.1.1)
2. στη δεύτερη, ο λύχνος ήταν με φυτίλι από κάνναβη πάχους 0,5 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm. (παράγραφος 4.5.2.2.1.3)

5.2.2.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού

Και στις δύο προσομοιώσεις, ο λύχνος τοποθετήθηκε στη θέση $X = 0,148 \text{ m}$, $Y = 0,251 \text{ m}$, $Z = 1,28 \text{ m}$, επάνω στον ξύλινο λυχνοστάτη. Το επίπεδο αναφοράς απείχε από τον τοίχο 0,3 m.

5.2.2.3.1 Προσομοίωση 1

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.9-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

General

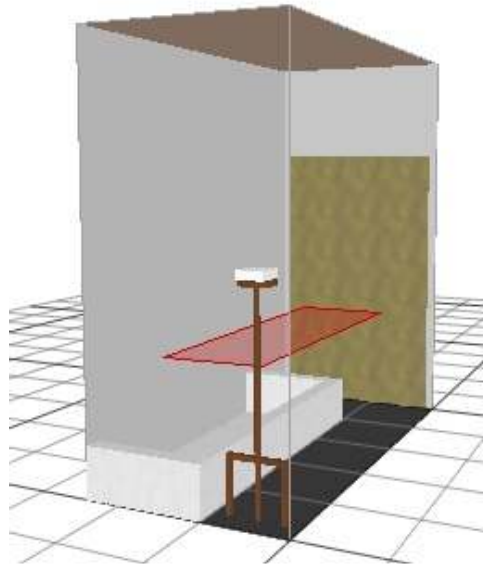
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Height of luminaire plane	1.28 m
Maintenance factor	1.00
Total luminous flux of all lamps	1000 lm
Total power	0 W
Total power per area (3.00 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

Average illuminance	E _{av}	0.22 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0.1 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.61 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _m	1:2.11 (0.47)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	1:5.86 (0.17)

Πίνακας 5.11-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

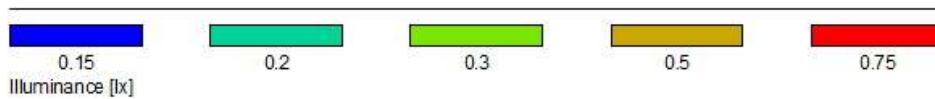
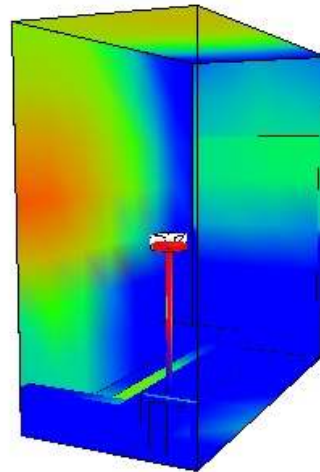
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.10-Προσομοίωση χώρου c (προσομοίωση 1)



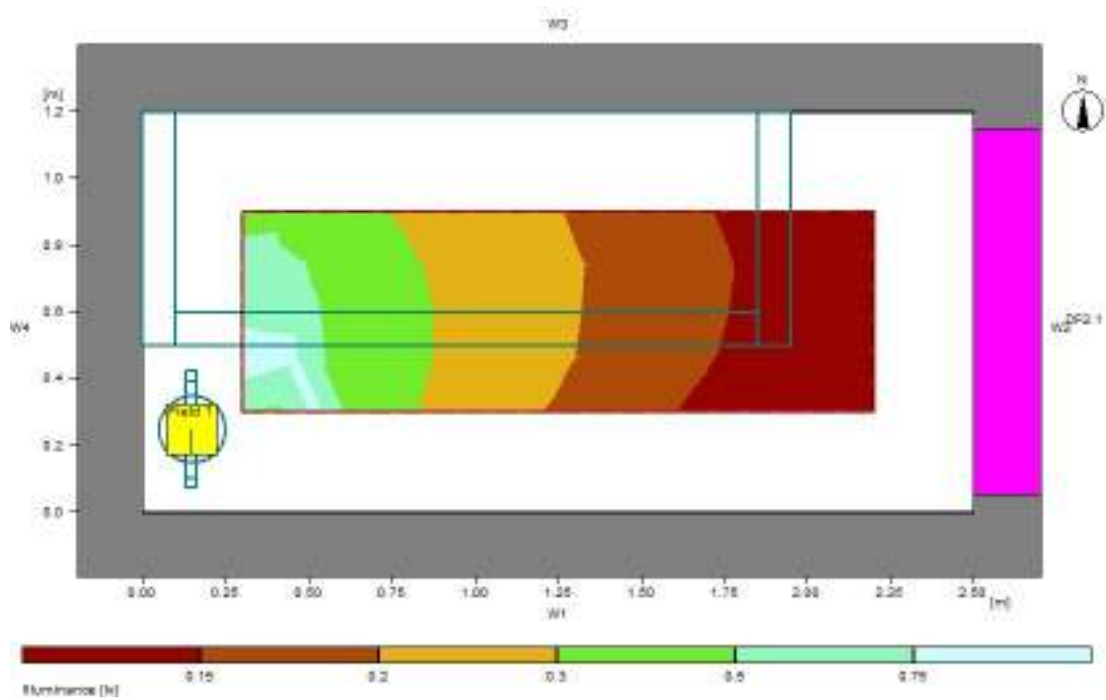
Εικόνα 5.11-Προσομοίωση φωτισμού χώρου c (προσομοίωση 1)



Εικόνα 5.12-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου c (προσομοίωση 1)

5.2.2.3.2 Προσομοίωση 2

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.13-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

General

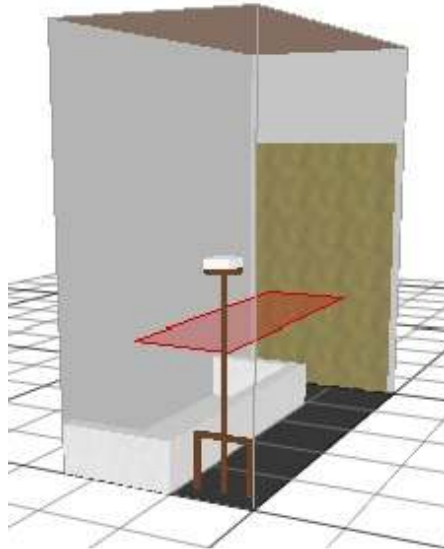
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Height of luminaire plane	1.28 m
Maintenance factor	1.00
Total luminous flux of all lamps	1000 lm
Total power	0 W
Total power per area (3.00 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

Average illuminance	E _{av}	0.27 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0.13 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.77 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _m	1:2.08 (0.48)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	1:5.97 (0.17)

Πίνακας 5.12-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

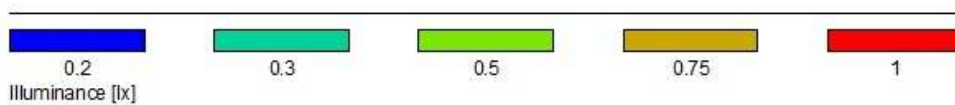
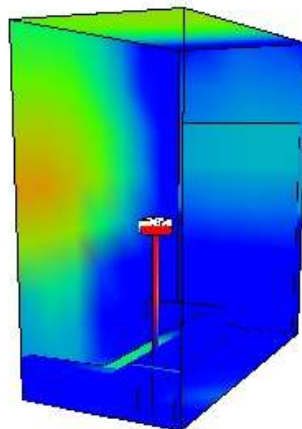
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.14-Προσομοίωση χώρου c (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.15-Προσομοίωση φωτισμού χώρου c (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.16-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου c (προσομοίωση 2)

5.2.3 Χώρος d και e (συγκρότημα κουζίνας-οίκου)

Μαζί με το χώρο c αποτελούν το συγκρότημα κουζίνας-οίκου. Αυτό το συγκρότημα έχει το ιδιαίτερο γνώρισμα ότι δεν υπάρχουν λίθινες βάσεις στις κολώνες που χωρίζουν το χώρο d από τον e, παρ' όλο που το σπίτι έχει δύο ορόφους. Έτσι, οι

ξύλινες κολώνες που υποστηρίζουν το δεύτερο όροφο, στηρίζονται με τη σειρά τους σ' ένα, επίσης, ξύλινο θεμέλιο, το οποίο σχηματίζει ένα είδος πλατφόρμας. Η άλλη χρήση αυτού του χωρίσματος ήταν να δημιουργεί ένα κενό ώστε να "επικοινωνούν" οι δύο χώροι. Οι φωτιές που θα άναβαν για μαγείρεμα στον χώρο d θα ζέσταιναν και τον χώρο e κατά την διάρκεια του χειμώνα και αντίστροφα ο χώρος d θα λειτουργούσε σαν δίοδος διαφυγής του καπνού από την εστία του χώρου e.

Κατά τις ανασκαφές, βρέθηκε στο χώρο e ένα μεγάλο λίθινο γουδί, αποδεικνύοντας ότι ο χώρος χρησιμοποιούταν για επεξεργασία τροφής. Το δωμάτιο αυτό, επίσης, περιελάμβανε πολλά δοχεία και μαγειρικά σκεύη, καθώς και δύο λάμπες. Στο πάτωμα του χώρου d, που θεωρείται ότι ήταν ο κύριος χώρος μαγειρέματος, εντοπίστηκε ένα στρώμα στάχτης και καμένων υλικών και, συνεπώς, η φωτιά θα πρέπει να άναβε κατευθείαν πάνω στις πέτρινες πλάκες του πατώματος. [2]

Τα υλικά των τοίχων και του δαπέδου καθώς και τυχόν φωτιστικά αντικείμενα, όπως ευρέθησαν κατά τις ανασκαφές στο χώρο d, είναι:

Τοίχοι	Δάπεδο	Ευρήματα (μέσα φωτισμού)
Σκέτοι (χωρίς κονίαμα)- Πλίνθινη επιφάνεια	Πέτρινες πλάκες	---

Πίνακας 5.13-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο d [2]

και στον χώρο e είναι:

Τοίχοι	Δάπεδο	Ευρήματα (μέσα φωτισμού)
Σκέτοι (χωρίς κονίαμα)- Πλίνθινη επιφάνεια	Ίσως χωμάτινο(έδαφος)	Πήλινο λυχνάρι (2)

Πίνακας 5.14-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο e [2]

5.2.3.1 Αρχιτεκτονικά στοιχεία

Οι διαστάσεις του χώρου d, όπως προκύπτουν από την κάτοψη, είναι οι παρακάτω :

Μήκος	Πλάτος	Ύψος
2,35 m	3,3 m	2,5 m

Πίνακας 5.15-Διαστάσεις χώρου d

και του χώρου e είναι οι ακόλουθες:

Μήκος	Πλάτος	Ύψος
6,0 m	4,9 m	2,5 m

Πίνακας 5.16-Διαστάσεις χώρου e

Ο συγκεκριμένος χώρος απαρτίζεται από τα εξής:

- Πόρτα

1) Διαστάσεις: 1,0x1,85 m,

Θέση: X'=3,9, Y'=0 m στον τοίχο W6,

Χρώμα: Linen rgb (0,5652, 0,5229, 0,3353),

συντελεστής ανάκλασης 52,19%

- 2) Διαστάσεις: 1,0x1,85 m,
 Θέση: X'=6,45, Y'=0 m στον τοίχο W6,
 Χρώμα: Linen rgb (0,5652, 0,5229, 0,3353),
 συντελεστής ανάκλασης 52,19%

▪ Επιφάνειες (χρώματα)

Επιφάνεια	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Τοίχος W1	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%
Τοίχος W2	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%
Τοίχος W3	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%
Τοίχος W4	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%
Πάτωμα χώρου e	soil 01	0,3201	0,2311	0,1522	25,0%
Πάτωμα χώρου d	floor slabs 02	0,5109	0,5111	0,5083	51,1%
Χώρος φωτιάς	soil 02	0,3022	0,2788	0,2715	28,5%
Ταβάνι	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%
Κολώνες	wood 01	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%

Πίνακας 5.17-Υλικά επιφανειών χώρου d και e

▪ Επίπλωση

Τοποθετήθηκαν κάποια απλά τυπικά έπιπλα στο χώρο, ώστε να προσεγγίζουν καλύτερα τις συνθήκες της εποχής. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκε:

Έπιπλο	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Αυτοσχέδιος ξύλινος λυχνοστάτης	wood 01	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%
Αυτοσχέδιο γουδί	stones	0,4572	0,4698	0,3727	46,01%
Τρία σκαμπό	bar stool (birch)				
Τραπέζι	table 13				

Πίνακας 5.18-Έπιπλα χώρου d και e

5.2.3.2 Φωτιστικά μέσα

Στον ενιαίο χώρο d και e, πραγματοποιήθηκαν τρεις προσομοιώσεις με διάφορα φωτιστικά μέσα (λύχνοι) σε θέσεις του χώρου.

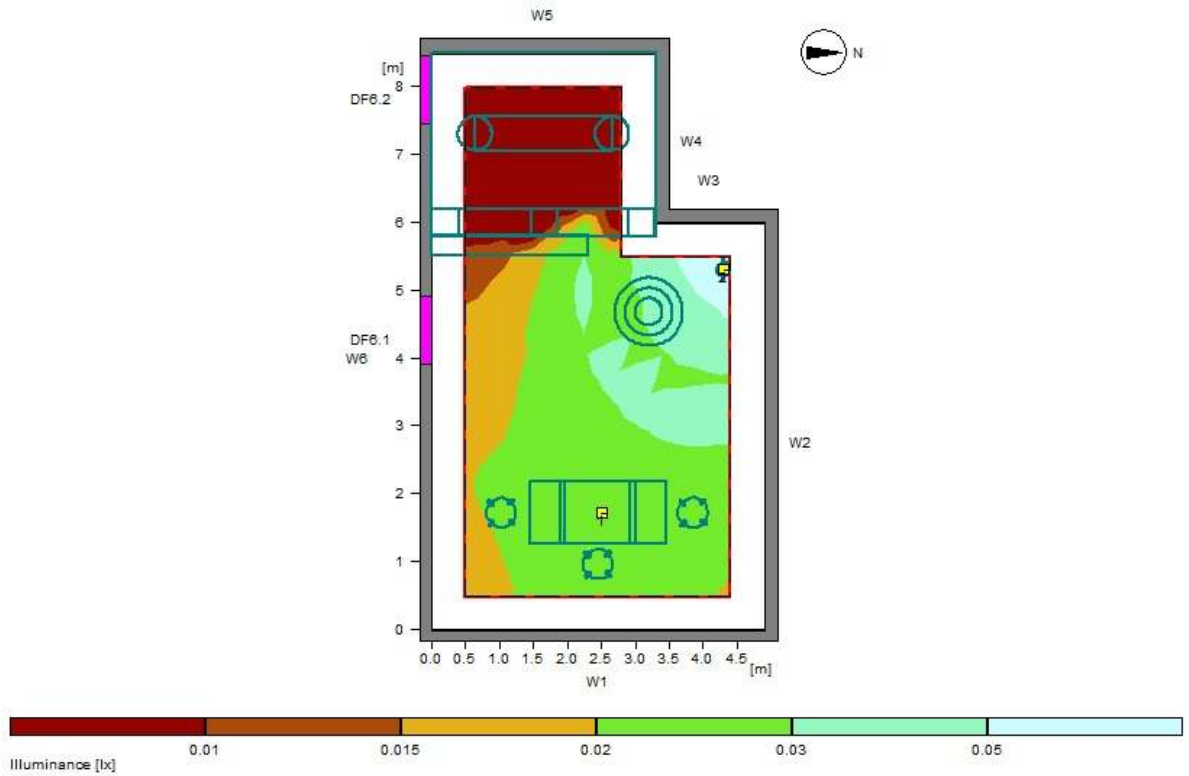
Ανάλογα με το είδος του λύχνου αλλά και τη θέση του, προσομοιώθηκαν τρεις περιπτώσεις:

1. Στην πρώτη, ο ένας λύχνος ήταν ο λύχνος με φυτίλι από λινάρι πάχους 0,5 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm, (παράγραφος 4.5.2.2.1.1) τοποθετημένος στη θέση $X = 2,5$ m, $Y = 1,731$ m, $Z = 0,58$ m, επάνω στο τραπέζι και ο άλλος ήταν ο λύχνος με φυτίλι από κάνναβη πάχους 0,5 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm, (παράγραφος 4.5.2.2.1.3) τοποθετημένος στη θέση $X = 4,302$ m, $Y = 5,317$ m, $Z = 1,28$ m, επάνω στο ξύλινο λυχνοστάτη.
2. Στη δεύτερη, ο ένας λύχνος ήταν ο λύχνος με φυτίλι από λινάρι πάχους 0,5 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm, (παράγραφος 4.5.2.2.1.1) τοποθετημένος στη θέση $X = 2,5$ m, $Y = 1,731$ m, $Z = 0,58$ m, επάνω στο τραπέζι και ο άλλος ήταν το κεραμικό μπωλ (τύπου αλατοδοχείου) με φυτίλι από λουμί και ελαιόλαδο (παράγραφος 4.5.2.1.1.1) τοποθετημένο στη θέση $X = 4,302$ m, $Y = 5,317$ m, $Z = 1,28$ m, επάνω στο ξύλινο λυχνοστάτη.
3. Στην τρίτη, ο ένας λύχνος ήταν ο λύχνος με φυτίλι από λινάρι πάχους 0,5 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm, (παράγραφος 4.5.2.2.1.1) τοποθετημένος στη θέση $X = 2,5$ m, $Y = 1,731$ m, $Z = 0,58$ m, επάνω στο τραπέζι και ο άλλος ήταν το κεραμικό μπωλ (τύπου αλατοδοχείου) με φυτίλι από λουμί και ελαιόλαδο (παράγραφος 4.5.2.1.1.1) τοποθετημένο στη θέση $X = 2,596$ m, $Y = 8,123$ m, $Z = 1,28$ m, επάνω στο ξύλινο λυχνοστάτη.

5.2.3.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού

5.2.3.3.1 Προσομοίωση 1

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.17-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

General

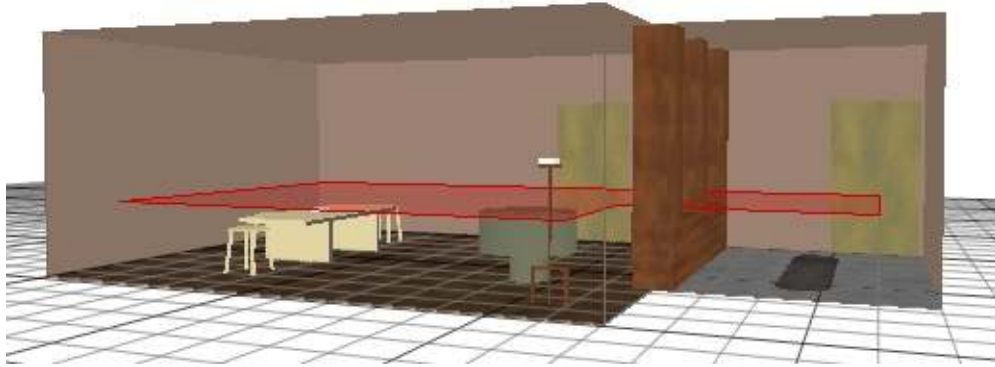
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Maintenance factor	0.67
Total luminous flux of all lamps	2000 lm
Total power	0 W
Total power per area (37.65 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

Average illuminance	E _{av}	0.02 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.06 lx

Πίνακας 5.19-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

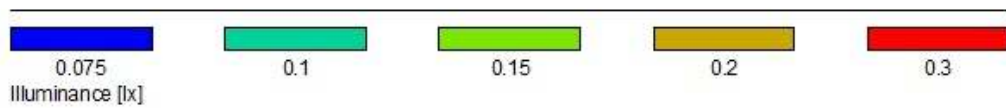
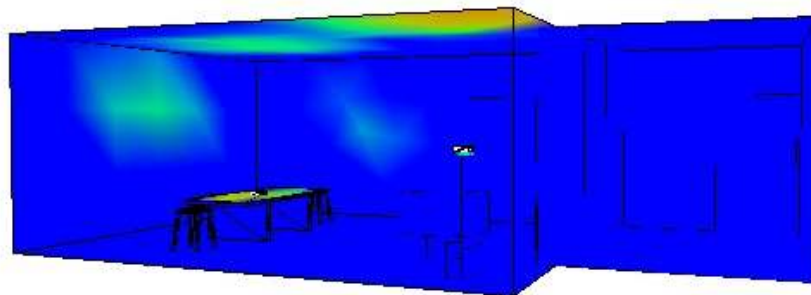
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.18-Προσομοίωση χώρου d και e (προσομοίωση 1)



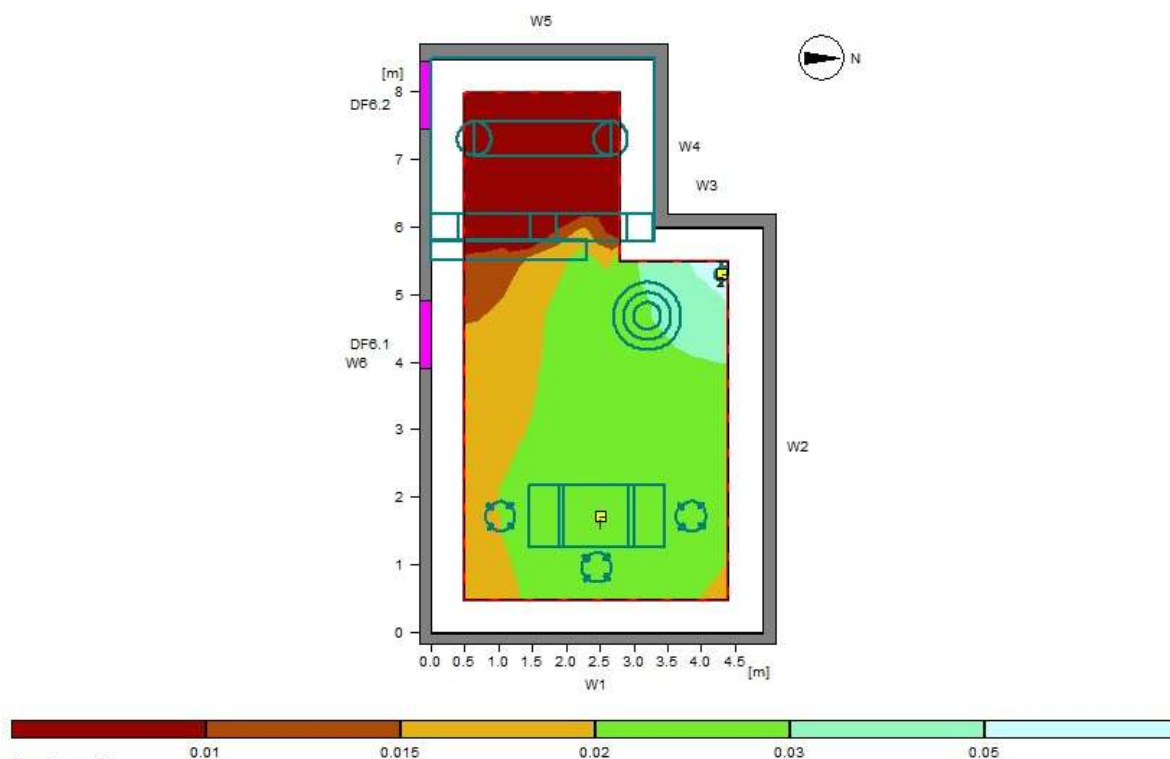
Εικόνα 5.19-Προσομοίωση φωτισμού χώρου d και e (προσομοίωση 1)



Εικόνα 5.20-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου d και e (προσομοίωση 1)

5.2.3.3.2 Προσομοίωση 2

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.21-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

General

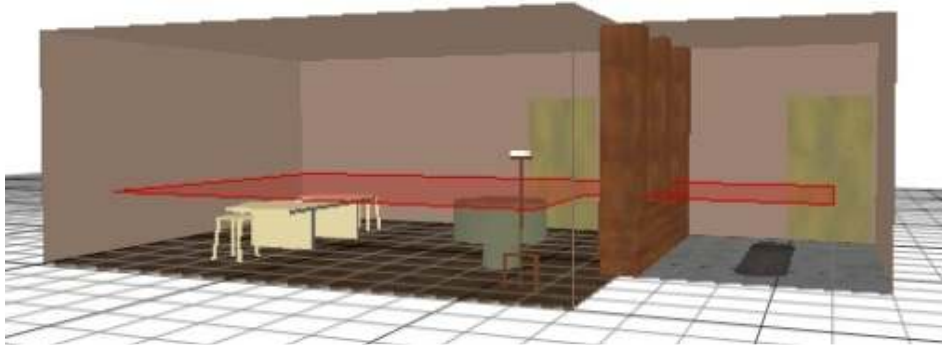
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Maintenance factor	0.67
Total luminous flux of all lamps	2000 lm
Total power	0 W
Total power per area (37.65 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

Average illuminance	E _{av}	0.02 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.05 lx

Πίνακας 5.20-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

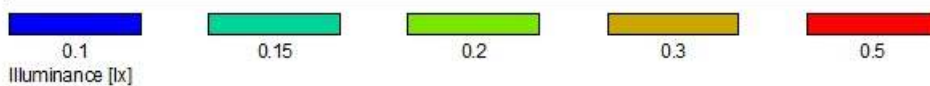
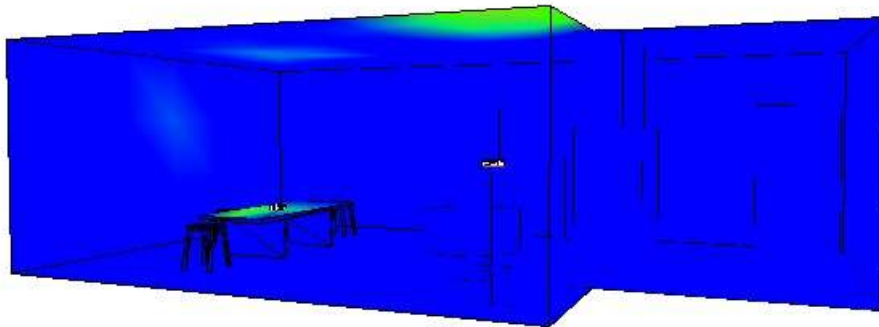
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.22-Προσομοίωση χώρου d και e (προσομοίωση 2)



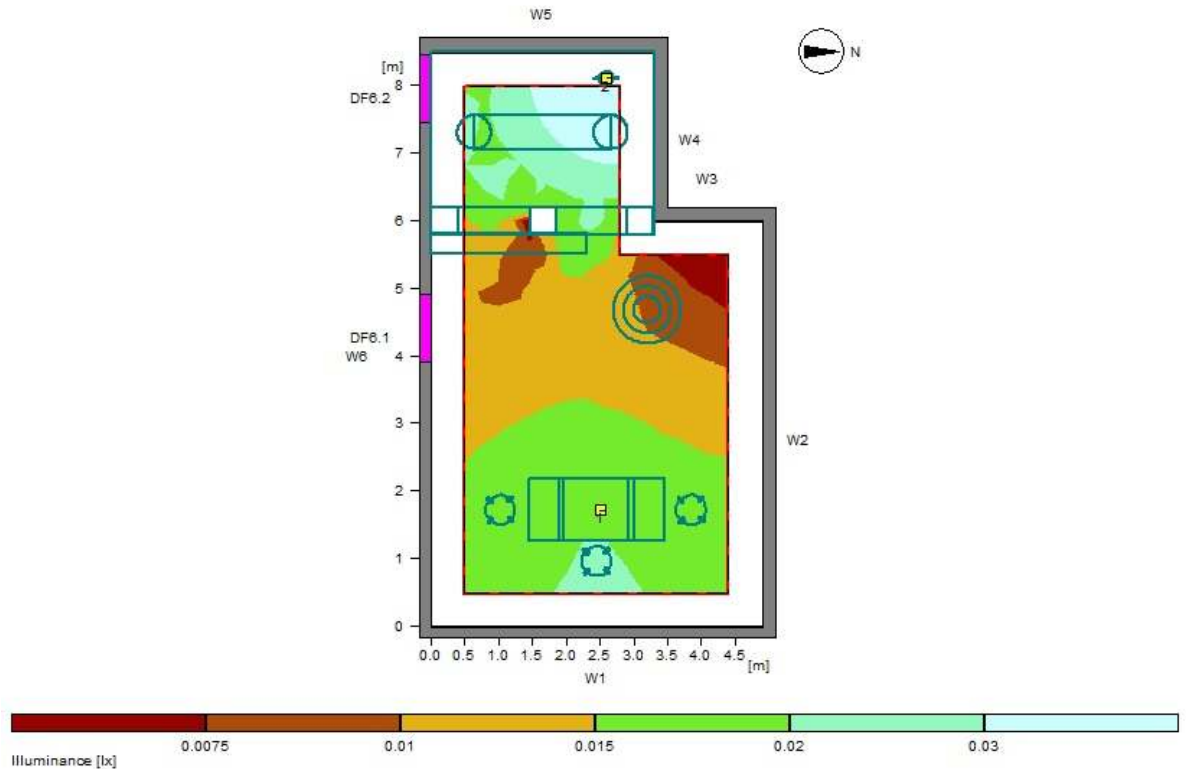
Εικόνα 5.23-Προσομοίωση φωτισμού χώρου d και e (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.24-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου d και e (προσομοίωση 2)

5.2.3.3.3 Προσομοίωση 3

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.25-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 3)

General

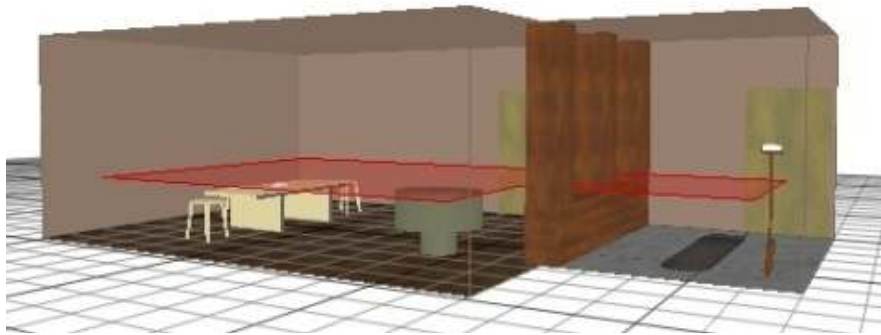
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Maintenance factor	0.67
Total luminous flux of all lamps	2000 lm
Total power	0 W
Total power per area (37.65 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

Average illuminance	E _{av}	0.02 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0.01 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.05 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _m	1:2.51 (0.4)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	1:7.56 (0.13)

Πίνακας 5.21-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 3)

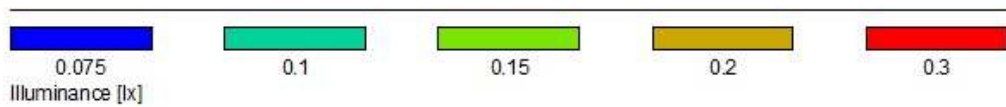
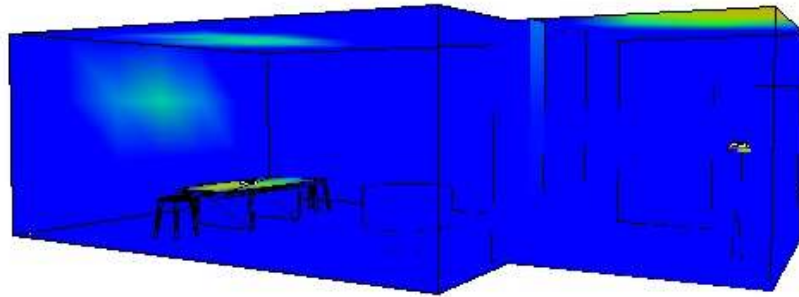
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.26-Προσομοίωση χώρου d και e (προσομοίωση 3)



Εικόνα 5.27-Προσομοίωση φωτισμού χώρου d και e (προσομοίωση 3)



Εικόνα 5.28-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου d και e (προσομοίωση 3)

5.2.4 Χώρος k (ανδρώνας)

Ο ανδρώνας, δηλαδή ο χώρος στον οποίο πραγματοποιούνταν τα συμπόσια, ήταν ένας χώρος τετράγωνου σχήματος, περιελάμβανε συνήθως επτά κρεβάτια/ανάκλιτρα και αποτελούσε το πιο όμορφο και περίτεχνα διακοσμημένο δωμάτιο του σπιτιού. Το πάτωμα του δωματίου είχε μια υπερυψωμένη πλατφόρμα κοντά στους τοίχους, ούτως ώστε να τοποθετούνται επάνω τα κρεβάτια/ανάκλιτρα. Παρά την διακόσμηση όμως και την ποικιλία των χρωμάτων και των υλικών στους τοίχους και στο πάτωμά του, ο χώρος δεν είχε άλλη ιδιαίτερη επίπλωση, καθώς κατά τις ανασκαφές όλοι οι ανδρώνες της αρχαίας Ολύνθου έχουν βρεθεί σχεδόν άδειοι. [2]

Τα υλικά των τοίχων και του δαπέδου καθώς και τυχόν φωτιστικά αντικείμενα, όπως ευρέθησαν κατά τις ανασκαφές στο χώρο, είναι:

Τοίχοι	Δάπεδο	Ευρήματα (μέσα φωτισμού)
Κόκκινοι (με κονίαμα-ζωγραφισμένοι σε κόκκινο χρώμα) με λευκούς ορθοστάτες (σοβατεπί). Χωριζόταν από ένα κίτρινο διαχωριστικό.	Τσιμέντο(υδραυλικό κονίαμα με κύρια συστατικά την άμμο και τον ασβέστη) Το κέντρο ήταν τσιμέντο σε έντονο κίτρινο	---

Πίνακας 5.22-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο k [2]

5.2.4.1 Αρχιτεκτονικά στοιχεία

Οι διαστάσεις του χώρου αυτού όπως προκύπτουν από την κάτοψη είναι οι παρακάτω :

Μήκος	Πλάτος	Ύψος
4,4 m	4,5 m	2,5 m

Πίνακας 5.23-Διαστάσεις χώρου k

Ο συγκεκριμένος χώρος απαρτίζεται από τα εξής:

- Πόρτα

Διαστάσεις: 1,2x1,85 m,

Θέση: X'=1,9, Y'=0 m στον τοίχο W3,

Χρώμα: Linen rgb (0,5652, 0,5229, 0,3353),
συντελεστής ανάκλασης 52,19%

- Επιφάνειες (χρώματα)

Επιφάνεια	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Τοίχος W1	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Τοίχος W2	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Τοίχος W3	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Τοίχος W4	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Ορθοστάτες	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%

Διαχωριστικές λωρίδες	---	0,4112	0,1359	0,0000	20,0%
Πάτωμα	---	0,0500	0,0500	0,0500	5,0%
Κέντρο πατώματος	---	0,4112	0,1359	0,0000	20,0%
Ταβάνι	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%

Πίνακας 5.24-Υλικά επιφανειών χώρου k

▪ Επίπλωση

Τοποθετήθηκαν κάποια απλά τυπικά έπιπλα στο χώρο, ώστε να προσεγγίζουν καλύτερα τις συνθήκες της εποχής. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκε:

Έπιπλο	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Αυτοσχέδιο ξύλινο λυχνοστάτη	wood 01	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%
Επτά κρεβάτια	table 12				

Πίνακας 5.25-Έπιπλα χώρου k

5.2.4.2 Φωτιστικά μέσα

Στο χώρο k, πραγματοποιήθηκαν δύο προσομοιώσεις με ίδιο φωτιστικό μέσο (λύχνος) στην ίδια θέση του χώρου και αυτό που άλλαζε ήταν το υλικό του λυχνοστάτη.

Το μέσο φωτισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι ο λύχνος με λινάρι πλεχτό πάχους 1 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm. (παράγραφος 4.5.2.2.1.1)

Ανάλογα με το υλικό του λυχνοστάτη, προσομοιώθηκαν δύο περιπτώσεις:

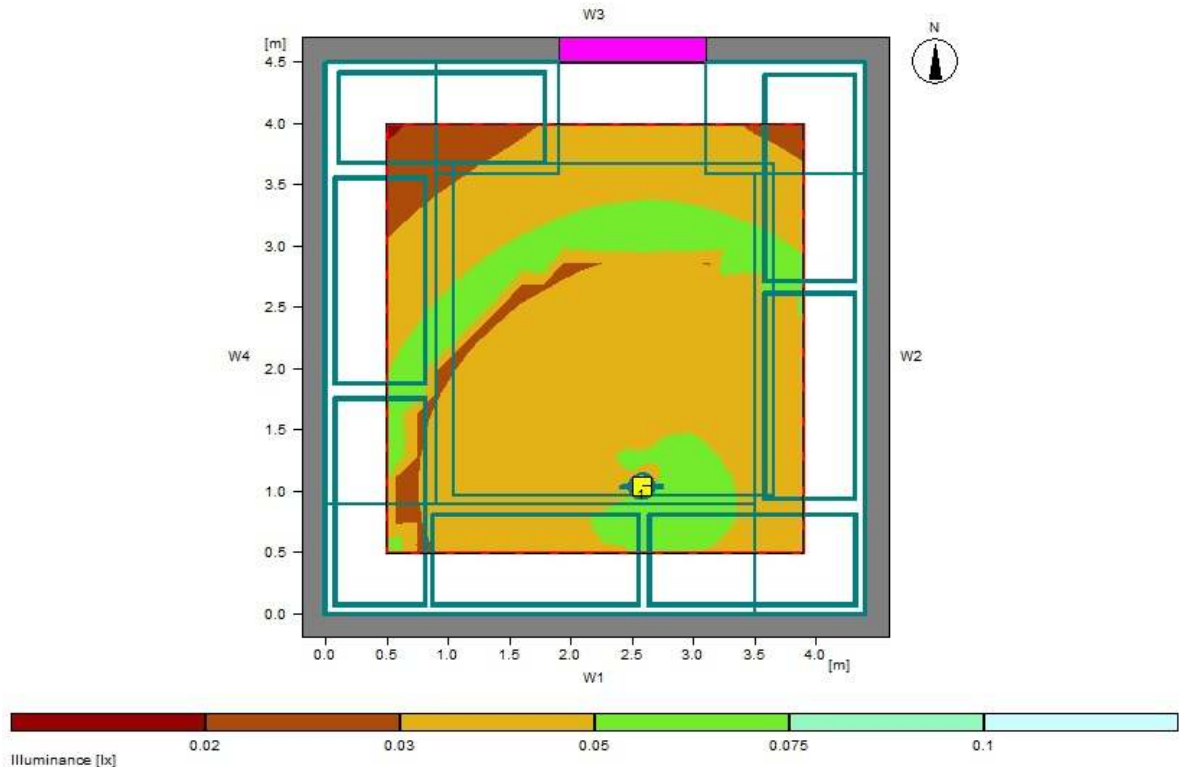
- στην πρώτη, ο λύχνος ήταν από ξύλο
υλικό: wood 01, rgb (0,4502, 0,2707, 0,1541),
συντελεστής ανάκλασης 31,1%
- στη δεύτερη, ο λύχνος ήταν σίδηρο
υλικό: iron, rgb (0,7199, 0,7198, 0,7225),
συντελεστής ανάκλασης 72,0%

5.2.4.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού

Και στις δύο προσομοιώσεις, ο λύχνος τοποθετήθηκε στη θέση $X = 2,58 \text{ m}$, $Y = 1,055 \text{ m}$, $Z = 1,28 \text{ m}$, επάνω στον λυχνοστάτη.

5.2.4.3.1 Προσομοίωση 1

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.29-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

General

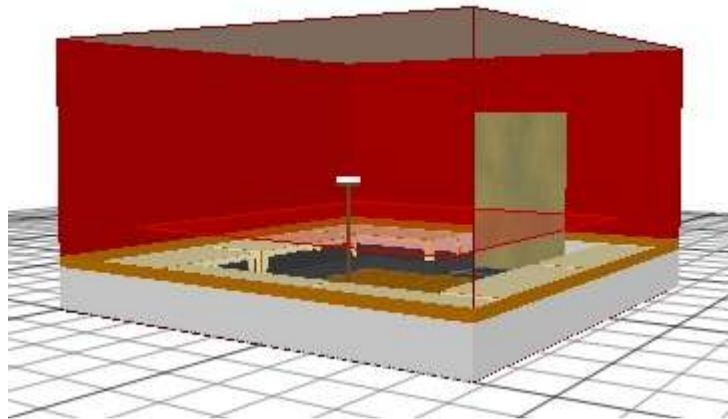
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Height of luminaire plane	1.28 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	1000 lm
Total power	0 W
Total power per area (19.80 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

Average illuminance	E _{av}	0.04 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0.02 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.07 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _m	1:2.08 (0.48)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	1:3.48 (0.29)

Πίνακας 5.26-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

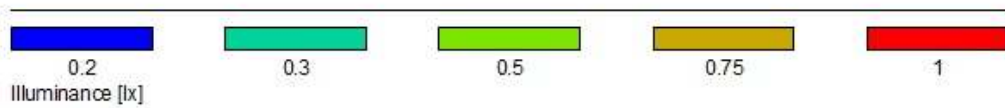
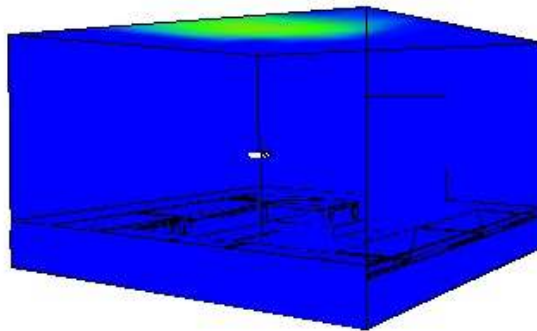
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.30-Προσομοίωση χώρου k (προσομοίωση 1)



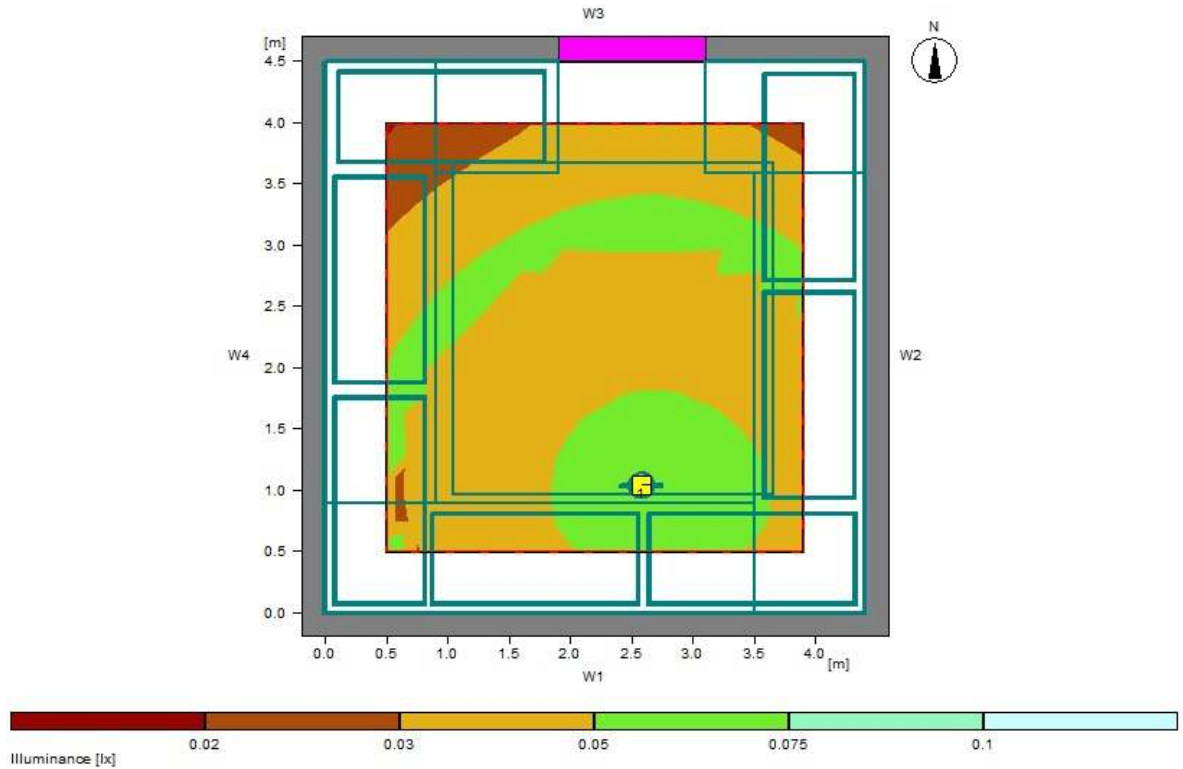
Εικόνα 5.31-Προσομοίωση φωτισμού χώρου k (προσομοίωση 1)



Εικόνα 5.32-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου k (προσομοίωση 1)

5.2.4.3.2 Προσομοίωση 2

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.33-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

General

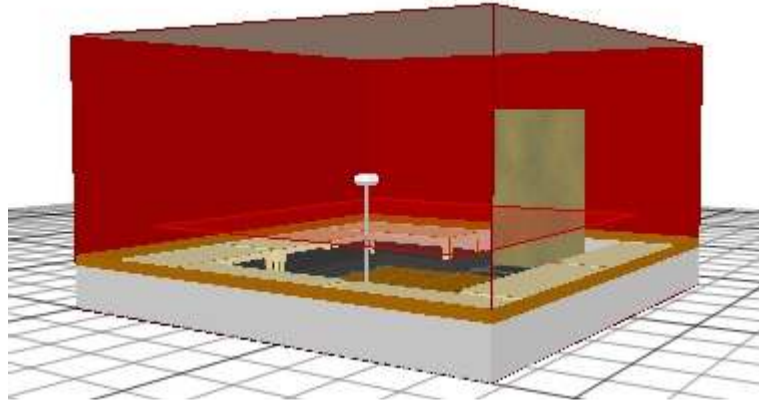
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Height of luminaire plane	1.28 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	1000 lm
Total power	0 W
Total power per area (19.80 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

Average illuminance	E _{av}	0.04 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0.02 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.07 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _m	1:2.14 (0.47)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	1:3.48 (0.29)

Πίνακας 5.27-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

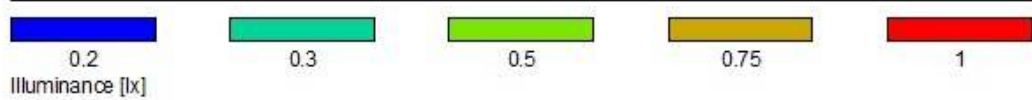
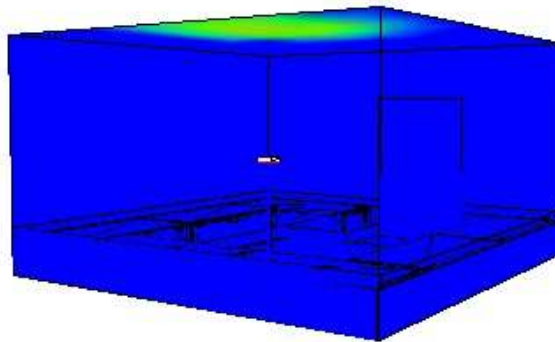
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.34-Προσομοίωση χώρου k (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.35-Προσομοίωση φωτισμού χώρου k (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.36-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου k (προσομοίωση 2)

5.3 House of many colors (Βίλλα)

Το "House of many colors", όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 2, είναι το δεύτερο από τα δύο χαρακτηριστικά σπίτια της αρχαίας Ολύνθου που αποτελούν αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Σε αντίθεση με το "House A vii 4" που είναι ένα κανονικό τυπικό σπίτι, το "House of many colors" είναι μία βίλλα και ανήκει στην περιοχή των βιλλών της Ολύνθου.

Οι εσωτερικοί χώροι του α' ορόφου που επιλέχθηκαν για την προσομοίωση είναι :

- ❖ Οι χώροι a και b, που αποτελούν τους χώρους εργαστηρίου, όπου πραγματοποιούνται υφαντικές εργασίες,
- ❖ Ο χώρος c, που αποτελεί, πιθανόν, το δωμάτιο υποδοχής ξένων ή το υπνοδωμάτιο,
- ❖ Ο χώρος d, που αποτελεί τον ανδρόνα, δηλαδή το χώρο του συμποσίου,
- ❖ Οι χώροι g, h και k, που αποτελούν το συγκρότημα κουζίνας-οίκου,
- ❖ Ο χώρος l, που αποτελεί την εξέδρα, δηλαδή το θερινό καθημερινό δωμάτιο. [2]

Το οριζόντιο επίπεδο αναφοράς στο οποίο ελήφθησαν οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού τοποθετήθηκε στα 0,75 m ύψος από το δάπεδο και 0,5 m απόσταση από τον τοίχο. Για το ύψος των δωματίων, τις πόρτες των χώρων και τους ορθοστάτες ισχύουν οι ίδιες παραδοχές με αυτές του σπιτιού "House A vii 4". (παράγραφος 5.2)

5.3.1 Χώροι a και b (εργαστήριο για υφαντικές εργασίες)

Τα δύο αυτά βόρεια δωμάτια της βίλλας χωρίζονταν με κολώνες, αντί για τοίχο μεταξύ τους, όπως ακριβώς το συγκρότημα κουζίνας-οίκου. Το δωμάτιο a είχε ταβάνι αλλά το δωμάτιο b ήταν σε κάποιο σημείο χωρίς σκεπή, με αποτέλεσμα να είναι ανοιχτό στον ουρανό. Επειδή όμως, σ' αυτούς τους χώρους δεν υπάρχουν ενδείξεις για μαγείρεμα, ούτε ανάλογα ευρήματα, γίνεται η υπόθεση ότι, αυτό το κενό στο ταβάνι εξυπηρετούσε μάλλον το φωτισμό του χώρου, παρά την διαφυγή του καπνού. Το γεγονός που ισχυροποιεί αυτή την υπόθεση είναι ότι στο χώρο a βρέθηκαν 41 βαρίδια για αργαλειό και στο χώρο b άλλα 34 και, συνεπώς, θα μπορούσαν να υπάρχουν δύο αργαλειοί σ' αυτούς τους ευάερους, πλην στεγασμένους, χώρους. [2]

Τα υλικά των τοίχων και του δαπέδου καθώς και τυχόν φωτιστικά αντικείμενα, όπως ευρέθησαν κατά τις ανασκαφές στο χώρο a, είναι:

Τοίχοι	Δάπεδο	Ευρήματα (μέσα φωτισμού)
Άσπροι (ασβεστομένοι-μόνο με κονίαμα χωρίς χρώμα)	Χωμάτινο (έδαφος)	---

Πίνακας 5.28-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο a [2]

και στον χώρο b είναι:

Τοίχοι	Δάπεδο	Ευρήματα (μέσα φωτισμού)
Άσπροι (ασβεστομέντοι-μόνο με κονίαμα χωρίς χρώμα)	Χωμάτινο (έδαφος)	Λυχνάρι (1)

Πίνακας 5.29-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο b [2]

5.3.1.1 Αρχιτεκτονικά στοιχεία

Οι διαστάσεις του χώρου a, όπως προκύπτουν από την κάτοψη, είναι οι παρακάτω :

Μήκος	Πλάτος	Ύψος
4,4 m	4,71 m	2,5 m

Πίνακας 5.30-Διαστάσεις χώρου a

και του χώρου b είναι οι ακόλουθες:

Μήκος	Πλάτος	Ύψος
2,2 m	4,71 m	2,5 m

Πίνακας 5.31-Διαστάσεις χώρου b

Ο συγκεκριμένος χώρος απαρτίζεται από τα εξής:

- Πόρτα

1) Διαστάσεις: 1,0x1,85 m,
 Θέση: X'=0,3, Y'=0 m στον τοίχο W1,
 Χρώμα: Linen rgb (0,5652, 0,5229, 0,3353),
 συντελεστής ανάκλασης 52,19%

2) Διαστάσεις: 1,3x1,85 m,
 Θέση: X'=2,6, Y'=0 m στον τοίχο W1,
 Χρώμα: Linen rgb (0,5652, 0,5229, 0,3353),
 συντελεστής ανάκλασης 52,19%

- Παράθυρο ή φεγγίτης

1) Διαστάσεις: 1,1x4,71 m,
 Θέση: X'=5,9, Y'=0 m στο ταβάνι,
 Χρώμα: default Glass rgb (0,7628, 0,7628, 0,7628),
 συντελεστής ανάκλασης 76,28%

- Επιφάνειες (χρώματα)

Επιφάνεια	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Τοίχος W1	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Τοίχος W2	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Τοίχος W3	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%

Τοίχος W4	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Πάτωμα	soil 01	0,3201	0,2311	0,1522	25,0%
Ταβάνι	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%
Κολώνες	wood 01	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%

Πίνακας 5.32-Υλικά επιφανειών χώρου a και b

▪ Επίπλωση

Τοποθετήθηκαν κάποια απλά τυπικά έπιπλα στο χώρο, ώστε να προσεγγίζουν καλύτερα τις συνθήκες της εποχής. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκε:

Έπιπλο	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Αυτοσχέδιος ξύλινος λυχνοστάτης	wood 01	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%
Δύο αυτοσχέδιοι κάθετοι αργαλειοί	wood 01 (για δοκάρια)	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%
	linen (για κλωστές)	0,5652	0,5229	0,3353	52,19%
Σκαμπό	bar stool (birch)				

Πίνακας 5.33-Έπιπλα χώρου a και b

5.3.1.2 Φωτιστικά μέσα

Στον ενιαίο χώρο a και b, πραγματοποιήθηκαν προσομοιώσεις με ένα ή δύο ίδιου τύπου φωτιστικά μέσα (λύχνοι) σε διάφορες θέσεις του χώρου.

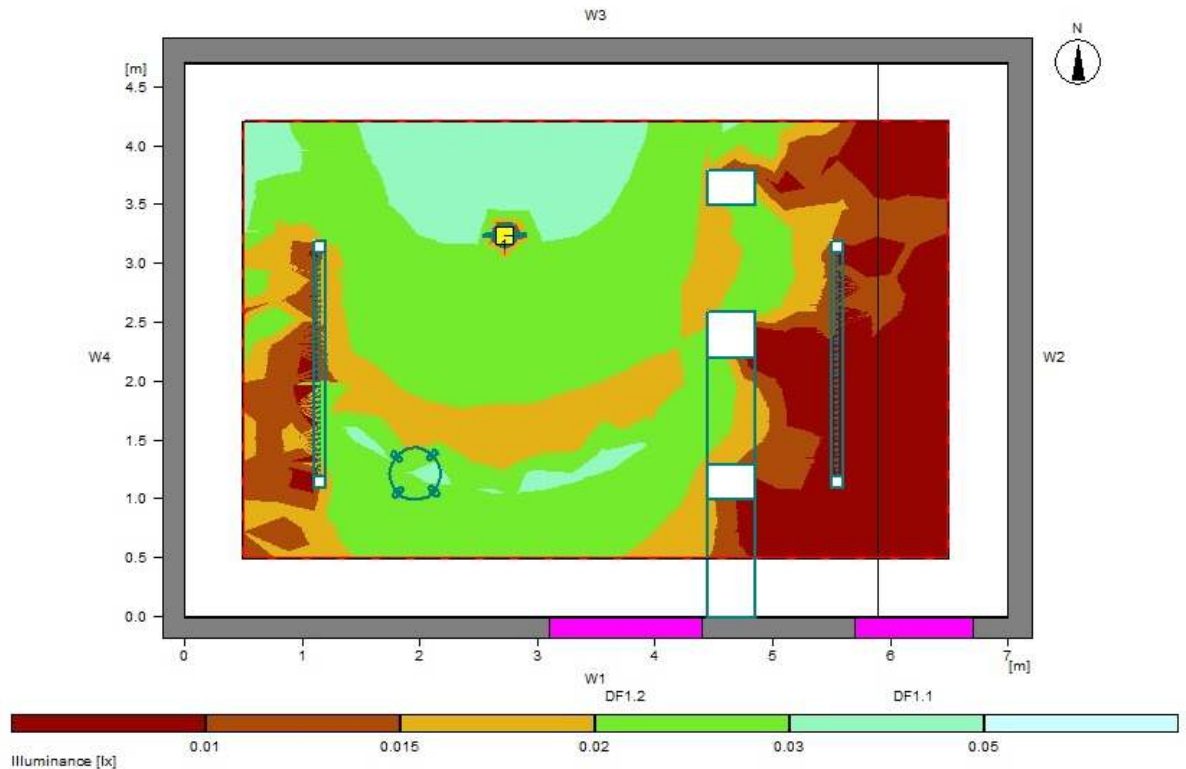
Ανάλογα με την ποσότητα των λύχνων, προσομοιώθηκαν δύο περιπτώσεις:

1. Στην πρώτη, ο λύχνος ήταν με φυτίλι από λινάρι πλεχτό πάχους 1 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm (παράγραφος 4.5.2.2.1.1) τοποθετημένος στη θέση $X = 2,552 \text{ m}$, $Y = 3,348 \text{ m}$, $Z = 1,28 \text{ m}$, επάνω στο ξύλινο λυχνοστάτη.
2. Στη δεύτερη, ο κάθε λύχνος ήταν με φυτίλι από λινάρι πλεχτό πάχους 1 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm (παράγραφος 4.5.2.2.1.1). Ο πρώτος ήταν τοποθετημένος στη θέση $X = 1,961 \text{ m}$, $Y = 1,224 \text{ m}$, $Z = 0,54 \text{ m}$, επάνω στο σκαμπό και ο δεύτερος ήταν τοποθετημένος στη θέση $X = 5,495 \text{ m}$, $Y = 4,006 \text{ m}$, $Z = 1,28 \text{ m}$, επάνω στο ξύλινο λυχνοστάτη.

5.3.1.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού

5.3.1.3.1 Προσομοίωση 1

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.37-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

General

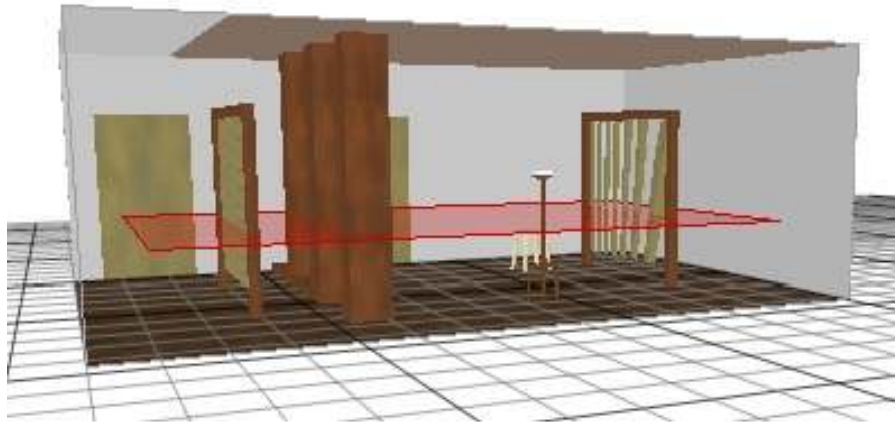
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Height of luminaire plane	1.28 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	1000 lm
Total power	0 W
Total power per area (32.97 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

Average illuminance	E _{av}	0.02 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.04 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _m	1:5.25 (0.19)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	1:10.3 (0.1)

Πίνακας 5.34-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

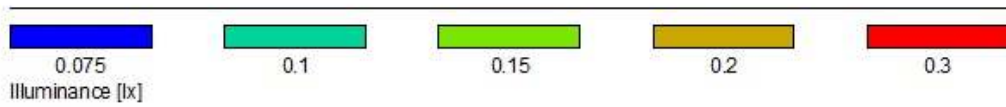
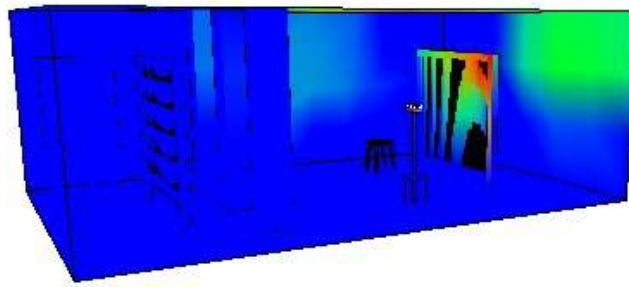
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.38-Προσομοίωση χώρου a και b (προσομοίωση 1)



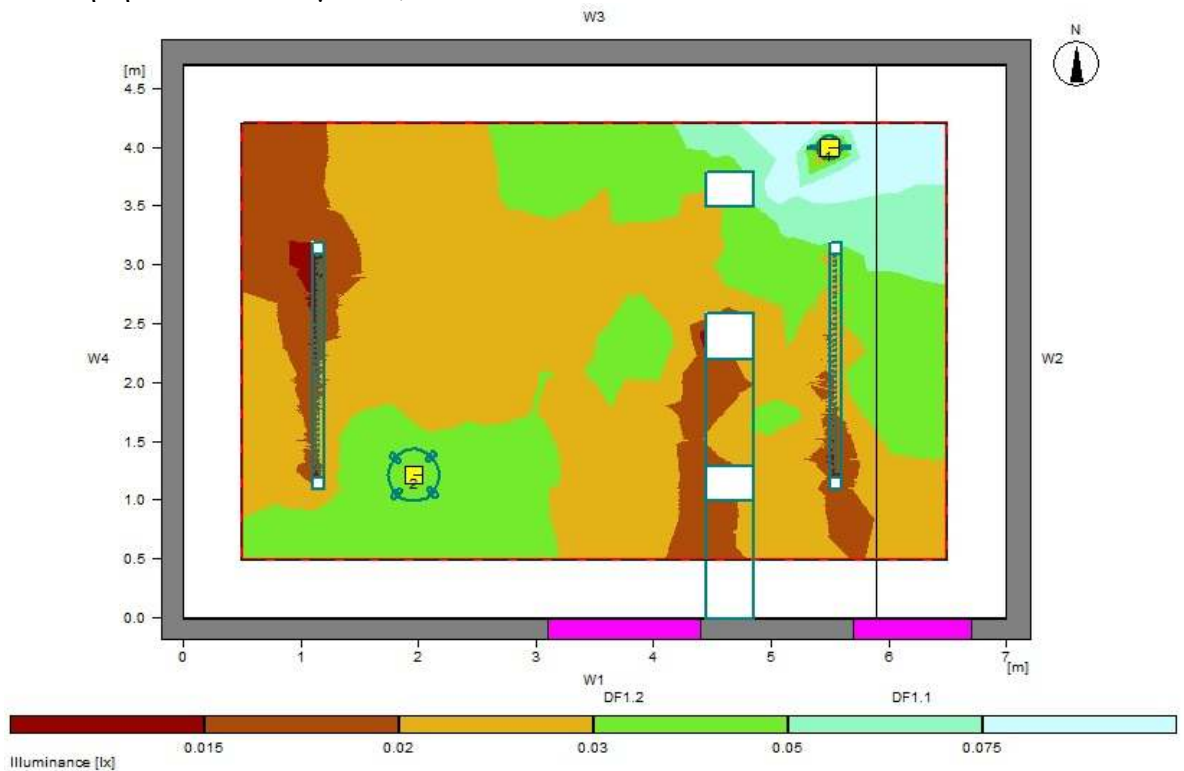
Εικόνα 5.39-Προσομοίωση φωτισμού χώρου a και b (προσομοίωση 1)



Εικόνα 5.40-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου α και β (προσομοίωση 1)

5.3.1.3.2 Προσομοίωση 2

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.41-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

General

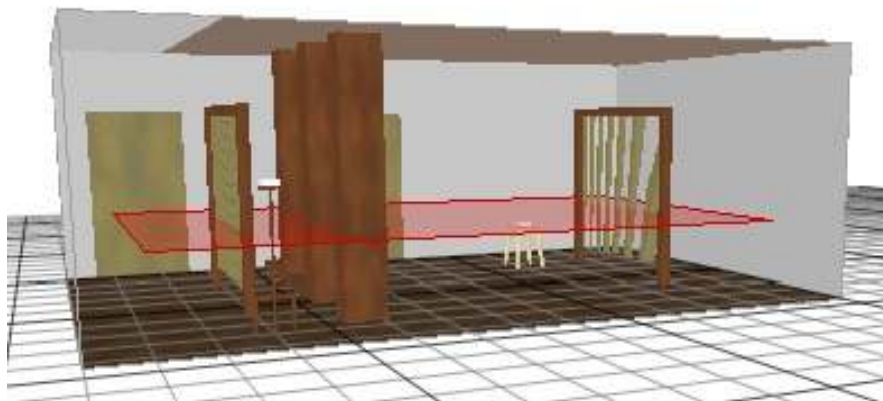
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	2000 lm
Total power	0 W
Total power per area (32.97 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

Average illuminance	E _{av}	0.03 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0.02 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.09 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _m	1:2.01 (0.5)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	1:5.94 (0.17)

Πίνακας 5.35-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

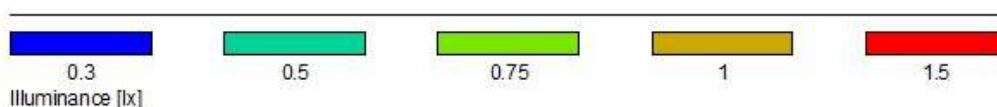
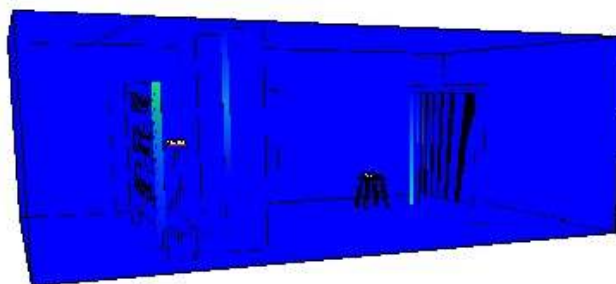
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.42-Προσομοίωση χώρου a και b (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.43-Προσομοίωση φωτισμού χώρου a και b (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.44-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου a και b (προσομοίωση 2)

5.3.2 Χώρος c (υπνοδωμάτιο)

Όπως όλα τα βόρεια δωμάτια, έτσι και η χρήση του δωματίου c δεν είναι βέβαιη. Η πολύχρωμη διακόσμηση αποτελεί ένα σημαντικό στοιχείο για να ενισχυθεί η υπόθεση ότι το δωμάτιο αυτό ήταν ένα δωμάτιο υποδοχής ξένων ή ακόμη και υπνοδωμάτιο. Στη νοτιοανατολική γωνία του χώρου βρέθηκε μία κόκκινη δεξαμενή νερού-φρέαρ. [2]

Τα υλικά των τοίχων και του δαπέδου καθώς και τυχόν φωτιστικά αντικείμενα, όπως ευρέθησαν κατά τις ανασκαφές στο χώρο c, είναι:

Τοίχοι	Δάπεδο	Ευρήματα (μέσα φωτισμού)
Κόκκινοι (με κονίαμα ζωγραφισμένοι σε κόκκινο χρώμα) με άσπρους ορθοστάτες (σοβατεπι)	Τσιμέντο(υδραυλικό κονίαμα με κύρια συστατικά την άμμο και τον ασβέστη) σε κίτρινο χρώμα	---

Πίνακας 5.36-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο c [2]

5.3.2.1 Αρχιτεκτονικά στοιχεία

Οι διαστάσεις του χώρου αυτού όπως προκύπτουν από την κάτοψη είναι οι παρακάτω :

Μήκος	Πλάτος	Ύψος
3,8 m	4,71 m	2,5 m

Πίνακας 5.37-Διαστάσεις χώρου c

Ο συγκεκριμένος χώρος απαρτίζεται από τα εξής:

- Πόρτα

Διαστάσεις: 1,2x1,85 m,

Θέση: X'=1,2, Y'=0 m στον τοίχο W1,

Χρώμα: Linen rgb (0,5652, 0,5229, 0,3353),
 συντελεστής ανάκλασης 52,19%

- Επιφάνειες (χρώματα)

Επιφάνεια	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Τοίχος W1	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Τοίχος W2	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Τοίχος W3	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Τοίχος W4	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Ορθοστάτες	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Πάτωμα	---	0,4112	0,1359	0,0000	20,0%
Ταβάνι	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%

Πίνακας 5.38-Υλικά επιφανειών χώρου c

- Επίπλωση

Τοποθετήθηκαν κάποια απλά τυπικά έπιπλα στο χώρο, ώστε να προσεγγίζουν καλύτερα τις συνθήκες της εποχής. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκε:

Έπιπλο	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Δύο κρεβάτια	table 12				
Σκαμπό	bar stool (birch)				
Αυτοσχέδιος ξύλινος λυχνοστάτης	wood 01	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%

Πίνακας 5.39-Έπιπλα χώρου c

5.3.2.2 Φωτιστικά μέσα

Στο χώρο c, πραγματοποιήθηκαν δύο προσομοιώσεις με το ίδιο φωτιστικό μέσο σε δύο διαφορετικές θέσεις του χώρου.

Το μέσο φωτισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι ο λύχνος με φυτίλι από κάνναβη πλεκτή πάχους 0,5 cm και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1cm. (παράγραφος 4.5.2.2.1.3)

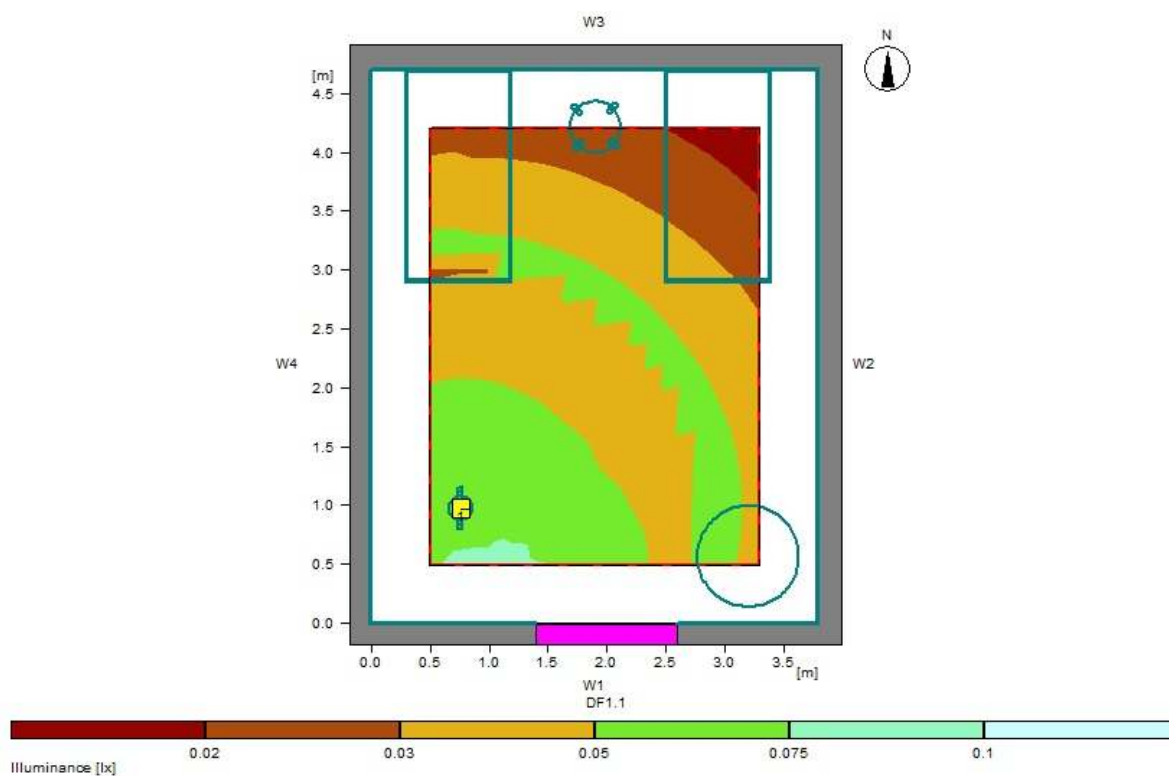
5.3.2.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού

Ανάλογα με την θέση του λύχνου, προσομοιώθηκαν δύο περιπτώσεις:

1. στην πρώτη, ο λύχνος τοποθετήθηκε επάνω στον ξύλινο λυχνοστάτη, στη θέση $X = 0,758 \text{ m}$, $Y = 0,986 \text{ m}$, $Z = 1,28 \text{ m}$
2. στη δεύτερη, τοποθετήθηκε επάνω στο σκαμπό, στη θέση $X = 1,9 \text{ m}$, $Y = 4,23 \text{ m}$, $Z = 0,54 \text{ m}$.

5.3.2.3.1 Προσομοίωση 1

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.45-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

General

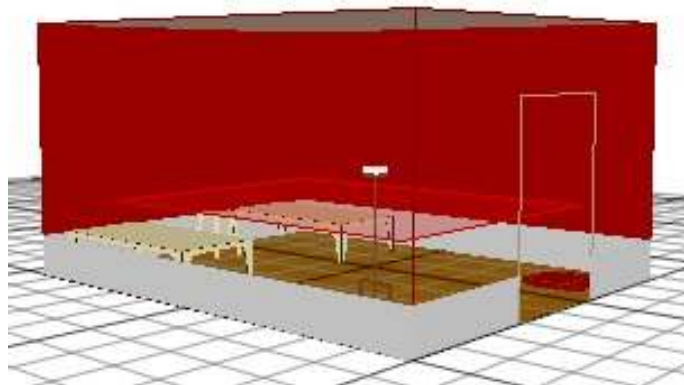
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Height of luminaire plane	1.28 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	1000 lm
Total power	0 W
Total power per area (17.90 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

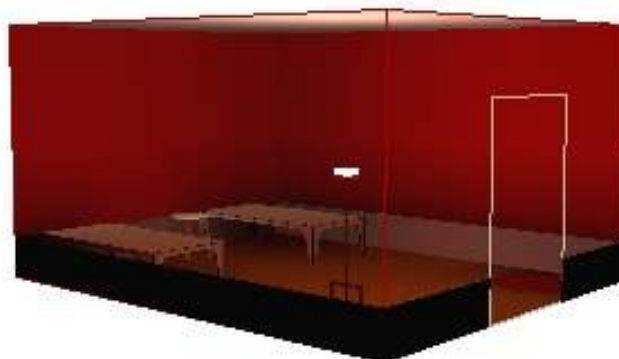
Average illuminance	E _{av}	0.04 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0.02 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.08 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _m	1:2.67 (0.37)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	1:4.58 (0.22)

Πίνακας 5.40-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

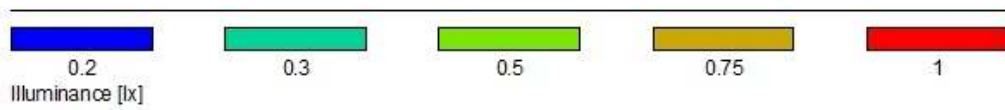
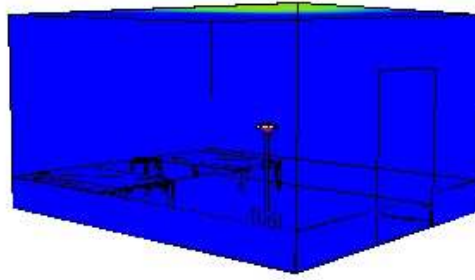
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.46-Προσομοίωση χώρου c (προσομοίωση 1)



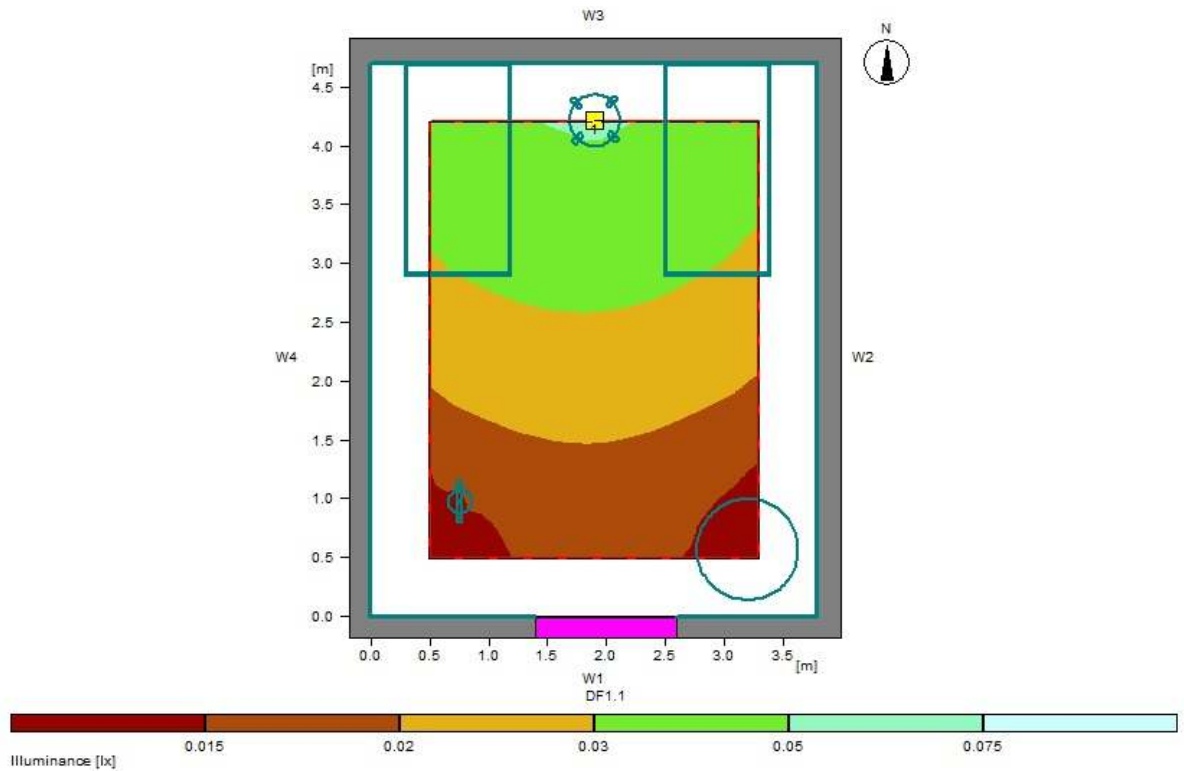
Εικόνα 5.47-Προσομοίωση φωτισμού χώρου c(προσομοίωση 1)



Εικόνα 5.48-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου c (προσομοίωση 1)

5.3.2.3.2 Προσομοίωση 2

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.49-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

General

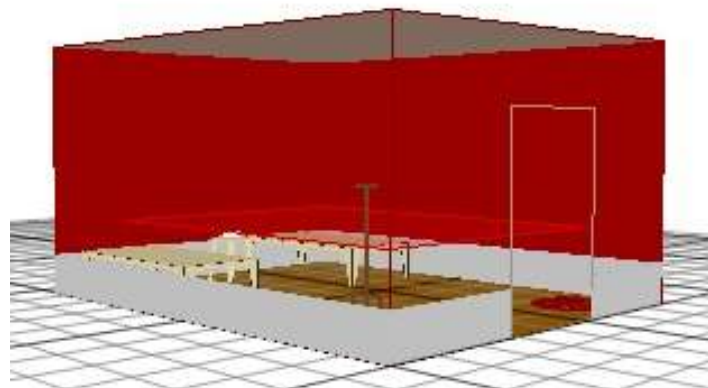
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Height of luminaire plane	0.54 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	1000 lm
Total power	0 W
Total power per area (17.90 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

Average illuminance	E _{av}	0.03 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0.01 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.05 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _m	1:2.38 (0.42)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	1:4.5 (0.22)

Πίνακας 5.41-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

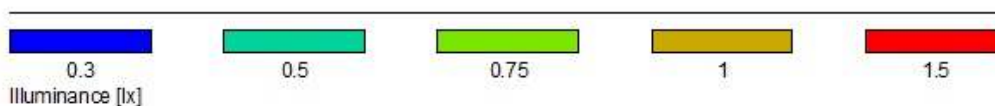
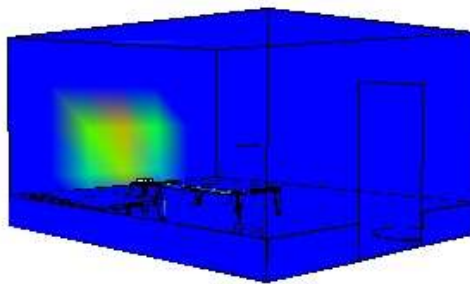
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.50-Προσομοίωση χώρου c (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.51-Προσομοίωση φωτισμού χώρου c(προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.52-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου c (προσομοίωση 2)

5.3.3 Χώρος d (ανδρώνας)

Στη βορειοανατολική γωνία της βίλλας, βρισκόταν ο ανδρώνας, ένα τετράγωνο δωμάτιο, κατεξοχήν χώρος σύναξης ανδρών, που προοριζόταν για να φιλοξενεί τα συμπόσια. Ξεχώριζε από τα υπόλοιπα δωμάτια καθώς το πάτωμά του είχε μία υπερυψωμένη πλατφόρμα, πάνω στην οποία τοποθετούνταν τα κρεβάτια/ανάκλιτρα, συνήθως επτά σε αριθμό. Ο ανδρώνας είχε την πιο περίτεχνη και ιδιαίτερη διακόσμηση σε σχέση με τους άλλους χώρους της βίλλας. Κάποια ελάχιστα θραύσματα που ευρέθησαν με πολύχρωμα λουλούδια δίνουν μία μικρή εικόνα του εσωτερικού διάκοσμου του συγκεκριμένου χώρου.[2]

Τα υλικά των τοίχων και του δαπέδου καθώς και τυχόν φωτιστικά αντικείμενα, όπως ευρέθησαν κατά τις ανασκαφές στο χώρο d, είναι:

Τοίχοι	Δάπεδο	Ευρήματα (μέσα φωτισμού)
Στο άνω μέρος κόκκινοι (με κονίαμα ζωγραφισμένοι σε κόκκινο χρώμα) με κίτρινους ορθοστάτες (σοβατεπί) με ύψος 0,9 m. Χωριζόταν το άνω μέρος του κάθε τοίχου από τους ορθοστάτες με μία ή περισσότερες μπλε ταινίες.	Τσιμέντο(υδραυλικό κονίαμα με κύρια συστατικά την άμμο και τον ασβέστη) σε κίτρινο χρώμα Το κέντρο του δαπέδου ήταν από κομμάτια μαρμάρου μέσα σε τσιμέντο.	---

Πίνακας 5.42-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο d [2]

5.3.3.1 Αρχιτεκτονικά στοιχεία

Οι διαστάσεις του χώρου αυτού όπως προκύπτουν από την κάτοψη είναι οι παρακάτω :

Μήκος	Πλάτος	Ύψος
4,71 m	4,71 m	2,5 m

Πίνακας 5.43-Διαστάσεις χώρου d

Ο συγκεκριμένος χώρος απαρτίζεται από τα εξής:

- Πόρτα

Διαστάσεις: 1,3x1,85 m,

Θέση: X'=1,2, Y'=0 m στον τοίχο W1,

Χρώμα: Linen rgb (0,5652, 0,5229, 0,3353),
 συντελεστής ανάκλασης 52,19%

- Παράθυρο ή φεγγίτης

Διαστάσεις: 3,7x1,1 m,

Θέση: X'=0,9, Y'=0,75 m στον τοίχο W2,

Χρώμα: default Glass rgb (0,8715, 0,8715, 0,8715),
 συντελεστής ανάκλασης 87,15%

- Επιφάνειες (χρώματα)

Επιφάνεια	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Τοίχος W1	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Τοίχος W2	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Τοίχος W3	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Τοίχος W4	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Ορθοστάτες	---	0,4112	0,1359	0,0000	20,0%
Διαχωριστικές λωρίδες	---	0,0000	0,0129	0,6367	5,0%
Πάτωμα	---	0,4112	0,1359	0,0000	20,0%
Κέντρο πατώματος	marble 02	0,6275	0,6577	0,6648	65,0%
Ταβάνι	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%

Πίνακας 5.44-Υλικά επιφανειών χώρου d

- Επίπλωση

Τοποθετήθηκαν κάποια απλά τυπικά έπιπλα στο χώρο, ώστε να προσεγγίζουν καλύτερα τις συνθήκες της εποχής. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκε:

Έπιπλο	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Αυτοσχέδιος ξύλινος λυχνοστάτης	wood 01	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%
Επτά κρεβάτια	table 12				

5.3.3.2 Φωτιστικά μέσα

Στο χώρο d, πραγματοποιήθηκαν δύο προσομοιώσεις με διαφορετικό φωτιστικό μέσο (λύχνος) στην ίδια θέση του χώρου.

Ανάλογα με το φωτιστικό μέσο, προσομοιώθηκαν δύο περιπτώσεις:

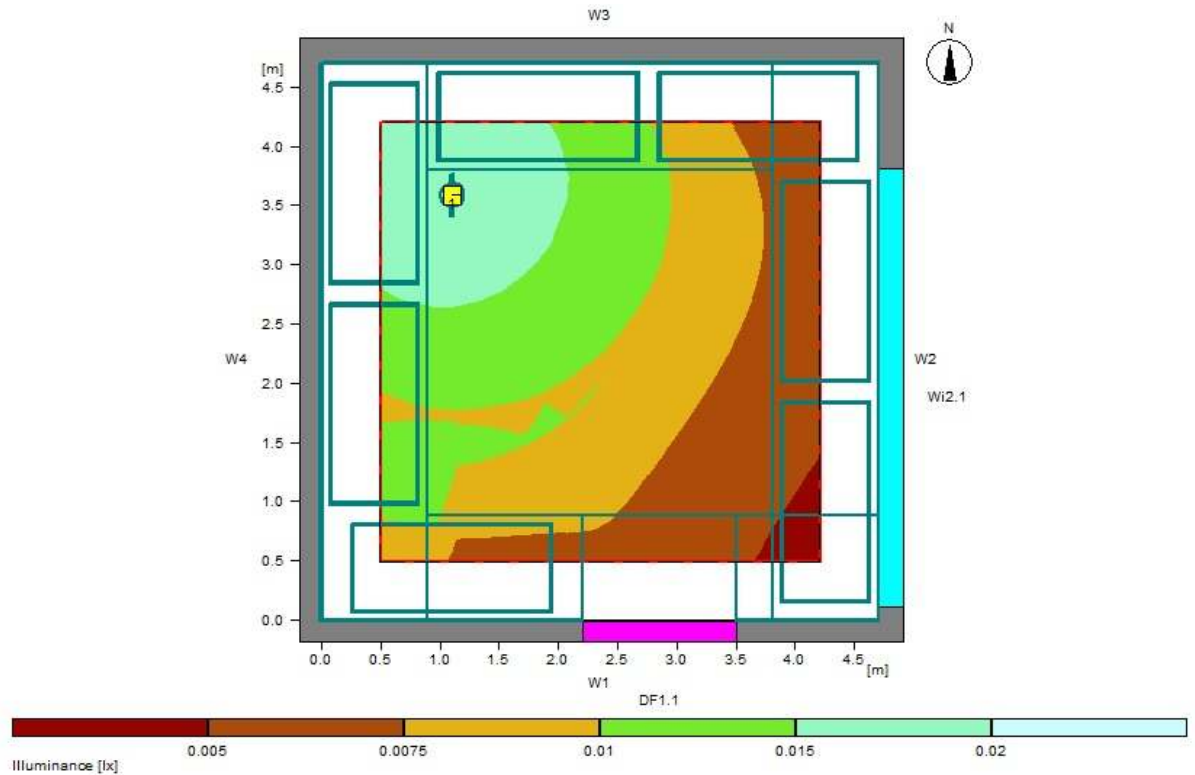
1. στην πρώτη, ο λύχνος ήταν το κεραμικό μπωλ (τύπου αλατοδοχείου) με φυτίλι από λουμίνι και ελαιόλαδο (παράγραφος 4.5.2.1.1.1)
2. στη δεύτερη, ο λύχνος ήταν το κεραμικό μπωλ (τύπου αλατοδοχείου) μεγαλύτερου μεγέθους με φυτίλι από λουμίνι και ελαιόλαδο (παράγραφος 4.5.2.1.1.4)

5.3.3.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού

Και στις δύο προσομοιώσεις, ο λύχνος τοποθετήθηκε στη θέση $X = 1,106 \text{ m}$, $Y = 3,598 \text{ m}$, $Z = 1,28 \text{ m}$, επάνω στον λυχνοστάτη.

5.3.3.3.1 Προσομοίωση 1

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.53-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

General

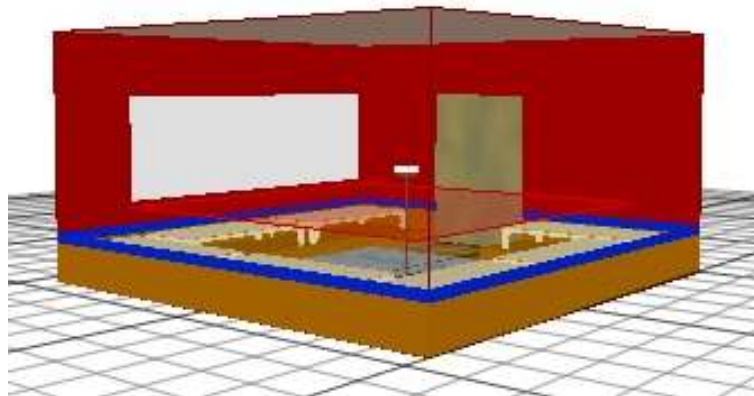
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Height of luminaire plane	1.28 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	1000 lm
Total power	0 W
Total power per area (22.18 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

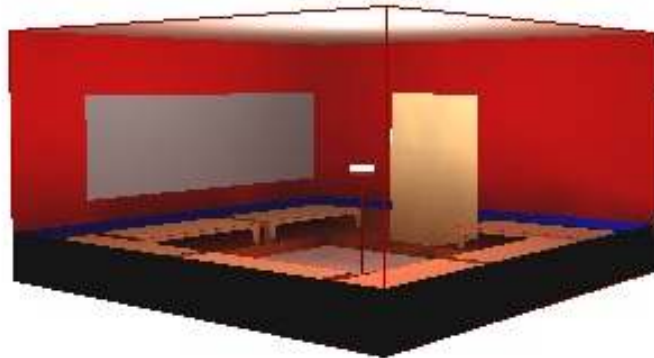
Average illuminance	E_{av}	0.01 lx
Minimum illuminance	E_{min}	0 lx
Maximum illuminance	E_{max}	0.02 lx
Uniformity g1	E_{min}/E_m	1:2.45 (0.41)
Uniformity g2	E_{min}/E_{max}	1:4.38 (0.23)

Πίνακας 5.46-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

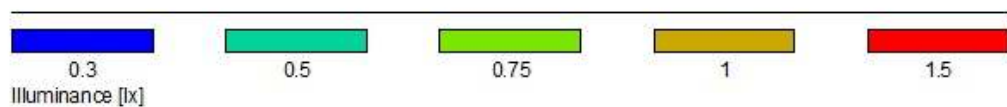
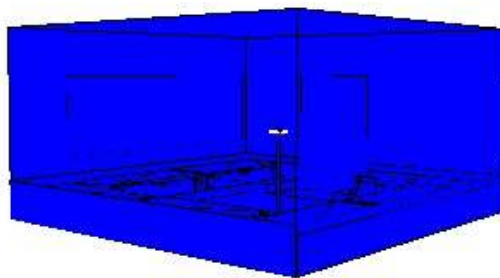
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.54-Προσομοίωση χώρου d (προσομοίωση 1)



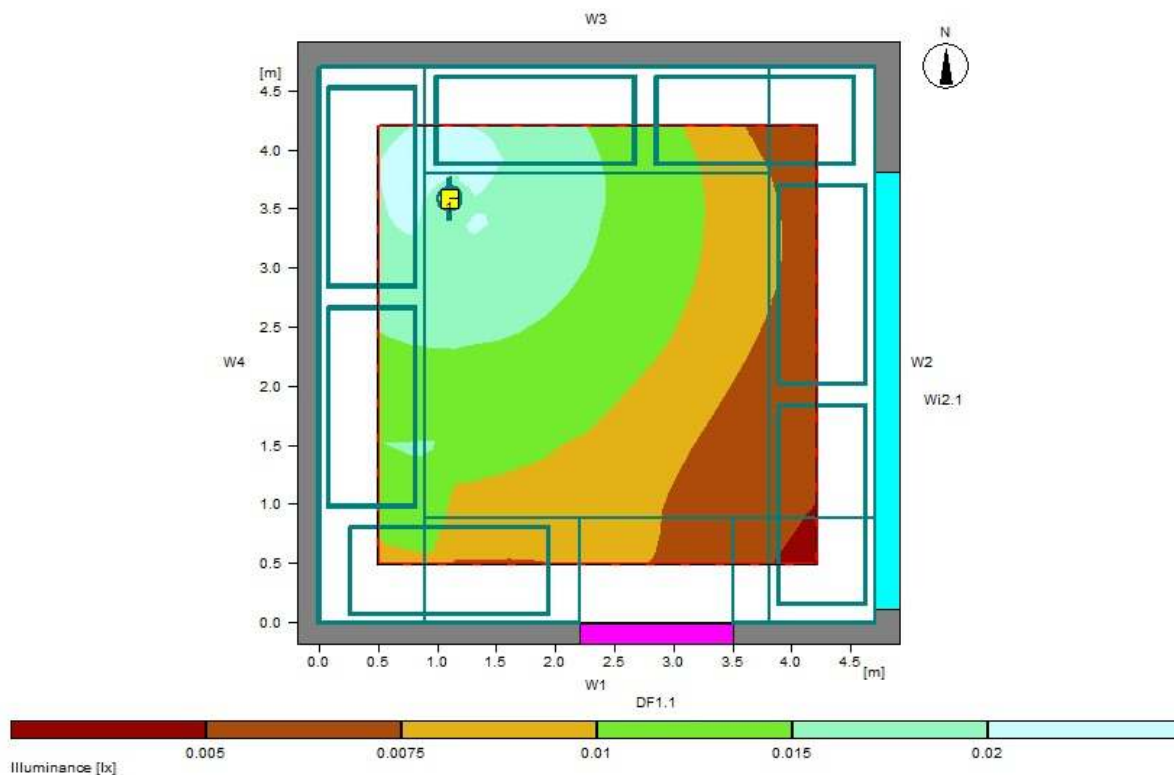
Εικόνα 5.55-Προσομοίωση φωτισμού χώρου d(προσομοίωση 1)



Εικόνα 5.56-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου d (προσομοίωση 1)

5.3.3.3.2 Προσομοίωση 2

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.57-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

General

Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Height of luminaire plane	1.28 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	1000 lm
Total power	0 W
Total power per area (22.18 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

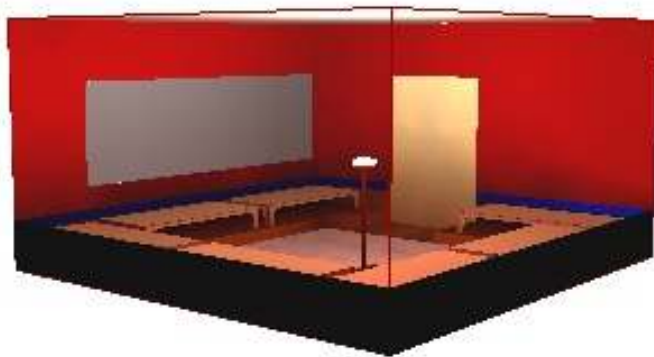
Average illuminance	E _{av}	0.01 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.02 lx
Uniformity g1	E _{min} /E _m	1:2.52 (0.4)
Uniformity g2	E _{min} /E _{max}	1:4.59 (0.22)

Πίνακας 5.47-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

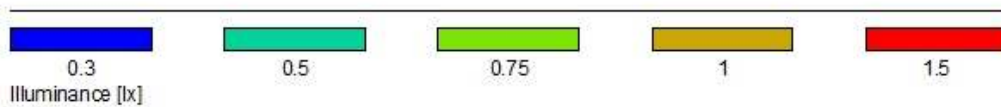
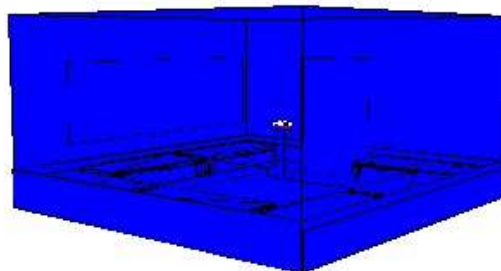
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.58-Προσομοίωση χώρου d (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.59-Προσομοίωση φωτισμού χώρου d(προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.60-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου d (προσομοίωση 2)

5.3.4 Χώρος g, h και k (συγκρότημα κουζίνας-οίκου)

Στο νοτιοδυτικό μέρος του σπιτιού, βρισκόταν ένα σύνολο από τρία δωμάτια, που σχημάτιζαν το συγκρότημα κουζίνας-οίκου. Στο κέντρο του δωματίου k υπήρχε μία σταθερή εστία, γεγονός που φανερώνει ότι ο χώρος εξυπηρετούσε τη θέρμανση κατά τη διάρκεια του χειμώνα και γι' αυτό λόγο, όπως και στο συγκρότημα c-d-e του "House A vii 4", αυτός ο χώρος χωρίζονταν με τον χώρο h, που αποτελούσε την κουζίνα για μαγείρεμα, με ξύλινες κολώνες, στηριζόμενες σε ένα χαμηλό, επίσης ξύλινο, θεμέλιο. Ιδιαίτερο γνώρισμα του δωματίου h είναι ότι το πάτωμά του ήταν βράχος με ένα μικρό σκαλιστό αυλάκι στο κέντρο του χώρου. Εκεί μάλλον άναβε η φωτιά και επάνω της τοποθετούνταν τα μαγειρικά σκεύη. Τέλος, ο μικρότερος χώρος g πιθανότατα αποτελούσε το μπάνιο, καθώς σε αυτό βρέθηκαν θραύσματα από μπανιέρα και επιπέδον, λειτουργούσε και σαν αποθηκευτικός χώρος για δοχεία μη άμεσης χρήσης. [2]

Τα υλικά των τοίχων και του δαπέδου καθώς και τυχόν φωτιστικά αντικείμενα, όπως ευρέθησαν κατά τις ανασκαφές στο χώρο g, είναι:

Τοίχοι	Δάπεδο	Ευρήματα (μέσα φωτισμού)
Δεν υπάρχουν στοιχεία	Χωμάτινο (έδαφος)	Πήλινο λυχνάρι (2 ή 1)

Πίνακας 5.48-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο g [2]

του χώρου h είναι:

Τοίχοι	Δάπεδο	Ευρήματα (μέσα φωτισμού)
Δεν υπάρχουν στοιχεία	Φυσικός βράχος	Πήλινο λυχνάρι (5 ή 6) Ένα από αυτά ήταν ένας δίμυξος λύχνος(με δύο φυτίλια).

Πίνακας 5.49-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο h [2]

και του χώρου k :

Τοίχοι	Δάπεδο	Ευρήματα (μέσα φωτισμού)
Κόκκινοι (με κονίαμα ζωγραφισμένοι σε κόκκινο χρώμα) με λευκούς ορθοστάτες (σοβατεπί). Χωριζόταν από μία ανάγλυφη μπλε ταινία.	Ίσως χωμάτινο(έδαφος)	---

Πίνακας 5.50-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο k [2]

5.3.4.1 Αρχιτεκτονικά στοιχεία

Οι διαστάσεις του χώρου g, όπως προκύπτουν από την κάτοψη, είναι οι παρακάτω :

Μήκος	Πλάτος	Ύψος
1,65 m	1,9 m	2,5 m

Πίνακας 5.51-Διαστάσεις χώρου g

Του χώρου h είναι οι ακόλουθες:

“Ο φωτισμός στις κατοικίες της αρχαίας Ελλάδας”

Μήκος	Πλάτος	Ύψος
3,55 m	1,9 m	2,5 m

Πίνακας 5.52-Διαστάσεις χώρου h

και του χώρου k :

Μήκος	Πλάτος	Ύψος
5,6 m	5,1 m	2,5 m

Πίνακας 5.53-Διαστάσεις χώρου k

Ο συγκεκριμένος χώρος απαρτίζεται από τα εξής:

▪ Πόρτα

- 1) Διαστάσεις: 0,95x1,85 m,
 Θέση: X'=2,35, Y'=0 m στον τοίχο W2,
 Χρώμα: Linen rgb (0,5652, 0,5229, 0,3353),
 συντελεστής ανάκλασης 52,19%

- 2) Διαστάσεις: 0,9x1,85 m,
 Θέση: X'=1,8, Y'=0 m στον τοίχο W2,
 Χρώμα: Linen rgb (0,5652, 0,5229, 0,3353),
 συντελεστής ανάκλασης 52,19%

▪ Επιφάνειες (χρώματα)

Παρά το γεγονός ότι είναι ένας ενιαίος χώρος, υπάρχουν διαφορές στα υλικά και στα χρώματα των επιφανειών των επιμέρους δωματίων.

Επιφάνεια	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
<u>Χώρος g</u>					
Τοίχος πλευράς W1	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Τοίχος πλευράς W2	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Τοίχος πλευράς W3	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Τοίχος πλευράς W4	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Πάτωμα	soil 01	0,3201	0,2311	0,1522	25,0%
<u>Χώρος h</u>					
Τοίχος πλευράς W1	---	---	---	---	---
Τοίχος πλευράς W2	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Τοίχος πλευράς W3	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Τοίχος πλευράς W4	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%

Πάτωμα	stones	0,3097	0,3203	0,2408	31,2%
Χώρος k					
Τοίχος πλευράς W1	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Τοίχος πλευράς W2	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Τοίχος πλευράς W3	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Τοίχος πλευράς W4	---	0,3774	0,0000	0,0000	10,0%
Ορθοστάτες	---	0,6000	0,6000	0,6000	60,0%
Διαχωριστικές λωρίδες	---	0,0000	0,0129	0,6367	5,0%
Πάτωμα	soil 01	0,3200	0,2312	0,1518	25,0%
Για όλους τους χώρους					
Ταβάνι	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%
Κολώνες	wood 01	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%

Πίνακας 5.54-Υλικά επιφανειών χώρου g, h, k

▪ Επίπλωση

Τοποθετήθηκαν κάποια απλά τυπικά έπιπλα στο χώρο, ώστε να προσεγγίζουν καλύτερα τις συνθήκες της εποχής. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκε:

Έπιπλο	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Αυτοσχέδιο ξύλινο λυχνοστάτης	wood 01	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%
Αυτοσχέδια εστία	---	0,0500	0,0500	0,0500	5,0%
	soil 02	0,3022	0,2788	0,2715	28,5%
Τρία αυτοσχέδια ράφια	wood 01	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%
Μία αυτοσχέδια μανιέρα	tiles 04	0,9240	0,9247	0,9236	92,4%

Πίνακας 5.55-Έπιπλα χώρου g, h, k

5.3.4.2 Φωτιστικά μέσα

Στον ενιαίο χώρο g, h και k, πραγματοποιήθηκαν δύο προσομοιώσεις με διάφορα φωτιστικά μέσα (λύχνοι) σε θέσεις του χώρου.

Ανάλογα με το είδος του λύχνου αλλά και τη θέση του, προσομοιώθηκαν δύο περιπτώσεις:

1. Στην πρώτη, οι λύχνοι ήταν κεραμικά μπωλ τύπου αλατοδοχείου μεγαλύτερου μεγέθους με φυτίλι από λουμί και ελαιόλαδο.

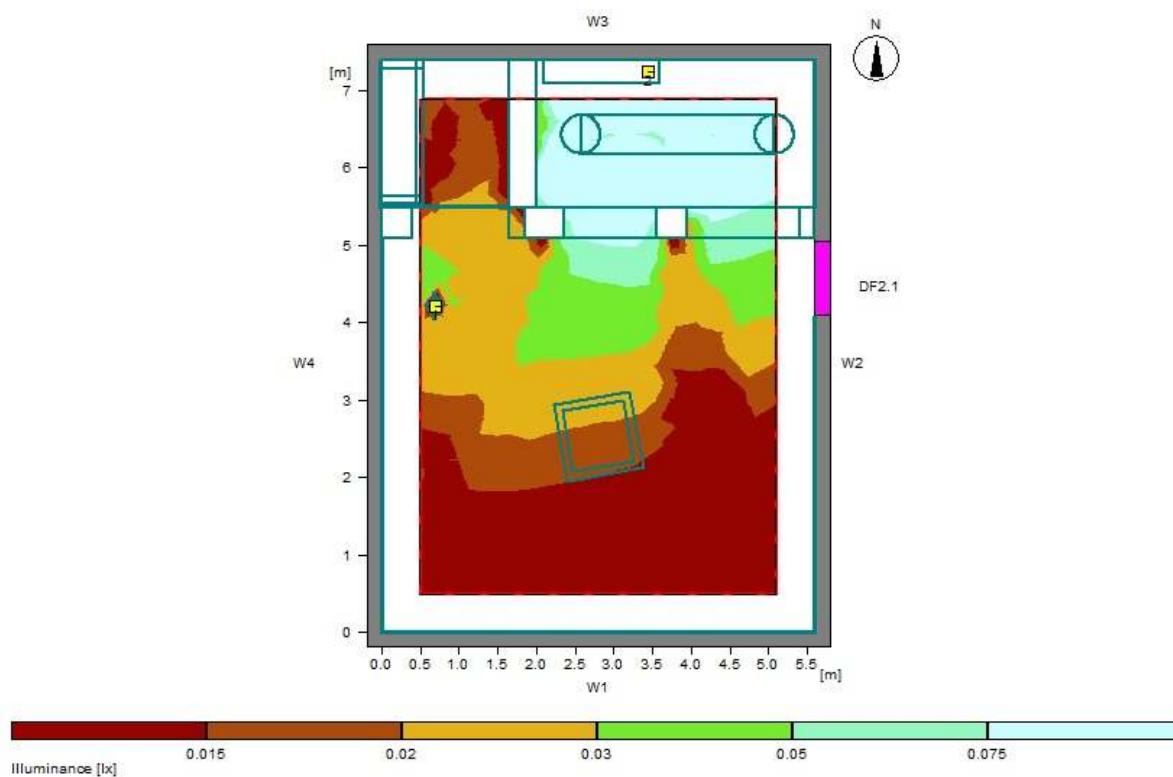
(παράγραφος 4.5.2.1.1.4) Ο ένας ήταν τοποθετημένος στη θέση $X = 0,683 \text{ m}$, $Y = 4,234 \text{ m}$, $Z = 1,28 \text{ m}$, επάνω στο ξύλινο λυχνοστάτη και ο άλλος ήταν τοποθετημένος στη θέση $X = 2,1 \text{ m}$, $Y = 7,4 \text{ m}$, $Z = 1,5 \text{ m}$, επάνω στο δεύτερο ράφι.

2. Στη δεύτερη, ο ένας λύχνος ήταν το κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου μεγαλύτερου μεγέθους με φυτίλι από λουμί και ελαιόλαδο. (παράγραφος 4.5.2.1.1.4) τοποθετημένος στη θέση $X = 2,1 \text{ m}$, $Y = 7,4 \text{ m}$, $Z = 1,5 \text{ m}$, επάνω στο δεύτερο ράφι και ο άλλος ήταν ο λύχνος με φυτίλι από κάνναβη πλεχτή πάχους $0,5 \text{ cm}$ και ελεύθερου μήκους (εκτός υποδοχής φυτιλιού) 1 cm (παράγραφος 4.5.2.2.1.3), τοποθετημένος στη θέση $X = 0,683 \text{ m}$, $Y = 4,234 \text{ m}$, $Z = 1,28 \text{ m}$, επάνω στο ξύλινο λυχνοστάτη.

5.3.4.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού

5.3.4.3.1 Προσομοίωση 1

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.61-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

General

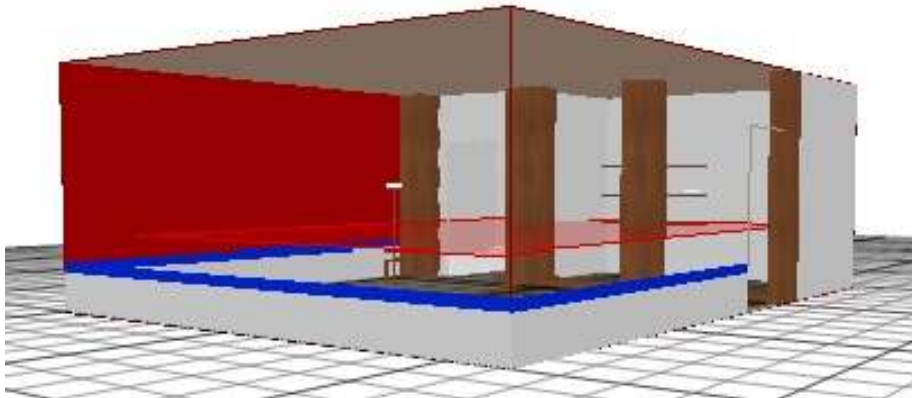
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	2000 lm
Total power	0 W
Total power per area (41.44 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

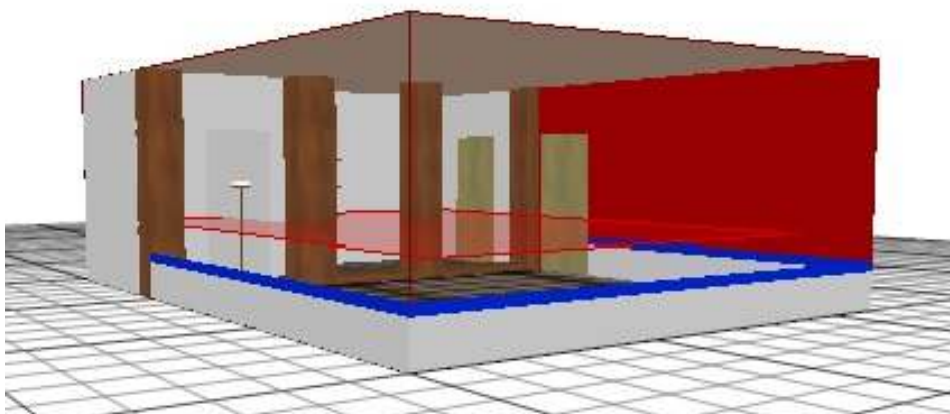
Average illuminance	E _{av}	0.04 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.27 lx

Πίνακας 5.56-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



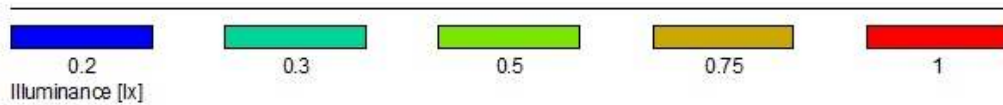
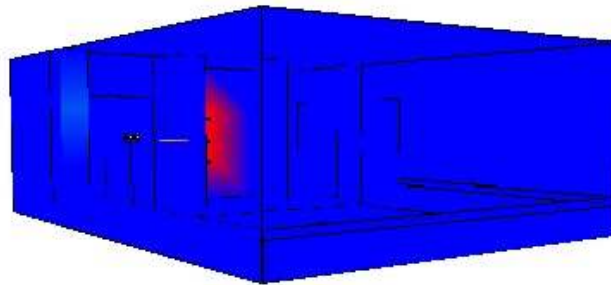
Εικόνα 5.62-Προσομοίωση χώρου g, h, k- μία όψη (προσομοίωση 1)



Εικόνα 5.63-Προσομοίωση χώρου g, h, k- δεύτερη όψη(προσομοίωση 1)



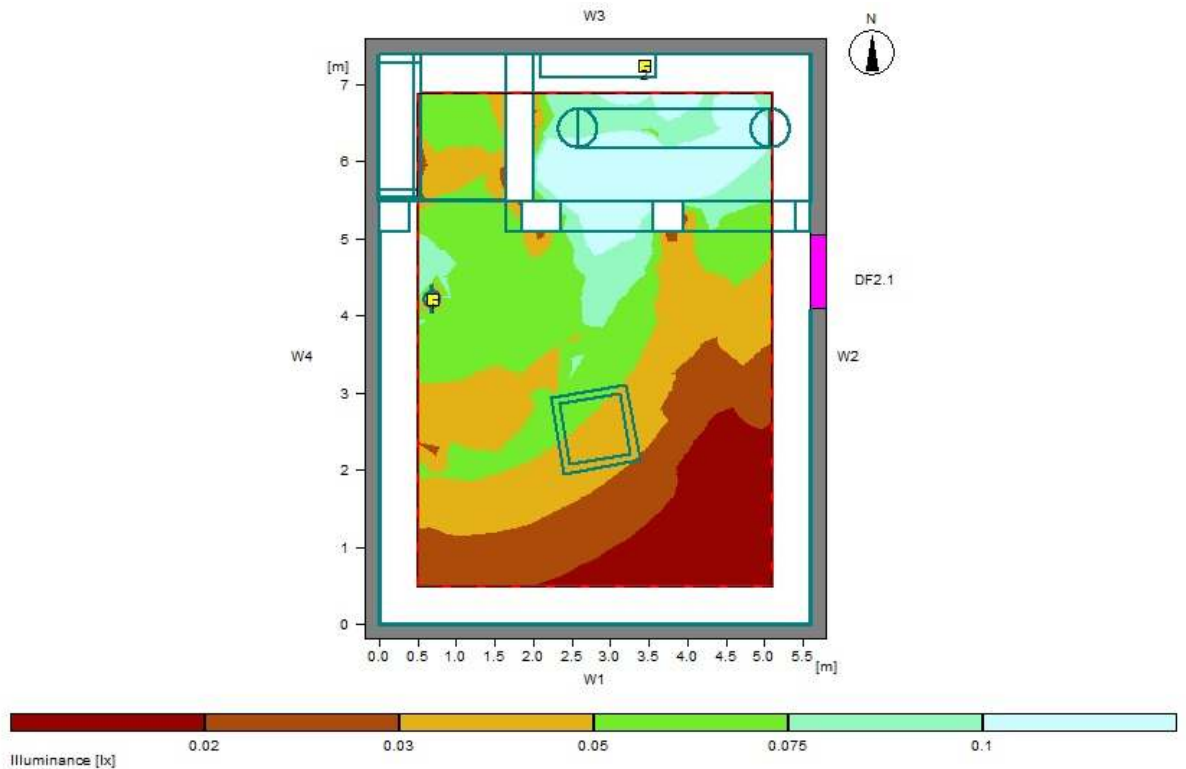
Εικόνα 5.64-Προσομοίωση φωτισμού χώρου g, h, k (προσομοίωση 1)



Εικόνα 5.65-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου g, h, k (προσομοίωση 1)

5.3.4.3.2 Προσομοίωση 2

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.66-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

General

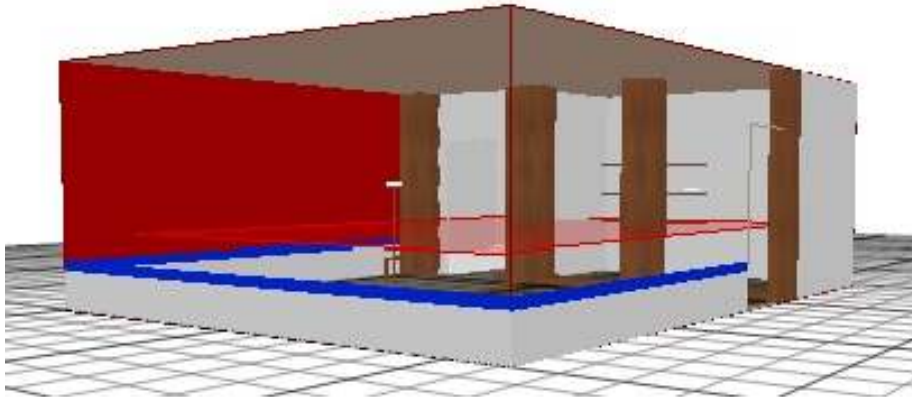
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	2000 lm
Total power	0 W
Total power per area (41.44 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

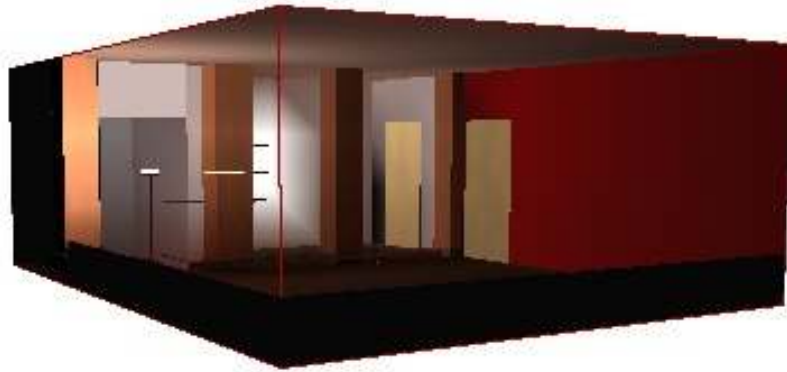
Average illuminance	E _{av}	0.06 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.27 lx

Πίνακας 5.57-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

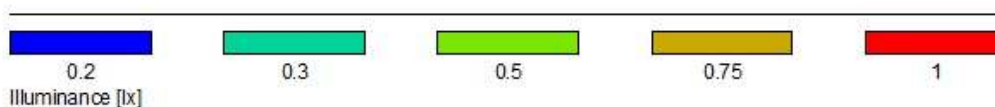
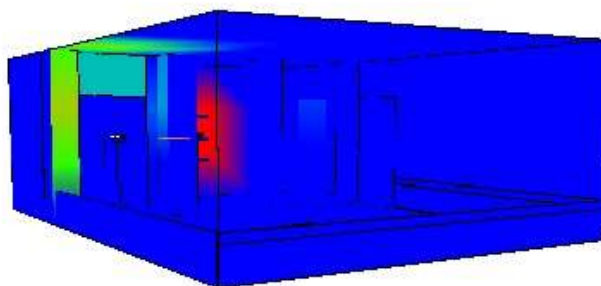
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.67-Προσομοίωση χώρου g, h, k (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.68-Προσομοίωση φωτισμού χώρου g, h, k (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.69-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου g, h, k (προσομοίωση 2)

5.3.5 Χώρος l (εξέδρα)

Ο χώρος αυτός, που βρισκόταν στο νότιο μέρος της αυλής, είναι μοναδικός στην αρχαία Ολυνθο. Καθώς ήταν ανοιχτός, μέσω ξύλινων κολώνων, στην αυλή, δημιουργούσε ένα είδος δεύτερης παστάδας, αντικαθιστώντας μάλλον την παστάδα σε κάποιες περιπτώσεις, η οποία ήταν πολύ φτωχά φωτισμένη. Το δωμάτιο αυτό ξεχωρίζει από μία ασυνήθιστα βαθιά οπή στο πάτωμα, που σχηματίζει κάτι σαν χωνί.

Κατά πάσα πιθανότητα αποτελούσε το θερινό καλοκαιρινό δωμάτιο της βίλλας και ίσως να είναι μεταγενέστερη προθήκη. Η πόρτα του συγκεκριμένου δωματίου θεωρήθηκε από ξύλο, καθώς συνέδεε το εσωτερικό του σπιτιού με το δρόμο. [2]

Τα υλικά των τοίχων και του δαπέδου καθώς και τυχόν φωτιστικά αντικείμενα, όπως ευρέθησαν κατά τις ανασκαφές στο χώρο g, είναι:

Τοίχοι	Δάπεδο	Ευρήματα (μέσα φωτισμού)
Δεν υπάρχουν στοιχεία	Χωμάτινο (έδαφος)	Πήλινο λυχνάρι (2 ή 1)

Πίνακας 5.58-Στοιχεία ανασκαφών για τον χώρο l [2]

5.3.5.1 Αρχιτεκτονικά στοιχεία

Οι διαστάσεις του χώρου αυτού όπως προκύπτουν από την κάτοψη είναι οι παρακάτω :

Μήκος	Πλάτος	Ύψος
-------	--------	------

5,9 m	4,0 m	2,5 m
-------	-------	-------

Πίνακας 5.59-Διαστάσεις χώρου I

Ο συγκεκριμένος χώρος απαρτίζεται από τα εξής:

▪ Πόρτα

Διαστάσεις: 1,0x1,85 m,
Θέση: X'=3,9, Y'=0 m στον τοίχο W1,
Χρώμα: wood 01 rgb (0,4502, 0,2707, 0,1541),
 συντελεστής ανάκλασης 31,1%

▪ Παράθυρο ή φεγγίτης

1) *Διαστάσεις:* 5,9x2,5 m,
Θέση: X'=0, Y'=0 m στον τοίχο W3,
Χρώμα: default Glass rgb (0,8715, 0,8715, 0,8715),
 συντελεστής ανάκλασης 87,15%

2) *Διαστάσεις:* 0,9x4,0 m,
Θέση: X'=5, Y'=0 m στο ταβάνι,
Χρώμα: default Glass rgb (0,8715, 0,8715, 0,8715),
 συντελεστής ανάκλασης 87,15%

▪ Επιφάνειες (χρώματα)

Επιφάνεια	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Τοίχος W1	---	0,4112	0,1359	0,0000	20,0%
Τοίχος W2	---	0,4112	0,1359	0,0000	20,0%
Τοίχος W4	---	0,4112	0,1359	0,0000	20,0%
Ορθοστάτες	---	0,0000	0,0129	0,6367	5,0%
Πάτωμα	---	0,2537	0,2527	0,2406	25,2%
Κολώνες	wood 01	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%
Ταβάνι	sandstone	0,3383	0,2321	0,1732	25,6%

Πίνακας 5.60-Υλικά επιφανειών χώρου I

▪ Επίπλωση

Τοποθετήθηκαν κάποια απλά τυπικά έπιπλα στο χώρο, ώστε να προσεγγίζουν καλύτερα τις συνθήκες της εποχής. Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκε:

Έπιπλο	Όνομα υλικού	rgb			Συντελεστής ανάκλασης
Ένα τραπέζι	table 13				
Δύο σκαμπό	bar stool (birch)				
Αυτοσχέδιος ξύλινος	wood 01	0,4502	0,2707	0,1541	31,1%

λυχνοστάτης					
Σκάλα	stairs 21				

Πίνακας 5.61-Έπιπλα χώρου I

5.3.5.2 Φωτιστικά μέσα

Στο χώρο I, πραγματοποιήθηκαν δύο προσομοιώσεις με το ίδιο φωτιστικό μέσο σε δύο διαφορετικές θέσεις του χώρου.

Το μέσο φωτισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι το κεραμικό μπωλ τύπου αλατοδοχείου με έντονα έξω νεύον χείλος με φυτίλι από λουμί και ελαιόλαδο. (παράγραφος 4.5.2.1.1.3)

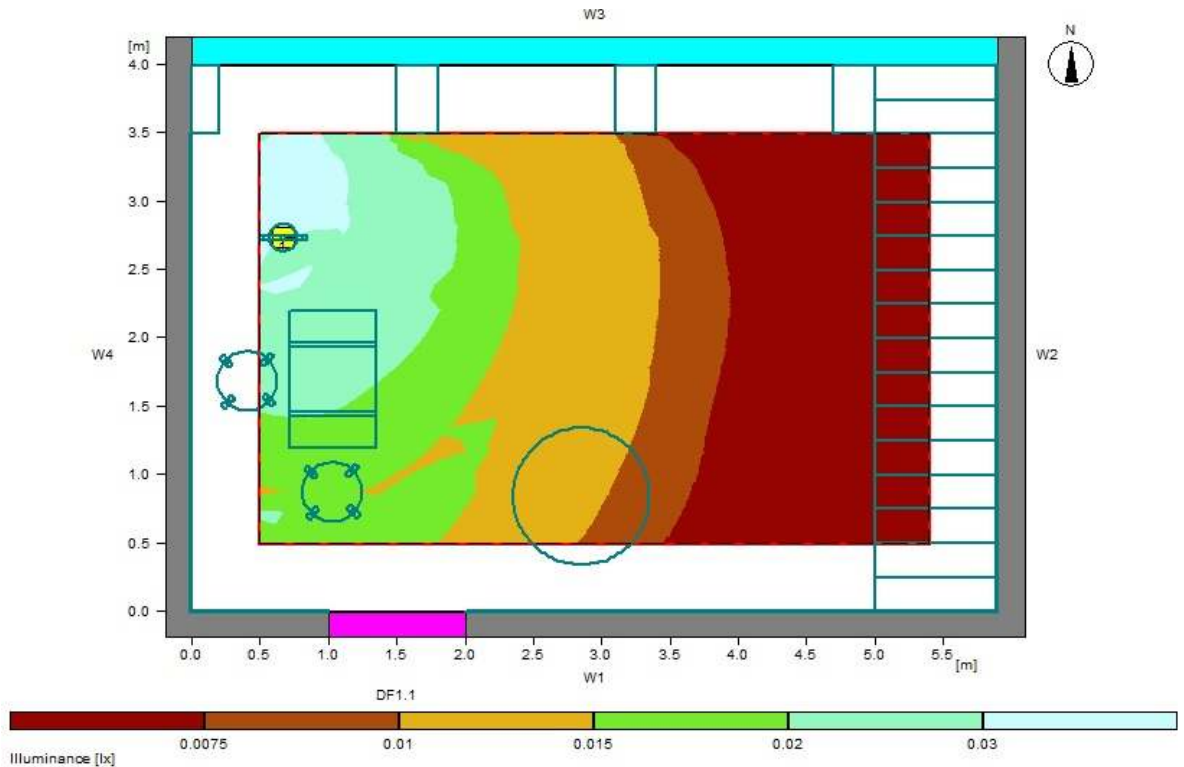
5.3.5.3 Αποτελέσματα προσομοίωσης και μελέτης φωτισμού

Ανάλογα με την θέση του λύχνου, προσομοιώθηκαν δύο περιπτώσεις:

1. στην πρώτη, ο λύχνος τοποθετήθηκε επάνω στον ξύλινο λυχνοστάτη, στη θέση $X = 0,671 \text{ m}$, $Y = 2,741 \text{ m}$, $Z = 1,28 \text{ m}$
2. στη δεύτερη, τοποθετήθηκε επάνω στο τραπέζι, στη θέση $X = 1,037 \text{ m}$, $Y = 1,703 \text{ m}$, $Z = 0,58 \text{ m}$.

5.3.5.3.1 Προσομοίωση 1

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.70-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

General

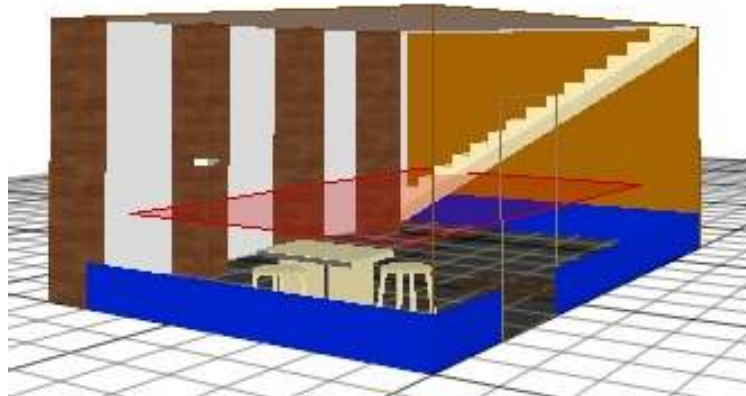
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Height of luminaire plane	1.28 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	1000 lm
Total power	0 W
Total power per area (23.60 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

Average illuminance	E _{av}	0.01 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.03 lx

Πίνακας 5.62-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 1)

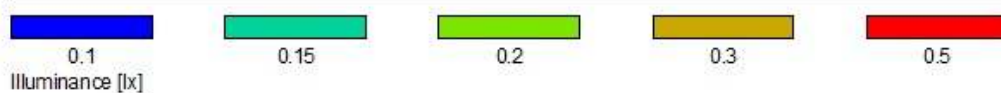
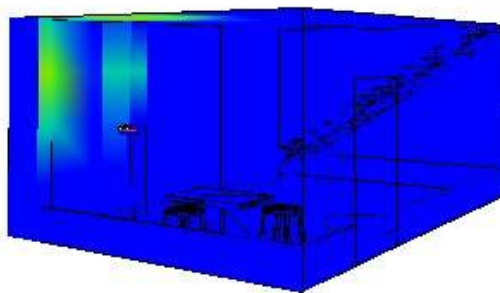
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.71-Προσομοίωση χώρου I (προσομοίωση 1)



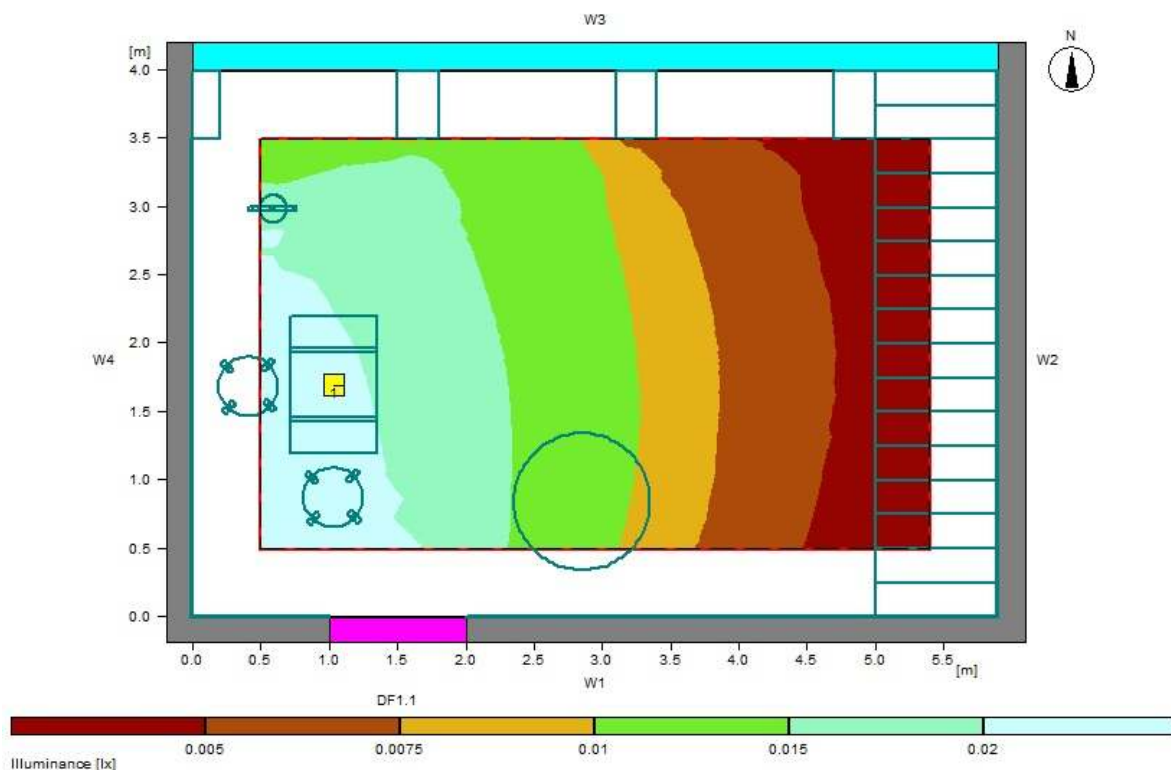
Εικόνα 5.72-Προσομοίωση φωτισμού χώρου I (προσομοίωση 1)



Εικόνα 5.73-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου I (προσομοίωση 1)

5.3.5.3.2 Προσομοίωση 2

Η κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς του χώρου καθώς και η επισκόπηση των αποτελεσμάτων, είναι τα ακόλουθα:



Εικόνα 5.74-Κατανομή της έντασης φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

General

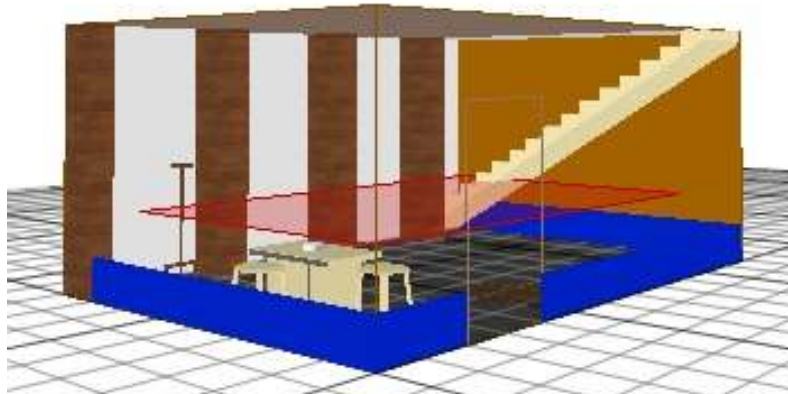
Calculation algorithm used	High indirect fraction
Height of evaluation surface	0.75 m
Height of luminaire plane	0.58 m
Maintenance factor	0.80
Total luminous flux of all lamps	1000 lm
Total power	0 W
Total power per area (23.60 m ²)	0.00 W/m ² (0.00 W/m ² /100lx)

Illuminance

Average illuminance	E _{av}	0.01 lx
Minimum illuminance	E _{min}	0 lx
Maximum illuminance	E _{max}	0.02 lx

Πίνακας 5.63-Αποτελέσματα φωτισμού στο επίπεδο αναφοράς (προσομοίωση 2)

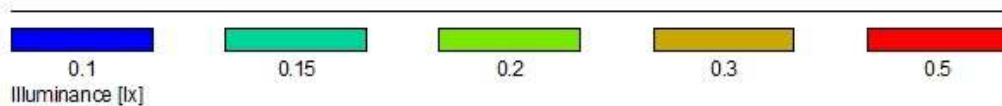
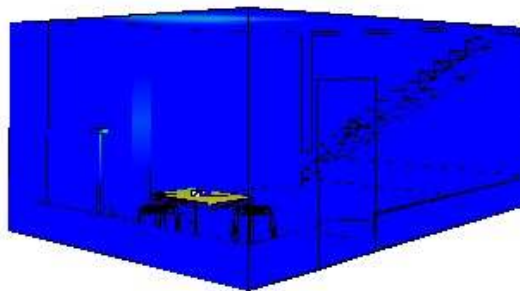
Η προσομοίωση του χώρου παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες :



Εικόνα 5.75-Προσομοίωση χώρου I (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.76-Προσομοίωση φωτισμού χώρου I (προσομοίωση 2)



Εικόνα 5.77-Τρισδιάστατη κατανομή της έντασης φωτισμού του χώρου I (προσομοίωση 2)

6 Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, μοντελοποιήθηκαν στο λογισμικό Relux[®] οι εσωτερικοί χώροι των δύο τυπικών κατοικιών της αρχαίας Ολύνθου και προσομοιώθηκε ο τεχνητός φωτισμός σε αυτούς. Οι εργαστηριακές μετρήσεις της φωτεινής έντασης μέσω φωτισμού, χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή των διαγραμμάτων πολικής κατανομής της φωτεινής έντασης, τα οποία εισήχθησαν στο λογισμικό, δημιουργώντας μοντέλα ανεξάρτητων φωτιστικών μέσων. Στην συνέχεια, εκτελέστηκαν οι προσομοιώσεις του φωτισμού των αρχαιοελληνικών κατοικιών της Ολύνθου και εκτυπώθηκαν τα αποτελέσματα.

Τα κυριότερα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας, ανάλογα με τη φάση αυτής, διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Διεξαγωγή μετρήσεων και σχεδιασμός πολικών διαγραμμάτων

Σχετικά με την απόδοση των κύριων φωτιστικών μέσων της αρχαιότητας, δηλαδή τους λύχνους, τα κεριά και τις δάδες, συμπεραίνονται τα παρακάτω:

Οι λύχνοι παρέχουν διαφορετικό είδος φωτισμού ανάλογα με το αν ανήκουν στην κατηγορία των λύχνων αναρρόφησης ή λύχνων επίπλευσης. Οι λύχνοι αναρρόφησης παρέχουν ημιέμεσο φωτισμό και το φως τους επηρεάζεται από δύο παράγοντες που είναι το είδος του φυτιλιού και οι διαστάσεις του. Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνεται ότι όσο μεγαλύτερες είναι οι διαστάσεις του φυτιλιού και ειδικά το ελεύθερο μήκος του, εκτός υποδοχής, τόσο πιο μεγάλη αριθμητικά είναι η ένταση φωτισμού στο χώρο. Αν και δεν ήταν γνωστό σαν υλικό στην αρχαία Ελλάδα, οι μετρήσεις απέδειξαν ότι ο λύχνος με φυτίλι από βαμβάκι αποδίδει περισσότερο αλλά είναι ασύμφορο οικονομικά καθώς καταναλώνει πολλή καύσιμη ύλη. Αντίθετα, οι λύχνοι επίπλευσης παρέχουν έμμεσο φωτισμό και η ποιότητα του φωτισμού που αποδίδουν εξαρτάται από την ποιότητα του λουμινιού και όχι από το δοχείο. Το λουμίνι είναι εξαιρετικά φθηνό αλλά όχι τόσο αποδοτικό, όσο τα υπόλοιπα φυτίλια.

Τα κεριά παρέχουν ομοιόμορφο φωτισμό και αποδίδουν περίπου την ίδια φωτεινή ένταση με τους λύχνους, αλλά, επειδή δεν συναντώνται στην αρχαιοελληνική πραγματικότητα, δεν χρησιμοποιήθηκαν στις προσομοιώσεις. Επιπλέον, ένα άλλο μέσο που μετρήθηκε αλλά επίσης δεν λήφθηκε υπόψη λόγω του ότι χρησιμοποιούνταν κυρίως για εξωτερικούς χώρους ήταν η δάδα η οποία παρέχει και αυτή ομοιόμορφο φωτισμό. Το πλεονέκτημα του ομοιόμορφου φωτισμού είναι η ανάλογα ομοιόμορφη κατανομή της έντασης φωτισμού στο χώρο και γι' αυτό κρίνονται ως πιο κατάλληλα μέσα για γενικό φωτισμό. Αντίθετα, ο έμμεσος φωτισμός των λύχνων δεν δημιουργεί σκιές και αποτελεί ιδανικό φωτισμό για επιφάνειες εργασίας.

Τα καλύτερα αποτελέσματα ελήφθησαν από τις δάδες καθώς η φλόγα τους ήταν μεγαλύτερη αλλά αυτό σε καμία περίπτωση δεν τις κάνει άριστα φωτιστικά μέσα αφού αποδίδουν πολύ καπνό και αποτελούν πηγή κινδύνου πυρκαγιάς. Συνεπώς, λογικό θα ήταν να προτιμούσαν τους λύχνους για οικιακή χρήση και ειδικά τους λύχνους αναρρόφησης οι οποίοι έχουν απόλυτα ελεγχόμενη φωτεινή ένταση.

- Αποτελέσματα προσομοιώσεων φωτισμού των κατοικιών

Από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων παρατηρήθηκαν τα εξής:

- το μέγεθος του δοχείου ενός φωτιστικού μέσου δεν επηρεάζει την τιμή της μέσης έντασης φωτισμού
- το υλικό του λυχνοστάτη επίσης δεν επηρεάζει τα αποτελέσματα

- η τοποθέτηση δύο σε σχέση με έναν ιδίου τύπου λύχνων, επιφέρει ελάχιστη μεταβολή της παραπάνω τιμής
- η τοποθέτηση λύχνου σε λυχνοστάτη σε σχέση με την αντίστοιχη σε σκαμπό επιφέρει ελάχιστη αύξηση της παραπάνω τιμής

Σύμφωνα με τους Atmodiporo και Pardede, το κατώτατο όριο φωτισμού για την άνετη ανάγνωση μίας πρότασης σε άσπρο χαρτί A4 και γραμματοσειρά Times New Roman μεγέθους 16 pt από απόσταση 60 cm απαιτούνται κατ' ελάχιστον 0,13 lux. Για την άνετη ανάγνωση της ίδιας πρότασης σε ίδιο χαρτί και γραμματοσειρά, μεγέθους 8 pt από απόσταση 1 m απαιτούνται 15,32 lux. Ένα πρώτο συμπέρασμα, λοιπόν, είναι ότι το κατώτατο όριο φωτισμού επηρεάζεται από την απόσταση. [3]

Οι τιμές της μέσης έντασης φωτισμού στις επιφάνειες εργασίας όλων των χώρων που μελετήθηκαν κυμάνθηκαν μεταξύ 0,01 και 0,04 lux με εξαίρεση την περίπτωση όπου μία μέση τιμή ήταν 0,27 lux. Οι τιμές αυτές είναι χαμηλότερες από το κατώτατο όριο φωτισμού των 0,13 lux και άρα με το κριτήριο αυτό, συμπεραίνεται ότι η ανάγνωση ενός κειμένου σε απόσταση 60 cm στην μετρούμενη επιφάνεια εργασίας δεν είναι εφικτή. Όμως, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι τιμές είναι μέσες και ότι στις περισσότερες περιπτώσεις το επίπεδο αναφοράς είναι αρκετά μακριά από το φωτιστικό μέσο, ιδίως όταν αυτό βρίσκεται σε λυχνοστάτη, συνάγεται ότι υπάρχουν θέσεις στον χώρο όπου η ανάγνωση είναι εφικτή. Αυτό αποδεικνύεται και σχηματικά από τις εικόνες των τρισδιάστατων κατανομών της έντασης φωτισμού όπου υπάρχουν περιοχές που οι τιμές της έντασης φωτισμού φτάνουν το 1,5 lux.

Επίσης, σημαντική παράμετρος που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι η φορητότητα των φωτιστικών μέσων, το γεγονός, δηλαδή, ότι τα μέσα αυτά ανάλογα με την χρήση των δωματίων και τις απαιτήσεις φωτισμού τοποθετούνταν και σε ανάλογα σημεία. Τέλος, για την προσέγγιση του θέματος αυτού δεν μπορεί να παραληφθεί το γεγονός ότι ο τρόπος ζωής των ανθρώπων της υπό εξέταση εποχής ήταν πολύ διαφορετικός από τον σημερινό και υπό αυτό το πρίσμα θα πρέπει να κρίνονται τα αποτελέσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Φ. Β. Τοπαλής, "Φωτοτεχνία, Βασικές αρχές φωτομετρίας και μελέτες φωτισμού", Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 1994.

[2] Nicholas Cahill, "Household and City Organization at Olynthus", Yale University Press, 2002.

[3] Δωρίνα Μουλλού, "Τεχνητός Φωτισμός στην αρχαία Ελλάδα", Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Ιστορίας - Αρχαιολογίας Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο 2010.

[4] Δωρίνα Μουλλού, "Τεχνητός Εσωτερικός Φωτισμός στην Ελλάδα από τον 12^ο ως τον 8^ο αιώνα π.Χ.", Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Τμήμα Ιστορίας - Αρχαιολογίας Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο 2002.

[5] Ιστοσελίδα, el.wikipedia.org/wiki/Ολυνθος_Χαλκιδικής.

[6] Κ. Μαθίος, "Φως & τεχνητός φωτισμός - Η 4η διάσταση του χώρου", Περιοδικό ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ, 1997.

[7] Ιστοσελίδα, <http://ymittos-plants.blogspot.com/2010/04/ballota-acetabulosa.html>.

[8] Φ. Β. Τοπαλής, Κ. Α. Μπουρούσης, Γ. Κυριακόπουλος, "Εκθεση Φωτομετρήσεων", εργαστήριο Φωτοτεχνίας Ε.Μ.Π., Αθήνα 2009